

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

Coordinación Área Científico-Matemática :
GABRIEL MORENO RIOSECO

Autores:
LUIS FLORES PRADO
GERMÁN MANRÍQUEZ SOTO

Edición:
CAROL VALENZUELA CAVIEDES

Ayudante de edición:
REINALDO VARGAS CASTILLO

Corrección de estilo:
ISABEL SPOERER VARELA

Documentación:
PAULINA NOVOA VENTURINO
RUBÉN ÁLVAREZ ALMARZA

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

con el siguiente equipo de especialistas:

Coordinación gráfica:
CARLOTA GODOY BUSTOS

Diseño y diagramación:
MARIELA PINEDA GÁLVEZ

Cubierta:
MARCELA MONCADA LOMEÑA

Producción:
NELSON GUAJARDO ARRIAGADA

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

© 2006, by Santillana del Pacífico S.A. de Ediciones,
Dr. Aníbal Ariztía 1444, Providencia, Santiago (Chile)

PRINTED IN CHILE

Impreso en Chile por Quebecor World S.A.

ISBN: 956 - 15 - 1113 - 4

Inscripción N° 152.084

www.santillana.cl

N.E.

www.santillana.cl
areciencias@santillana.cl

Índice

Introducción	4	Unidad 3: Organismo y ambiente	59
Antecedentes curriculares	4		
Organización del texto del alumno	6	Propósito de la unidad	59
Estructura de la guía para el profesor	9	Objetivos Fundamentales Verticales	59
		Marco curricular	59
		Objetivos Fundamentales Transversales	61
		Organización de la unidad	61
		Planificación de la unidad	62
		Solucionario	67
		Trabajo con los preconceptos	76
		Ampliación de contenidos	76
		Material anexo	78
		Evaluaciones	83
		Unidad 1: Información génica y proteínas	83
		Unidad 2: Microbios, sistemas de defensa y salud	86
		Unidad 3: Organismo y ambiente	89
		Bibliografía	94
ORIENTACIONES DIDÁCTICAS			
Unidad 1: Información génica y proteínas	10		
Propósito de la unidad	10		
Objetivos Fundamentales Verticales	10		
Marco curricular	10		
Objetivos Fundamentales Transversales	12		
Organización de la unidad	12		
Planificación de la unidad	13		
Solucionario	19		
Trabajo con los preconceptos	26		
Ampliación de contenidos	26		
Material anexo	30		
Unidad 2: Microbios, sistemas de defensa y salud	35		
Propósito de la unidad	35		
Objetivos Fundamentales Verticales	35		
Marco curricular	35		
Objetivos Fundamentales Transversales	37		
Organización de la unidad	37		
Planificación de la unidad	38		
Solucionario	44		
Trabajo con los preconceptos	51		
Ampliación de contenidos	51		
Material anexo	53		

Introducción

La **Guía para el profesor** del texto **Ciencias Biológicas 4**, ha sido creada por Editorial Santillana como un material de apoyo al proceso de enseñanza- aprendizaje para el subsector Biología.

Cada docente del subsector encontrará en sus páginas una propuesta editorial actualizada, que incorpora los lineamientos de la Reforma Educacional chilena junto con los nuevos enfoques pedagógicos y un tratamiento riguroso y científico de los contenidos.

Como una forma de enriquecer la labor docente, esta guía además cuenta con un disco compacto en el que se entregan diversas herramientas, entre ellas: Programa de Biología de 4° Año de Educación Media; el portal web con las actividades interactivas a las que los estudiantes pueden acceder también desde Internet dirigiéndose a la página www.santillana.cl/bio4 y un set de preguntas tipo PSU.

Antecedentes curriculares

La **Reforma Educacional** en nuestro país responde a un consenso mundial sobre la importancia de la educación y a una revisión crítica de su calidad y equidad.

En un contexto general, la política educacional del gobierno se enmarca en el fortalecimiento de la descentralización curricular y en la promoción de una pedagogía activa que parte de la creación de un nuevo currículum que, a su vez, permite establecer redes de apoyo a la gestión educacional, proyectos institucionales y otorgar espacios para la participación de la comunidad educativa en cualquier región del país.

A partir de un marco curricular de referencia, formado por los Objetivos Fundamentales (OF) y los Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO), cada establecimiento tiene la libertad de definir sus propios programas de estudio, lo que significa un cambio sustantivo en la forma de entender el currículum. Se pasa así de un diseño curricular centralizado por el MINEDUC a otro en el que el principio de la flexibilidad y autonomía de cada centro cobra un papel significante.

En este contexto de cambio es indispensable renovar los textos escolares para responder a las demandas de la sociedad actual. **Editorial Santillana** se sumó a esta tarea mediante la creación del texto **Ciencias Biológicas 4** que responde a los OF y CMO propuestos

en el programa de cuarto año de Educación Media, y que incorpora estrategias eficaces de enseñanza 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 aprendizaje tiene mayores posibilidades de aprender. En este sentido, presentamos un texto que plantea diversas situaciones de aprendizaje, brindando así la oportunidad de que alumnas y alumnos participen activamente ejercitando y desarrollando su actividad mental al observar, describir, comparar, relacionar, interpretar, analizar y resolver problemas simples.

Comunicación de los objetivos. 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 manera en que se desea enseñarles y cómo irán logrando su aprendizaje. Estos elementos contribuyen a la reflexión individual e interna de cada estudiante respecto de los conocimientos, habilidades y actitudes que desarrollarán. En el texto, los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) se entregan en las páginas de inicio de cada unidad.

Conocimientos previos. Cada estudiante posee una variada gama de conocimientos adquiridos en forma empírica, a partir de su entorno particular, de las experiencias vividas, o derivada de los conocimientos, habilidades y actitudes aprendidas en los niveles anteriores. Este conocimiento representa el punto de partida que debemos considerar como base para lograr un aprendizaje más duradero. Por esta razón, se incluye una página del texto destinada a detectar conocimientos previos. Las actividades inducen a los estudiantes permanentemente a recordar sus ideas previas, estableciendo conexiones entre la nueva información y lo que ya saben.

Trabajo cooperativo. Sabemos que 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 con el otro. Debido a esto, en el texto se incorporan múltiples actividades que promueven el trabajo cooperativo.

Evaluación continua. 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, según estas nuevas tendencias, el estudiante también debe ir observando el nivel de logro de los aprendizajes esperados que se le han propuesto de antemano. Por este motivo, si queremos obtener información respecto de cómo evoluciona el aprendizaje de alumnos y alumnas, resulta fundamental evaluar durante todo el proceso. De acuerdo con este principio, se presentan en el texto diversas actividades que pueden convertirse en instancias de evaluación antes, durante y después del proceso enseñanza-aprendizaje, las cuales permiten mantener informado al estudiante y al docente, respecto del desarrollo del proceso.

Organización del texto del alumno

En el texto **Ciencias Biológicas 4** los contenidos se organizan en 3 unidades y 10 anexos, distribuidos en 160 páginas.

Las tres unidades son:

- Unidad 1: **Información génica y proteínas**
- Unidad 2: **Microbios, sistemas de defensa y salud**
- Unidad 3: **Organismo y ambiente**

A continuación se describen los tipos de páginas y las secciones que aparecen en cada unidad:

1. Páginas de inicio de unidad

En dos páginas se presenta el título de la unidad y un breve texto introductorio de los contenidos que se desarrollarán en la unidad. En la sección **En esta unidad...** se dan a conocer los contenidos (conceptuales, procedimentales y actitudinales) que se trabajarán. La sección **Antes de comenzar...** consiste en una actividad diagnóstica que permitirá recoger los conocimientos previos de los estudiantes.

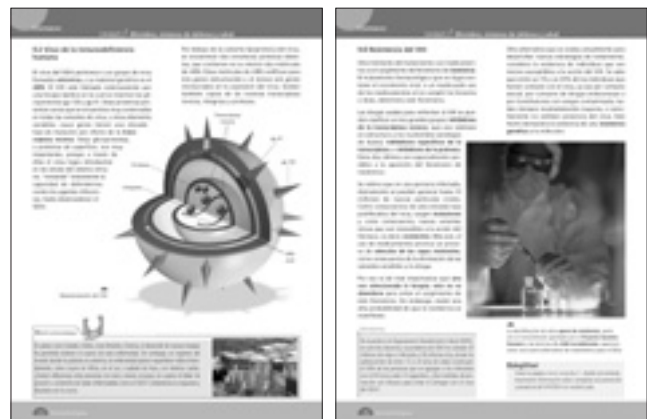


2. Páginas de desarrollo de contenidos

Los contenidos son desarrollados en un lenguaje ameno, claro y preciso, pero guardando la rigurosidad que caracteriza a esta disciplina.

Estas páginas incluyen las secciones que se detallan a continuación:

- **Actividad.** Actividades de distinta índole que aparecen numeradas en orden correlativo en cada unidad.
- **Biodatos.** Se entrega información complementaria a los contenidos tratados.
- **Reflexiona.** Propone temas para reflexionar acerca de ciertas actitudes.
- **Biolab.** Actividad experimental que permite poner en práctica el método científico.
- **Biologi@net.** Se sugieren direcciones de Internet, en las que los estudiantes puedan obtener más información para ampliar y/o reforzar los contenidos.
- **Ir a la web.** Sección que propone diversas actividades, tales como animaciones, disponibles en la página www.santillana.cl/bio4.



3. Páginas de proyecto

En estas páginas se plantea una actividad experimental, a partir de un problema científico que los estudiantes deberán resolver mediante la experimentación y aplicación del método científico.

Además, analizan sus resultados, guiándose por las preguntas propuestas en la página.



4. Páginas de Trabajo con las actitudes

Son cuatro páginas destinadas al desarrollo de actitudes y hábitos tendientes a la mantención de la salud y a la preservación de los seres vivos y del medio ambiente. Estas páginas incluyen las secciones:

1. **Explorar el problema.** Se expone el tema a desarrollar, en relación a la salud y el medio ambiente, con la ayuda de gráficos y tablas.
2. **Analizar el problema.** Se entrega un listado de preguntas que guían el análisis de los datos entregados en la sección **Explorar el problema**.
3. **Tomar una decisión.** Se propone una instancia para que los estudiantes manifiesten su actitud y opinión respecto al tema planteado.
4. **Mi compromiso.** Actividad a través de la cual se propone que los estudiantes promuevan el cuidado de la salud, de los seres vivos y del medio ambiente.

5. Página de Lectura científica

Texto de carácter científico actualizado y relacionado con el tema de la unidad, incluye preguntas de profundización y reflexión en torno a lo leído y a los contenidos tratados.



Organización del texto del alumno

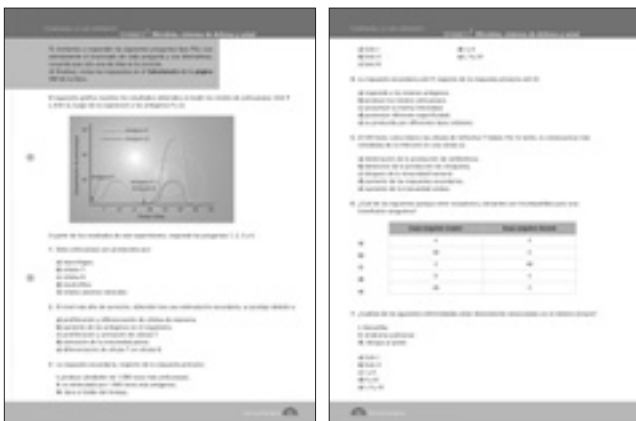
6. Páginas de Resumen de la unidad

En dos páginas se presenta la síntesis de la unidad. Incluyen la sección **Mapa conceptual**, cuyo objetivo es que los estudiantes relacionen los principales contenidos desarrollados en la unidad.



7. Páginas de evaluación (Comprueba lo que aprendiste)

Son dos páginas en las que se entregan preguntas tipo PSU relacionadas con los contenidos desarrollados en la unidad y cuyas respuestas se entregan en el **Solucionario** al final del libro.



8. Página de Glosario

Página que incluye una breve definición de los conceptos más importantes desarrollados en la unidad.

9. Páginas de Anexos

Se incluyen diez anexos que apoyan el trabajo de los estudiantes en distintas actividades.

Anexo 1: Medidas de seguridad en el trabajo de laboratorio

Anexo 2: Uso del microscopio óptico

Anexo 3: Secuencia de bases de la hormona del crecimiento

Anexo 4: Actividad enzimática de la catalasa

Anexo 5: ¿Los tejidos vegetales presentan el mismo contenido de ADN?

Anexo 6: Observación de bacterias del yogur

Anexo 7: Cultivo de microorganismos

Anexo 8: Medidas de prevención del virus Hanta

Anexo 9: Compatibilidad de los grupos sanguíneos

Anexo 10: Diagrama de estructura de edades



Estructura de la guía para el profesor

La **Guía para el profesor** del texto **Ciencias Biológicas 4**, para Cuarto Año de Educación Media, es un material creado por Editorial Santillana como apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje para el subsector Biología. Esta propuesta de guía incorpora material concreto de apoyo a la labor docente a través de diversos elementos que se desarrollan al interior de sus páginas y en el disco compacto que la acompaña, en el que se entrega: **Programa de Biología de 4° Año de Educación Media**; el **portal web con las actividades interactivas** a las que los estudiantes pueden acceder también desde Internet dirigiéndose a la página www.santillana.cl/bio4 y un **set de preguntas tipo PSU**.

En cada unidad se distinguen los siguientes elementos:

- **Propósito de la unidad.** Define en términos breves el objetivo principal de la unidad.
- **Objetivo Fundamental Vertical.** Propuesto por el MINEDUC en el Decreto N° 220, de mayo de 1998 y que se desarrolla en la unidad.
- **Marco curricular.** Cuadro que organiza los **Contenidos Mínimos Obligatorios**, **Aprendizajes esperados** y **habilidades** a desarrollar por los estudiantes en la unidad, de acuerdo a lo propuesto en los planes y programas.
- **Objetivo Fundamental Transversal.** En esta sección se enuncian los OFT propuestos por el MINEDUC que se abordan en la unidad.
- **Organización del texto.** Esta sección resume, en una red conceptual sencilla, los contenidos tratados a lo largo de la unidad y su interrelación.
- **Planificación de la unidad.** Se entregan por página o tema las siguientes secciones:
 - **Objetivos.** Se presentan los objetivos específicos de la(s) página(s).
 - **Contenidos.** Se entrega un listado de los contenidos desarrollados en la(s) página(s).
 - **Sugerencias metodológicas.** Esta sección también incluye actividades complementarias a las propuestas en el texto del alumno, que pueden considerar nuevas actividades de laboratorio (Guía de trabajo), proyectos científicos y debates, entre otros.
 - **Sugerencias de evaluación.** En esta sección se proponen diferentes formas e instrumentos de evaluación.
- **Solucionario.** Respuestas a todas las preguntas y actividades planteadas en la unidad.
- **Trabajo con los preconceptos.** En esta sección se entregan propuestas metodológicas para identificar los preconceptos y corregir los errores conceptuales más frecuentes en los que incurren los estudiantes.
- **Ampliación de contenidos.** Sección destinada a la actualización docente, en la que se profundizan algunos de los temas tratados en la unidad, entregando información actualizada.
- **Material anexo.** Sección que entrega a los docentes material fotocopiable de diversa índole, lo que incluye: guías de trabajo y sugerencias de esquemas e ilustraciones para elaborar transparencias.
- **Evaluaciones.** Al término de las orientaciones didácticas, se propone una evaluación para ser aplicada al finalizar cada unidad. Este instrumento incluye preguntas tipo PSU que permitirán la ejercitación y desarrollo de habilidades para enfrentar este sistema de evaluación.
- **Bibliografía.** Esta sección va al término de la guía y da referencias de libros, revistas y páginas web para apoyar el trabajo de la unidad.

Información génica y proteínas

Propósito de la unidad

Esta unidad se centra en los fundamentos químicos de la información genética que origina, mantiene y perpetúa la vida. Esto incluye el conocimiento básico sobre la composición química del material genético, su expresión en la secuencia de proteínas y su conti-

nuidad de generación en generación. Además, se estudia el impacto del conocimiento de la estructura del ADN, tanto para explicar el fenotipo de los individuos, sus variaciones y herencia, como para el diseño de aplicaciones biotecnológicas.

Objetivos Fundamentales Verticales

- Comprender los principios básicos y conocer los hallazgos experimentales sobre la naturaleza y estructura del material genético, el tipo de información que contiene y cómo esta se expresa. Valorar el aporte de este conocimiento para explicar los seres vivos.
- Entender y valorar el conocimiento sobre el genoma y los fenómenos de transferencia de información génica, apreciando sus aplicaciones en salud y biotecnología, y sus dimensiones éticas y culturales.

Marco curricular

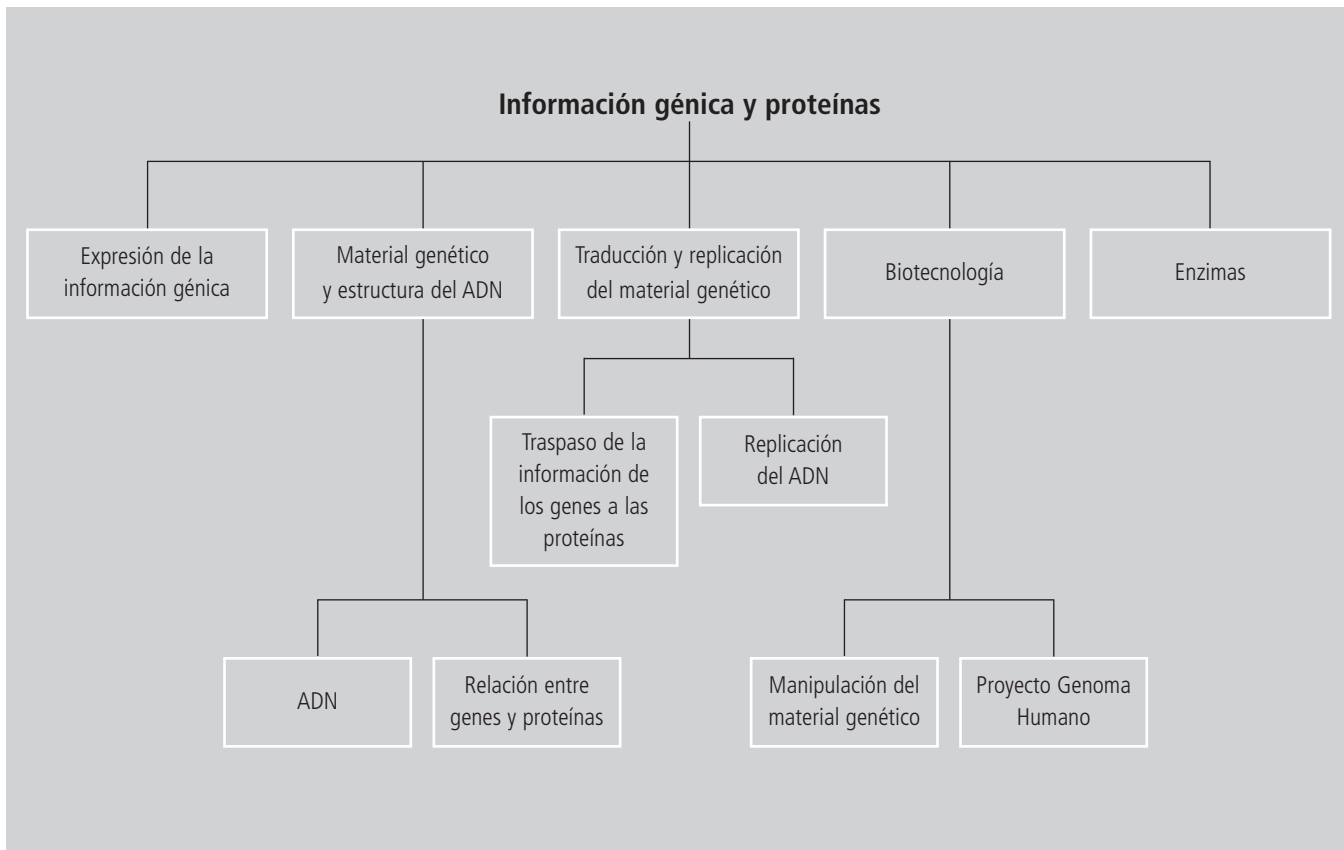
Contenidos Mínimos Obligatorios	Aprendizajes esperados	Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Proteínas como expresión de la información genética. • El material genético. • Estructura del ADN. • El código genético, lectura y traducción del mensaje de los genes. • Continuidad del material genético: Replicación del ADN. • Biotecnología. • Enzimas. 	<p>Los alumnos y alumnas saben y entienden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El ADN es el material que especifica las propiedades hereditarias de cada especie, su conservación y sus cambios evolutivos. • El fundamento de la continuidad de la vida a través de la replicación del ADN y del flujo de la información genética desde el ADN a las proteínas. 	<p>Los alumnos y alumnas mejoran sus habilidades de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejar conceptos abstractos. • Discutir y comunicar observaciones e información. • Razonar utilizando conocimientos previos, estableciendo relaciones entre conceptos, interpretando resultados experimentales. • Realizar montajes experimentales sencillos.

Contenidos Mínimos Obligatorios	Aprendizajes esperados	Habilidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Los genes que codifican para ARN mensajeros determinan la secuencia de aminoácidos de las distintas proteínas y su mensaje está escrito en un código universal de tres nucleótidos que especifica cada aminoácido. • El mensaje de cada gen se transforma en una proteína mediante dos etapas de transferencia de información: la transcripción y la traducción. • La secuencia de aminoácidos recién sintetizada se pliega y adquiere una estructura tridimensional, particular para cada secuencia. • El código genético es universal: se basa en tripletes de nucleótidos (codones) que corresponden a aminoácidos específicos o a señales de inicio y término en la síntesis de una proteína. • Las proteínas son las moléculas que ejecutan la información génica. • La mayoría de los genes codifican enzimas que son una categoría especial de proteínas que aumentan la velocidad de las reacciones químicas. • Las enzimas son catalizadores biológicos específicos respecto de las reacciones químicas que realizan y de los sustratos que modifican. • El material genético se duplica antes de la división celular. La replicación del ADN reproduce fielmente toda la secuencia de nucleótidos del genoma por un mecanismo semiconservativo. 	

Objetivos Fundamentales Transversales

- Interés y capacidad de conocer la realidad, de utilizar el conocimiento y seleccionar información relevante.
- Capacidad de exponer ideas, opiniones, convicciones, sentimientos y experiencias de manera coherente y fundamentada, haciendo uso de diversas y variadas formas de expresión.
- Comprender y valorar la perseverancia, el rigor y el cumplimiento, por un lado, y la flexibilidad, la originalidad, la capacidad de recibir consejos y críticas y el asumir riesgos, por el otro, como aspectos fundamentales en el desarrollo y la consumación exitosa de tareas y trabajos.

Organización de la unidad



Planificación de la unidad

Páginas	Objetivos	Contenidos	Sugerencias metodológicas	Sugerencias de evaluación
10 y 11	<ul style="list-style-type: none"> Explicar el concepto de fenotipo y su relación con la síntesis de proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Información genética. Fenotipo. 	<ul style="list-style-type: none"> Antes de comenzar, desarrolle la actividad sugerida en la sección Trabajo con los preconceptos. Señalar que un fenotipo es una característica, genéticamente, observable y que es posible heredar a la descendencia. No son fenotipos el pelo teñido y los tatuajes, tampoco lo son los rasgos modificados mediante cirugías plásticas. 	<ul style="list-style-type: none"> En parejas desarrollan la Actividad 1 de la página 10 y señalan al menos un ejemplo de fenotipo para cada nivel de organización. Responden el punto a de la Actividad 2 de la página 11. Reconocen en ellos algunos fenotipos.
12 y 13	<ul style="list-style-type: none"> Explicar el concepto de gen y sus propiedades. 	<ul style="list-style-type: none"> Gen. El gen como unidad de la herencia, segregación, mutación y recombinación. 	<ul style="list-style-type: none"> Recordar el concepto de gen desarrollado en segundo año medio, preguntándoles: ¿Qué son los genes?, ¿dónde se localizan? Antes de trabajar los contenidos de la página 13, pedirles que desarrollen el punto b de la Actividad 3. Leen en voz alta cada una de las propiedades de los genes y explican a sus compañeros y compañeras por qué los genes son la unidad de la herencia, segregación, mutación y recombinación. 	<ul style="list-style-type: none"> Comentan con el curso las definiciones realizadas para el punto b de la Actividad 3. Desarrollan la Actividad 4 de la página 13.
14	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer que la molécula de ADN es la portadora de la información genética. Analizar un experimento e interpretar sus resultados. 	<ul style="list-style-type: none"> Experimento de transformación bacteriana. 	<ul style="list-style-type: none"> Comentarles que los neumococos con cápsula producen colonias lisas y brillantes, en cambio los que carecen de ella producen colonias rugosas de apariencia opaca. La cápsula protege a las bacterias de las defensas del organismo. Las letras S y R, se utilizan para identificar cada cepa de bacterias. Estas letras son las iniciales de liso y rugoso en inglés (<i>smooth</i> y <i>rouge</i>, respectivamente). Luego, preguntarles: ¿Qué ventajas le confiere a la cepa S la presencia de cápsula? 	<ul style="list-style-type: none"> Analizan el esquema del experimento de Griffith y desarrollan la Actividad 5. Finalmente, realizan una puesta en común de sus respuestas.
15	<ul style="list-style-type: none"> Distinguir la composición química de la molécula de ADN. 	<ul style="list-style-type: none"> Composición química del ADN. 	<ul style="list-style-type: none"> Sugerir que modelen la estructura de un nucleótido con plastilina y palitos de fósforos. Indicarles 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. Pedirles que guarden sus modelos para una actividad posterior. 	<ul style="list-style-type: none"> Revisar los modelos realizados. Poner especial atención en el uso de los colores establecidos y en la estructura de cada modelo.

Planificación de la unidad

Páginas	Objetivos	Contenidos	Sugerencias metodológicas	Sugerencias de evaluación
16 y 17	<ul style="list-style-type: none"> Identificar la estructura de la molécula de ADN y su ubicación al interior de la célula. 	<ul style="list-style-type: none"> Estructura del ADN. Empaquetamiento en el núcleo celular. 	<ul style="list-style-type: none"> Explicar el sentido de polimerización de cada hebra del ADN, utilizando los nucleótidos modelados por ellos, y pedirles que identifiquen los extremos 5'-3'. Posteriormente, señalar que las hebras de ADN son antiparalelas puesto que su sentido de polimerización es opuesto. Reforzar la idea de que los puentes de hidrógeno son enlaces débiles, pero que pese a esto le otorgan estabilidad a la molécula de ADN. Explicar que el carácter ácido de los nucleótidos se debe a la presencia del grupo fosfato, que libera iones hidrógeno y le confiere la carga negativa al fosfato. Estas cargas atraen a las proteínas, sobre las cuales la doble hélice de ADN se enrollará para formar los cromosomas. Averiguan sobre el ADN no codificante o ADN basura, que corresponde al 90% de nuestro genoma (entre 30.000 y 40.000 genes). 	<ul style="list-style-type: none"> Resuelven la Actividad 6 y discuten sus respuestas con el curso.
18-20	<ul style="list-style-type: none"> Relacionar el efecto de la variación de un gen con la síntesis de proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Relación entre gen y proteína. Enfermedades de base hereditaria. Mutación. Anemia falciforme. 	<ul style="list-style-type: none"> Señalar que las enfermedades de base hereditaria no se deben confundir con enfermedades congénitas, que se producen por un trastorno durante el desarrollo embrionario o durante el parto; y enfermedades genéticas, que son aquellas producidas por alteraciones en el ADN, pero que no necesariamente se heredan de los progenitores. Para la Actividad 9, de la página 19, sugerirles que se organicen en grupos para investigar acerca de una de las enfermedades hereditarias, evitando que estas se repitan. 	<ul style="list-style-type: none"> Analizan la genealogía de la Actividad 8 y comentan sus respuestas con el curso. Exponen la información recopilada de una de las enfermedades hereditarias con ayuda de papelógrafos e imágenes.
21	<ul style="list-style-type: none"> Comprender el método experimental a través del cual se identificó al ARN como la molécula intermedia entre genes y proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Experimento de pulso y caza. 	<ul style="list-style-type: none"> Preguntarles: ¿Por qué en el experimento de pulso y caza se usó uracilo radiactivo? Las respuestas deben orientarse hacia la idea desarrollada en la página 21 del libro. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollan la Actividad 10 y discuten sus respuestas con el curso.

Páginas	Objetivos	Contenidos	Sugerencias metodológicas	Sugerencias de evaluación
22-24	<ul style="list-style-type: none"> Identificar la estructura del ARN. Comprender el proceso de transcripción y la relación con la síntesis de proteínas. Reconocer los principales eventos de la expresión génica. 	<ul style="list-style-type: none"> Estructura del ARN. Proceso de transcripción. 	<ul style="list-style-type: none"> Después que realizan la Actividad 11, ubican los procesos de transcripción y traducción en el esquema de la página 22 del texto. Señalar que la maquinaria de transcripción se acopla a una región denominada caja TATA y que es diferente al sitio de inicio de la transcripción que está determinado por la secuencia TAC. Señalar que en el proceso de transcripción solo se transcribe un sector de una hebra de las hebras del ADN. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboran una maqueta del proceso de transcripción y rotulan las estructuras más relevantes. Realizan una exposición de sus trabajos.
25	<ul style="list-style-type: none"> Identificar el código genético y los aminoácidos para los que codifica. 	<ul style="list-style-type: none"> Código genético. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollan en parejas la Actividad 13. Recordarles que en la estructura del ARN se utiliza uracilo (U) en vez de timina (T). Posteriormente, en una puesta en común exponen sus respuestas al curso. Señalar que el código genético posee las siguientes tres características principales: tiene codones como unidades de codificación, posee codones de inicio y término, y que un codón determinado codifica siempre el mismo aminoácido. 	<ul style="list-style-type: none"> A partir de la siguiente secuencia de ADN, elaboran la hebra de ARN y la secuencia de aminoácidos para las que codifican. AAATCAATTCTGTGAACGATAATCCAGTCATTGATGTTGC CAGAGACAAAG
26 y 27	<ul style="list-style-type: none"> Comprender el proceso de maduración del ARN. Relacionar el proceso de transcripción con la síntesis de proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Maduración del ARN: corte de intrones y empalme de exones. Proceso de traducción. 	<ul style="list-style-type: none"> Señalar que los intrones son secuencias de nucleótidos presentes en el ADN, pero que no codifican. Las secuencias codificantes se denominan exones. Explicar el proceso de corte de intrones y empalme de exones proyectando el esquema que aparece en la sección Material anexo, de la página 30. Preguntarles: ¿Qué procesos representan las flechas? Proponerles que averigüen acerca de la enzima encargada de cortar los intrones y ensamblar los exones. Sugerirles que visiten la página www2.uah.es/biomodel/biomodel-misc/anim/inicio.htm en ella encontrarán animaciones de la transcripción y traducción. Señalar que el ARN ribosomal se sintetiza y madura en el nucléolo. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollan la guía de trabajo Maduración del ARN disponible en la sección Material Anexo, de la página 31.

Planificación de la unidad

Páginas	Objetivos	Contenidos	Sugerencias metodológicas	Sugerencias de evaluación
28	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer el efecto de las mutaciones en la información genética y en la síntesis proteica. 	<ul style="list-style-type: none"> Mutaciones cromosómicas y puntuales. Sustitución. Agentes mutágenos. 	<ul style="list-style-type: none"> Reforzar que una mutación ocurre producto de una alteración mal o no reparada de la información genética y que se transmite a través de las generaciones. Este cambio puede ocurrir espontáneamente o inducidas por agentes físicos o químicos. Proponerles que a partir de la secuencia de ADN entregada en la sugerencia de evaluación para la página 25, simulen una sustitución en la base nitrogenada 38 para que, luego, construyan el ARNm y la cadena de aminoácidos correspondientes. Comparan los productos de ambas delecciones y discuten sobre la importancia del sitio de inicio de la transcripción. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboran un informe donde expliquen el tipo de mutación realizada, el ARNm resultante y la cadena de aminoácidos resultante. Desarrollan la guía de trabajo Analizando secuencias de proteínas propuesta en la sección Material anexo, de la página 32.
29 y 30	<ul style="list-style-type: none"> Comprender el proceso de replicación del ADN. 	<ul style="list-style-type: none"> Replicación del ADN y corrección de errores. 	<ul style="list-style-type: none"> Señalar que al proceso de replicación de ADN también se le conoce como síntesis de ADN y duplicación del ADN, preguntarles: ¿En qué período del ciclo celular se lleva a cabo? Explicar que, si bien la hebra de ADN sintetizada es una hebra complementaria a la hebra molde, la copia de esta generará una replica de la hebra 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. Comentarles que la helicasa permite desarrollar y separar las hebras de ADN, lo que lleva a la formación de superenrollamientos. Proponerles que averigüen cómo se evitan estos superenrollamientos y por qué es importante evitar su formación. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollan la guía de trabajo Código genético disponible en la sección Material anexo, de la página 33.
31 y 32	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer los principales fundamentos de la biotecnología, sus técnicas, aplicaciones e impactos. 	<ul style="list-style-type: none"> Tecnología del ADN recombinante, sus aplicaciones y el impacto sobre los ecosistemas. Organismos transgénicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Comentarles que en la actualidad existen múltiples técnicas de manipulación del material genético, entre ellas está la reacción en cadena de la polimerasa, a través de la cual se obtienen muchas copias de un segmento de ADN. Proponerles que investiguen acerca de las áreas de aplicación de la biotecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> En grupos elaboran un informe acerca de la técnica investigada.

Páginas	Objetivos	Contenidos	Sugerencias metodológicas	Sugerencias de evaluación
33	<ul style="list-style-type: none"> Comprender la implicancias éticas, biológicas y sociales del Proyecto Genoma Humano. 	<ul style="list-style-type: none"> Proyecto Genoma Humano. 	<ul style="list-style-type: none"> Proponerles que investiguen qué organismos han sido modificados genéticamente, qué genes se les han incorporado y con qué finalidad. Comentarles que a partir del Proyecto Genoma Humano se abrió camino a dos nuevas disciplinas: genómica y proteómica, que tienen como tarea dar sentido a la información del genoma humano (y de otras especies) estudiando los genes y sus funciones y las proteínas que se generan a partir de ellos. Proponerles que hagan una investigación bibliográfica acerca de estas dos disciplinas y sus funciones. 	<ul style="list-style-type: none"> Debaten en torno a las implicancias de la información otorgada por el Proyecto Genoma Humano y sus potenciales usos.
34-36	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer algunas de las funciones de las proteínas. Comprender los mecanismos de acción enzimática. 	<ul style="list-style-type: none"> Enzimas. Acción enzimática: energía de activación, sitio activo, especificidad enzimática, complejo enzima – sustrato. Reacciones anabólicas y catabólicas. 	<ul style="list-style-type: none"> Señalar que las proteínas tienen múltiples funciones en nuestro cuerpo, pedirles que indiquen algunos ejemplos. Comentarles que las enzimas actúan en ciertos rangos de temperatura y pH, por lo que al estar en condiciones desfavorables de pH o temperatura se afecta su actividad, disminuyéndola o, simplemente, inactivándola. Explicar que la funcionalidad de una proteína está dada por su estructura. Las proteínas a altas temperaturas, superiores a los 60 °C, se denaturan, es decir, pierden su estructura o conformación tridimensional, provocando una pérdida de su función. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizan una investigación acerca de la estructura primaria, secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas y elaboran una exposición para presentarla al curso. Desarrollan la guía de trabajo Estructura de las enzimas y actividad catalítica propuesta en la sección Material anexo, de la página 34.
37	<ul style="list-style-type: none"> Inferir que los tejidos vegetales en crecimiento o en desarrollo presentan mayor contenido de ADN. Desarrollar habilidades relacionadas con el uso de material de laboratorio, técnicas de laboratorio y aplicación del método científico. 	<ul style="list-style-type: none"> Contenido de ADN relativo. 	<ul style="list-style-type: none"> Si no consiguen brócoli, sugérenles que utilicen coliflor. Existe un protocolo que permite observar hebras de ADN al microscopio óptico, los detalles se entregan en la sección Ampliación de contenidos de la página 26. 	<ul style="list-style-type: none"> Elaboran un informe del trabajo en el laboratorio que incluya marco teórico, hipótesis, procedimientos, resultados y conclusiones.

Planificación de la unidad

Páginas	Objetivos	Contenidos	Sugerencias metodológicas	Sugerencias de evaluación
38-41	<ul style="list-style-type: none"> Conocer la legislación chilena respecto a los organismos transgénicos. Identificar las aplicaciones que tienen los organismos transgénicos. Detectar los riesgos ambientales potenciales del uso de organismos transgénicos. 	<ul style="list-style-type: none"> Legislación sobre organismos transgénicos: México y Chile. Organismos transgénicos: técnicas de obtención y aplicaciones. Riesgos potenciales: salud y medio ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> Pedirles que realicen una lectura grupal de las páginas en 20 minutos; que busquen en Internet, diarios o revistas, información acerca de la legislación y de las medidas que se toman en Chile respecto al uso de organismos transgénicos. 	<ul style="list-style-type: none"> En una puesta en común exponen las respuestas a las preguntas de las secciones Analizar el problema y Tomar una decisión de la página 41 del texto.
42	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar habilidades de lectura comprensiva de textos científicos simples. Aplicar conceptos aprendidos acerca del ARN y la expresión génica, en la comprensión de textos científicos. 	<ul style="list-style-type: none"> ARN de interferencia. Regulación de la expresión génica. 	<ul style="list-style-type: none"> Pedirles que lean el texto durante 10 minutos. Luego, que elaboren un esquema para explicar cómo actúan los ARNi en el silenciamiento de los genes. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollan las preguntas propuestas en la página y comparan sus respuestas con el curso. Exponen al curso el esquema de silenciamiento de ARNi.
43 y 44	<ul style="list-style-type: none"> Reforzar los principales conceptos desarrollados en la unidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Información y expresión génica. Proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Leen el Resumen de la unidad e ir haciendo pausas para formularles algunas preguntas respecto del contenido expuesto en el párrafo leído. 	<ul style="list-style-type: none"> Responden las preguntas planteadas respecto a los contenidos leídos.
45 y 46	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar habilidades de resolución de problemas y preguntas tipo Prueba de Selección Universitaria (PSU) aplicando los contenidos aprendidos en la unidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Información y expresión génica. Proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Pedirles que resuelvan las preguntas en forma individual. Posteriormente, las preguntas son respondidas por diferentes estudiantes, indicando la respuesta correcta y explicando por qué las demás son incorrectas. 	<ul style="list-style-type: none"> Resuelven las preguntas propuestas y participan explicando sus respuestas. Desarrollan la Evaluación de la unidad 1 de las páginas 83-85 de la guía.
47	<ul style="list-style-type: none"> Reconocer y comprender los conceptos más importantes desarrollados con el tema de Información génica y proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Información génica. Expresión de la información génica. Proteínas. 	<ul style="list-style-type: none"> Proponerles que, en voz alta, definan con sus palabras los conceptos que se entregan en el Glosario. Revisan la unidad e incorporan nuevos conceptos que consideren importante recordar, los definen e incorporan al glosario en una hoja aparte. 	<ul style="list-style-type: none"> Comparan sus definiciones con las que aparecen en la página para corregir los posibles errores.

Solucionario

Actividad 1 (página 10)

Fenotipos a nivel de:

- Organismo: color de ojos, color de pelo, estatura, color de piel, entre otros.
- Células: forma y tamaño celular, estructura de la membrana plasmática, entre otros.
- Núcleo: estructura de la membrana nuclear, tamaño y ubicación del nucléolo.
- Cromosomas: disposición en el núcleo.
- ADN: las histonas que posibilitan el enrollamiento del ADN.

Actividad 2 (página 11)

- Algunos fenotipos en que participan proteínas son: color de pelo, de ojos y de piel, forma del pelo (liso u ondulado), etc.
- Algunas proteínas son enzimas, y su función es permitir que se lleven a cabo las reacciones químicas que ocurren en nuestro organismo.

Actividad 3 (página 12)

- Hombre: ojos verde, piel morena, pelo negro y liso, orejas grandes, cejas rectas y cara angulosa en las mandíbulas.

Pato lile: pico puntudo, colores y forma de las plumas, patas palmeadas, cola de plumas más largas.

Joven: ojos verdes, piel blanca, pelo rubio y ondulado, nariz recta, frente amplia, ojos pequeños, pestañas crespas.

Jaguar: tamaño de las manchas, largo (aproximado) del bigote, orejas pequeñas.

Actividad 4 (página 13)

- 2 copias.
- Los genes se ubican en los cromosomas.

c. En anafase I.

d. Los trabajos de Mendel fueron muy importantes para determinar, posteriormente, que los genes (factores responsables de la herencia) se encontraban en los cromosomas y que se encontraban en número par en las células germinales y reducían su número a la mitad en los gametos. De esta manera los genes (que corresponden a los factores de la herencia propuestos por Mendel, más tarde denominados genes) se transmitían a la descendencia.

Actividad 5 (página 14)

- Con este experimento se pretende establecer si la información hereditaria está contenida en algún compuesto químico que puede transferirse de una célula a otra.
- Se utilizaron células muertas de la cepa S para verificar si “alguna sustancia” pasaba de esa cepa a la cepa R, cambiando el fenotipo de las células R vivas. Si se hubiesen usado células de la cepa S vivas, la muerte de los ratones se habría debido a su presencia.
- Las células de la cepa R se “transforman” en células de la cepa S, es decir, adquieren fenotipos de estas últimas, como superficie lisa de sus colonias, y la capacidad de producir la muerte de los ratones. Esta transformación se produciría por la incorporación de información genética desde la cepa S a la cepa R. Más tarde, Avery descubriría que la molécula que se traspasaba de una cepa a otra era el ADN.

Actividad 6 (página 16)

- La secuencia complementaria de la hebra es: AATCGAAATGGGCT
- Si se cambia una purina por una pirimidina, sin cambiar su base complementaria, las bases no establecerían los puentes de hidrógeno, por lo que la doble hebra quedaría abierta en ese punto.

Solucionario

- c. Los puentes de hidrógeno son enlaces intermoleculares débiles, puesto que ocurren solo por interacciones entre el átomo de hidrógeno perteneciente a una molécula y un átomo de oxígeno perteneciente a otra molécula (u otro elemento altamente electronegativo, como el flúor), pero sin ceder, recibir ni compartir electrones.

Actividad 7 (página 17)

- a. El ADN de las células procariontes es de doble hebra circular cerrado, en cambio el ADN eucariote es una doble hebra lineal, pero con forma helicoidal.
- b. Las proteínas que están asociadas al ADN son las histonas.
- c. Síndrome de Down que se produce por tener un cromosoma extra en el par 21. Síndrome de Klinefelter que se produce por un aumento en uno o dos cromosomas en el par sexual. Síndrome de Turner que se caracteriza por tener un solo cromosoma sexual X.

Actividad 8 (página 18)

- a. La genealogía de la fenilcetonuria representa una enfermedad de herencia recesiva, lo que se manifiesta en el "salto" de generación.
- b. Los heterocigotos son sanos, pues la expresión del alelo dominante permite la síntesis de la enzima normal que determina la condición de sano. En cambio, el homocigoto recesivo expresa solo proteínas que pueden ser inactivas, total o parcialmente, en las vías metabólicas de las células.
- c. En la fenilcetonuria está involucrado solo un gen, aquel que codifica para la síntesis de la enzima.

Actividad 9 (página 19)

- a. En la página www.nlm.nih.gov/medlineplus/

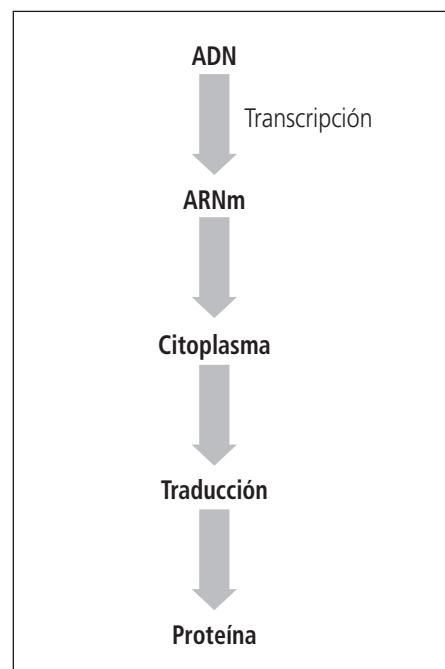
[spanish/](#) encontrarán mucha información sobre las diferentes enfermedades.

Actividad 10 (página 21)

- a. La detección del ARNm a diferentes tiempos permite establecer el movimiento de estas moléculas en la célula, desde el núcleo al citoplasma.
- b. La hipótesis que este experimento intenta poner a prueba es que el ARNm es una molécula intermedia entre los genes codificantes y las proteínas.
- c. Si el ARNm se hubiese ubicado en el mismo lugar a diferentes tiempos, ya sea en el núcleo o en el citoplasma, se rechazaría la hipótesis.

Actividad 11 (página 22)

- a. En la transcripción se transcribe la hebra de ADN, que contiene la información para la síntesis de una proteína, a una hebra de ARNm. La hebra de ARNm se traslada hasta el citoplasma y a partir de ella se lleva a cabo la traducción, es decir la lectura de la hebra de ARNm para sintetizar una proteína.



Actividad 12 (página 23)

- a. La secuencia complementaria es: TGAGCGCATT
AGTCGGCGCCAT
- b. La secuencia de bases del ARNm que se formaría a partir de la secuencia de ADN señalada es: ACUCGCGUAAAUCAGCCGCGGUA. La secuencia de ARNm que se formaría a partir de la hebra de ADN complementaria es: UGAGCGCAUUUAGUCGGCGCAU.

Actividad 13 (página 25)

- A continuación se destacan las secuencias de inicio (TAC) y de término (ATT), respectivamente, de la secuencia de bases de la hormona del crecimiento:

GCCTTAAGATTCATCCTCCGTAATTATGTATAC
AAGGGCTGGTAGGGCGACAGGGCAGA
CAAGCTGTTGCGATACGACGCACGAGTGGCA
GACGTGGTTCGACCGAAAGCTGTGGATGGTCC
TCAAGCTTCTTCGTATGTAGGGCTTTCTTGTCTT
TATGAGGAAGGACGTCTTGGGCGTCTGGAGGGA
CACGAAGAGGCTTAGCTAGGGCTGGGGCAG
GTTGGCACTTCTTTGGTCTTTAGGTTGGAC
CTCGAGGACGCATAGAGGGACGACGACTAG
GTCAGGACCGAGCTCGGCCAAGTCAAGGACG
CAAGGCAAAGCGATTGAGGGACCAAATGCCAC
GATCGCTGAGGTTGCAAATGCTGGAC
GACTTTCTGGACCTTCTCCATAGGTCTGGGAC
TACCCAGCAGACCTTCTGCCAAGGGGCGCATG
GCCAGTCTAGAAGTTTGTCTGGATGAGGTT
TAAGCTGTGGTTGAGGGTGTGCTGCTGCGAGAC
GACTTTTTGATGCCAGACGACATGACGAAG
GCATTTCTGTACCTGTTCAACTTTGGAAGGACG
CATAGCAAGTCACGGCAAGGCAACTTCCAAG
GACGCCAAAGATTAAGATCTTCGAACCC

- a. Primero se debe separar los tripletes de nucleótidos. En esta secuencia se observan dos sitios de término: ATT y ATC. Pero la información para la proteína termina en el primer triplete de término.

Entre un gen y el siguiente pueden haber miles de bases, pues solo alrededor del 3% del genoma está formado por genes codificantes, por lo tanto, lo que está más allá del sitio de término ATT es simplemente ADN vecino codificante para otros genes.

- b. El ARNm tiene 624 nucleótidos.
- c. Hay 193 aminoácidos codificados a partir de la secuencia de bases del gen de la hormona del crecimiento.
- d. Esta secuencia codifica para los siguientes aminoácidos, respectivamente: metionina-fenilalanina-prolina-triptófano-isoleucina-triptófano-serina-arginina-leucina. La secuencia nucleótidos de los 10 primeros aminoácidos es la siguiente: TACAAGGGCTGGTAGGGCGACAGGGCAGAC. Para determinar los aminoácidos correspondientes a estas secuencias, primero se debe establecer la secuencia de ARNm complementaria.
- e. La secuencia de ARNm que codificaría para estos 10 aminoácidos es: AUGUCCCCGACCAUCCCGUCCCGUCUG.
- f. Existen 6 codones que codifican para el aminoácido serina (Ser): UCU, UCC, UCA, UCG, AGC y AGC. Esto es un ejemplo de la redundancia del código genético.

Actividad 14 (página 27)

Etapa A. El ARNt que codifica para fenilalanina se une al codón del ARNm que se está traduciendo en el ribosoma.

Etapa B. El ARNt que codifica para triptófano se une al codón UGG del ARNm que codifica para este aminoácido.

Etapa C. El aminoácido triptófano se une a la cadena de aminoácidos de la proteína que se está sintetizando.

Solucionario

Etapa D. El ARNt que codificaba para fenilalanina (aminoácido que ya se ha unido a la cadena de aminoácidos) se retira del ribosoma para dar cabida a la llegada de otros ARNt.

Actividad 15 (página 28)

- En la secuencia se elimina el nucleótido número 12 que es una citosina.

GCCTTAAGATTCATCCTCCGTAATTATGTATACAAG
GGCTGGTAGGGCGACAGGGCAGAC

- Por lo que la secuencia de ADN resultante es:
GCCTTAAGATTATCCTCCGTAATTATGTATACAAG

Como la mutación no afectó a los nucleótidos que están después del sitio de inicio no hubo modificación en la composición del ADN, por lo que los aminoácidos son los mismos

- a. La mutación simulada es una deleción, pues se elimina una base nitrogenada.
- b. Esta mutación cambia los codones, y por este cambio se origina un cambio en los aminoácidos que componen dicha proteína.

Actividad 16 (página 29)

- a. En la hebra superior, las bases que faltan son A, C y T; y en la inferior faltan T, G y C.
- b. Para la hebra superior, el producto de la replicación es: TTGTGGTGGTCAACAG; mientras que para la hebra inferior es: AACACCACCAGTTGTC.

Actividad 17 (página 30)

- a. La etapa G2 ha presentado un aumento en el tiempo de duración.
- b. Esta situación coincide con el hecho de que corres-

ponde a la etapa de reparación de los errores que ocurren durante la replicación.

- c. Los rayos ultravioleta producen daños en el ADN durante la replicación, pues en esta etapa el ADN queda “descubierto” y, por lo tanto, es susceptible de sufrir daños. Por otro lado, hay que considerar los errores acumulados por la maquinaria de replicación.

Actividad 18 (página 34)

- a. La energía de activación que se requiere en presencia de una enzima es inferior a la energía requerida en ausencia de esta.
- b. Esta es una de las propiedades básicas del funcionamiento de las enzimas: facilitan el desarrollo de las reacciones químicas disminuyendo la energía de activación.

Actividad 19 (página 35)

- En la elaboración del modelo de llave-cerradura, se debe guiar la discusión de los estudiantes en torno a cómo se produce la unión entre la enzima y el sustrato. Este proceso es dinámico, ya que tanto la enzima como el sustrato modifican su estructura al unirse y al separarse. Estas modificaciones en su forma están relacionadas con el cambio en el plegamiento de las proteínas debido a interacciones, principalmente eléctricas e hidrofóbicas, entre la enzima y el sustrato.
- Los modelos más aceptados de unión enzima sustrato son: llave-cerradura y encaje inducido.

Actividad 20 (página 36)

- a. En la situación B, la forma de la enzima cambia producto de interacciones físicas con el sustrato.
- b. El cambio de la forma en la enzima induce un cambio en la estructura del sustrato, lo que se

traduce en la disminución de energía de activación de la reacción química.

- c. Una vez que ha ocurrido la reacción, la enzima vuelve a la estructura que presentaba en forma libre.

Proyecto (página 37)

- a. La juguera rompe el tejido vegetal por acción mecánica mientras que el detergente permite desagregar la membrana celular por acción bioquímica. Gracias a sus propiedades anfipáticas, disuelve los lípidos de la bicapa y forma complejos (micelos) que son eliminados de la solución en la etapa de filtración, dejando el ADN en el líquido filtrado.
- b. Por excesiva agitación, antes de precipitar, se puede fragmentar demasiado el ADN, obteniéndose un precipitado de menor calidad.
- c. Se espera que haya diferencias, y estas serán dependientes de la cantidad de agua presente en cada tejido, así como del contenido de pared celular.
- d. Se espera mayor cantidad relativa en el plátano, por no poseer pared celular y tener una mayor densidad celular (menor contenido de agua).
- e. A mayor densidad celular y menor contenido de agua, mayor contenido relativo de ADN.

Analizar el problema (página 41)

- a. El término “organismo genéticamente modificado” no es el más adecuado porque debido a los procesos de mutación y recombinación genética (en seres vivos con reproducción sexual), no existe organismo que no esté, en mayor o menor medida, “genéticamente modificado”. La variabilidad genética es un hecho que caracteriza a todas las poblaciones naturales de organismos.

- b. Un ejemplo de definición: “Son organismos transgénicos aquellos que, por medios artificiales, se les ha insertado ADN proveniente de otra especie mediante un vector, generalmente de origen bacteriano o viral”.

- c. La propuesta de México propone regular explícitamente el manejo y producción de organismos transgénicos, en una ley aprobada por el Congreso. En cambio, la propuesta chilena se limita a exigir una difusión pública de los alimentos con contenidos transgénicos, en un decreto que espera ser promulgado.

Los aspectos científicos relevantes que propone la postura mexicana, en forma indirecta, busca prevenir, evitar o reducir los riesgos que la producción de organismos transgénicos podría acarrear a la salud humana y a los ecosistemas. Por otro lado, la propuesta chilena busca, en forma muy indirecta, informar a la población sobre el contenido de productos transgénicos en los alimentos que normalmente consume

- d. No hay un listado oficial de los productos alimenticios comercializados en Chile que contengan productos transgénicos, porque el decreto ley arriba mencionado aún no está vigente (se encuentra a la espera de su promulgación desde 2002). Existe sí, un listado difundido por organizaciones ecologistas, disponible en Internet.
- e. Las células de polen no contienen cloroplastos, de modo que no habría riesgo de difusión de los genes transgénicos por contaminación biológica.

Tomar una decisión (página 41)

- a. Aunque se trata de respuestas personales que no se pueden evaluar directamente, se sugiere considerar las contradicciones generadas, por un lado, entre la creciente necesidad de alimentos para la población mundial, eventualmente resuelta con el uso de alimentos transgénicos, y por el otro, por los peligros que conlleva para los ecosistemas y la salud de las personas el manejo de dichos alimentos.

Solucionario

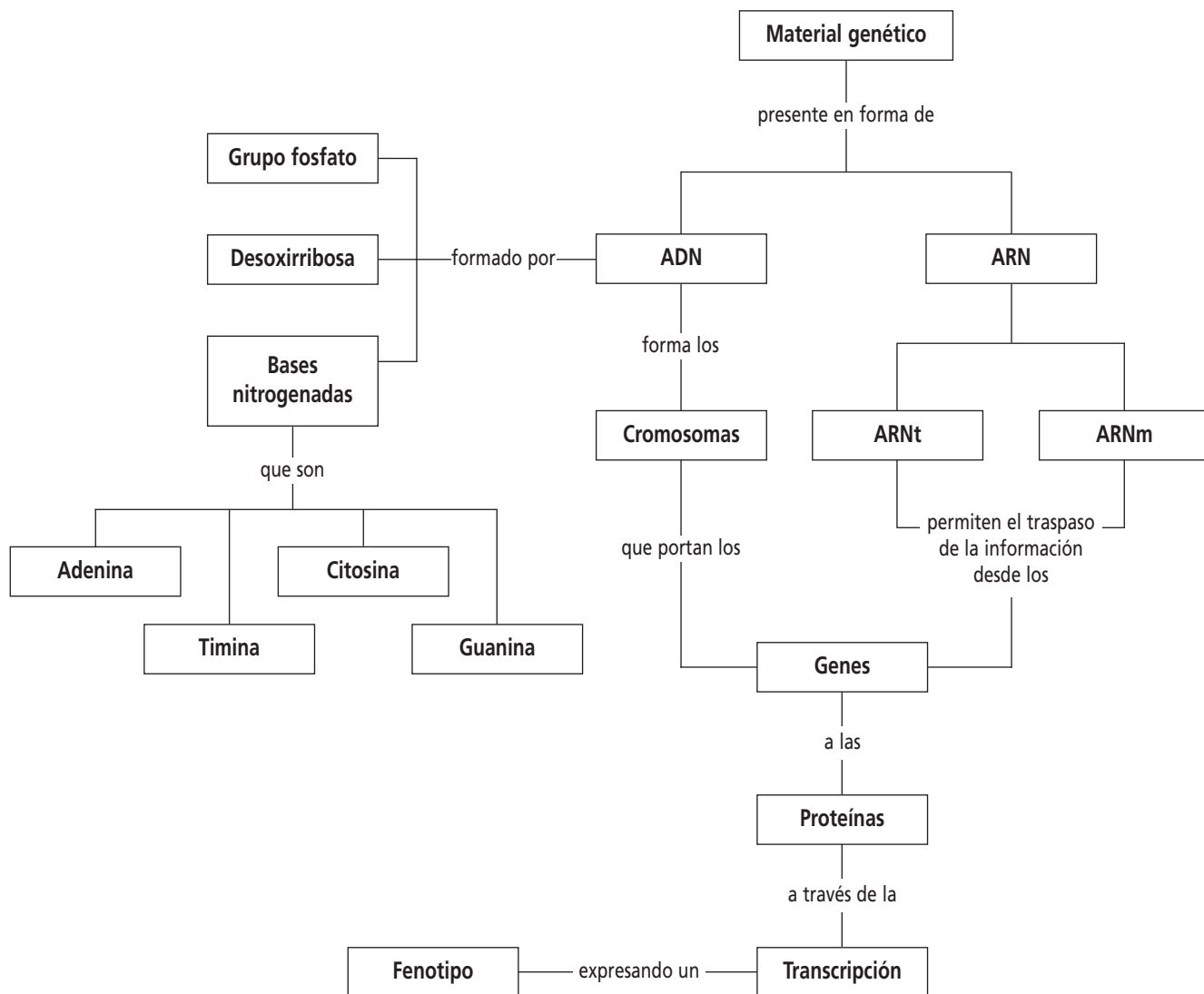
- b. Influyen positivamente todos los factores que promuevan el conocimiento de las ventajas y desventajas que plantea el manejo, desarrollo y, especialmente, la comercialización y consumo de alimentos que contienen productos transgénicos. Influyen negativamente todos los factores que evitan que dicho conocimiento sea divulgado de manera explícita. En ambos casos, la comunidad científica, las autoridades de educación y salud, las empresas del rubro de la alimentación y los medios de comunicación comparten responsabilidades.
- c. Probablemente, en esa encuesta la opción relacionada con los productos transgénicos ocuparía uno de los últimos lugares. Esta respuesta estaría asociada al bajo nivel de difusión que tienen entre el público en general los problemas científicos, éticos, sociales y legislativos relacionados con el manejo y consumo de productos transgénicos.
- d. Un rol central, en la medida en que el conocimiento sobre este tema está en permanente evolución, y los expertos son quienes tienen el más rápido acceso a dicha información.
- c. Se conoce un caso ya "clásico", de silenciamiento de uno de los cromosomas X en las hembras de mamíferos por molécula de preARN mensajero que lo cubre en toda su extensión, impidiendo la expresión de sus secuencias génicas. Esta función explica la dosis única de genes activos que tienen las hembras de mamíferos, cariotípicamente XX, y que es equivalente a la dosis única del X del macho, siempre activo.

Lectura científica (página 42)

- a. De haberse considerado un "dogma" que el ARN solo puede constituirse bajo la forma de las tres estructuras "clásicas" (mensajero, ribosomal y de transferencia), y que es una molécula de hebra simple, probablemente no se habría establecido el rol que juega el ARN de interferencia en los procesos de regulación génica. Antes del descubrimiento del ARNi, el rol en estos procesos era asignado de manera casi exclusiva a las proteínas y a las secuencias de ADN no codificante.
- b. En general, conformaciones de ARN que tuvieran funciones hasta ahora adscritas exclusivamente al ADN o a proteínas (hebra doble, con bases nucleotídicas análogas a C, T, G y U, de gran tamaño, con propiedades autocatalíticas, etc.).

Mapa conceptual (página 44)

Uno de los posibles mapas conceptuales es el que se entrega a continuación:



Comprueba lo que aprendiste (páginas 45 y 46)

- | | |
|------|------|
| 1. c | 5. c |
| 2. d | 6. d |
| 3. c | 7. e |
| 4. d | |

Trabajo con los preconceptos

Genes y fenotipos

Existen muchos errores en torno a cómo funcionan los genes y cómo están determinados los fenotipos. Para detectar errores en torno a estos temas se sugiere pedirles que lean las siguientes aseveraciones e indiquen por qué su veracidad es discutible y corrijan los errores que detecten.

1. La forma de una proteína no es un fenotipo, pues no se puede observar a simple vista.
2. Existe un solo gen que determina la forma de las orejas, y otro que determina el número de dedos.
3. La forma de una proteína, como la albúmina, está determinada solamente por el gen que la codifica.
4. Un gen determina solo un fenotipo a la vez.
5. Si conocemos el genoma completo de una persona antes de nacer, podremos predecir todas sus características físicas.
6. Los seres humanos tenemos el mayor número de genes codificantes, ya que somos evolutivamente superiores a otras especies.
7. El Proyecto Genoma Humano permitió conocer los genes que determinan, por ejemplo, que una persona sea alcohólica.

Ampliación de contenidos

Puentes de hidrógeno

Los puentes de hidrógeno se establecen entre elementos muy electronegativos (por ejemplo, oxígeno, nitrógeno, cloro y flúor) y un átomo de hidrógeno. Estos son enlaces muy débiles, donde un átomo de hidrógeno interactúa con dos átomos electronegativos, por lo que el átomo de hidrógeno es compartido por dos moléculas distintas creándose un puente.

Protocolo de extracción de ADN de hepatocitos

El hígado es un excelente material biológico para obtener ADN, dado que los hepatocitos son células multinucleadas.

1. Corte un trozo de hígado, de rata o pollo, de aproximadamente dos centímetros por lado. Luego, córtelo en pedazos tan pequeños como le sea posible y póngalos en un mortero de porcelana.
2. Agregue 5 mL de agua destilada y algunos granos de arena lavada, y comience a moler el trozo de tejido.
3. Muela el material hasta que todo el hígado aparezca como una mezcla homogénea y semilíquida. Deje reposar la mezcla por algunos minutos, hasta que la arena sedimente.
4. Con una pipeta Pasteur o gotario, extraiga la fase líquida y póngala en una probeta de 100 mL.
5. Agregue 20 mL de una solución de lavalosa o champú (diluir una cucharada de lavalosa o champú en 20 mL de agua destilada) agitando la mezcla suavemente con una varilla de vidrio, y evitando producir espuma.
6. Agregue a la probeta 20 mL de alcohol frío y continúe agitando. Después de haber agregado el alcohol se observará una fase entre cada solución. En esta fase es donde se encuentran las hebras de ADN.
7. Use la misma varilla de vidrio para trasladar el material a un portaobjetos limpio, agregue 3 gotas de azul de metileno; coloque un cubreobjetos y observe la preparación al microscopio. Se observará una hebra translúcida y brillante.

Terapia génica

La terapia génica es una técnica utilizada para curar enfermedades hereditarias, que en la mayoría de los casos se deben a genes defectuosos. Esta técnica biotecnológica es aplicable, también, al tratamiento de enfermedades actualmente incurables, como el cáncer y algunas enfermedades infecciosas, como la hepatitis y el SIDA, y a enfermedades cardiovasculares (hipercolesterolemia y aterosclerosis) y neurodegenerativas (Parkinson y Alzheimer).

La terapia génica consiste en la introducción de material genético (genes sanos) en una célula para reemplazar, manipular o suplementar el o los genes defectuosos, y de esta manera dar una nueva serie de instrucciones a las células que presentan el gen alterado. Mediante este procedimiento se pretende corregir un defecto genético hereditario; corregir un defecto genético adquirido, como alteración en algunos genes, normalmente implicados en la división celular, cuya modificación podría estar relacionada con la aparición de algunos tipos de cáncer; añadir una función completamente nueva a un grupo de células, por ejemplo, para lograr que las células tumorales o células infectadas con virus sean más susceptibles a ser atacadas por el sistema inmune del organismo o por fármacos; y por último, eliminar las células tumorales.

Para que la terapia génica sea eficaz se deben resolver problemas relacionados con la regulación de la expresión génica y con la fisiología del trasplante celular.

En la actualidad se utilizan dos estrategias para la terapia génica: *ex vivo* e *in vivo*. La primera consiste en extraer células de un paciente para modificarlas *in vitro* mediante un vector retroviral (ARN viral) y reimplantarlas en el organismo. Esta técnica es la más utilizada dado que el riesgo al rechazo es mínimo, y se usa fundamentalmente para el tratamiento del cáncer.

En la estrategia de *in vivo* se intenta administrar el gen corrector directamente al paciente en vez de hacerlo a células en cultivo. Este procedimiento se utiliza en células que son difíciles de extraer e implantar.

Ambas técnicas se basan en la adición del gen sano, el que puede permanecer fuera del cromosoma, como un episoma, o insertarse al azar en el genoma del paciente. En este último caso, los genes no se expresan eficazmente y existe la probabilidad de dañar a algún gen esencial. Este problema se ha intentado solucionar mediante la sustitución dirigida, introduciendo cambios específicos en la secuencia de nucleótidos de un gen. De esta manera es posible estudiar la intervención de los genes en los procesos biológicos. Mediante la identificación de los genes y las mutaciones responsables de ciertas enfermedades, será posible practicar las mutaciones en ratones, para estudiar el mecanismo molecular de tales enfermedades y diseñar terapias más eficaces.

Recolección y mantención de cultivos de *Drosophila melanogaster*

La mosca del vinagre (*Drosophila melanogaster*) tiene gran importancia en estudios de genética, debido, entre otros factores, a su corto ciclo de vida, su fácil manejo y reproducción en laboratorio y a la existencia de estudios sobre numerosas mutaciones de interesantes efectos. Todas estas ventajas han convertido a *D. melanogaster* en un modelo de estudio para los biólogos.

Muchas de las especies de este género suelen frecuentar sitios donde se encuentran restos de plantas, especialmente frutas, en fermentación. Por lo tanto son bastante abundantes en huertos, viñedos e incluso en las casas, en torno a los desechos contenidos en la basura.

Ampliación de contenidos

Recolección. Para capturar ejemplares adultos y formar una cepa inicial tome un frasco o botella, de vidrio grande y coloque plátanos triturados mezclados con levadura granulada (unos 100 gramos de levadura por cada kilogramo de plátano triturado). Ubique el frasco abierto, con el cebo en su interior, en el exterior de la casa, a la sombra y colgando de un árbol o cerco, durante un par de días. Si en el frasco hay moscas, póngale un tapón, elaborado con algodón y gasa. Bastan unos pocos ejemplares adultos (en teoría, basta solo una hembra, pero mientras más ejemplares mejor) para comenzar su cultivo. En los meses fríos este procedimiento no da muy buenos resultados.

Posteriormente, mantenga el frasco a temperatura ambiente.

El ciclo biológico de la mosca se inicia cuando las hembras, que son un poco más grandes que los machos, ponen los huevos en la papilla alimenticia. De estos huevos salen unas pequeñas larvas que se alimentan rápidamente. En los días siguientes, las larvas comienzan a reptar por las paredes del recipiente y a un tercio de su altura, más o menos, se fijan a él. En ese lugar se transforman en pupas, que tienen la forma de pequeñas cápsulas. De las pupas nacen los ejemplares adultos que vuelan para aparearse y que comienzan de nuevo el ciclo. La metamorfosis de las larvas dura más de 15 días, y el período de vida de un adulto dura entre 15 a 20 días.

Mantención del cultivo. Para mantener el cultivo de las moscas debe disponer de frascos de vidrio o pequeñas botellas, tapones (de algodón y gasa) y preparar papilla alimenticia. Antes de preparar el medio de cultivo lavar muy bien el material de vidrio y, en lo posible, esterilizarlo. Puede usarse un esterilizador de mamaderas.

Medio de cultivo. Ponga un litro de agua en una olla a fuego lento y agréguele 2 g de agar o gelatina sin sabor. Es importante revolver durante

toda la preparación. Añada 20 g de levadura previamente disuelta en un vaso de agua tibia. Luego, añada 50 g de azúcar y dos plátanos molidos. Deje hervir por cinco minutos, revolviendo.

Vierta la papilla caliente en los frascos y deje enfriar. La papilla debe corresponder a alrededor de 1/6 de la longitud de la botella. Esta papilla se va a solidificar al enfriarse. Tapar con algodón o gasa e introducir las moscas adultas el día siguiente.

Es relativamente frecuente que los medios de cultivos se contaminen con hongos, los que impiden el crecimiento de las larvas. Se recomienda agregar algún fungicida, como por ejemplo 8 mL de ácido propiónico, una vez que el medio de cultivo se ha enfriado y alcanzado unos 60 °C. También, puede intentarse sin fungicida, pero ante la primera señal de contaminación deben trasladarse los adultos a un medio de cultivo nuevo.

Expresión génica en cromosomas politénicos de *Drosophila*

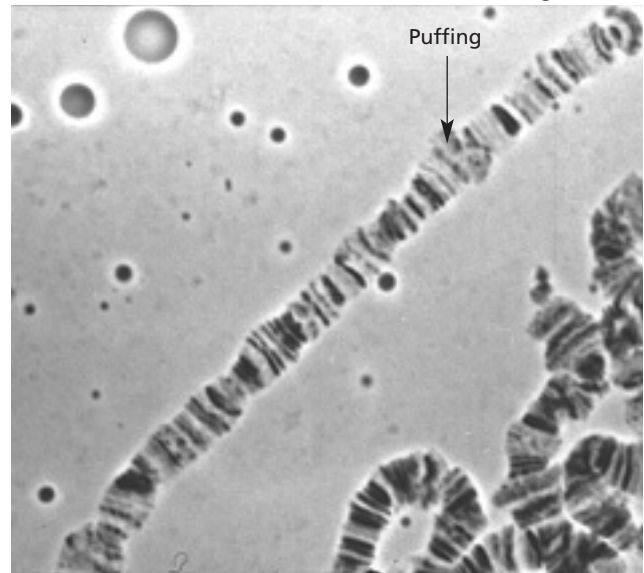
Una forma de evidenciar la expresión génica es en cromosomas politénicos de larvas de *Drosophila*, obtenidos de sus glándulas salivales. Pero para esto se debe, primero, generar un estímulo que desencadene la síntesis de alguna proteína. Un ejemplo de proteína es la sintetizada en caso de estrés por calor, denominada proteína del shock térmico (Hsp, del inglés *Heat shock protein*). En los *locus* de los genes que sintetizan esta proteína se observarán unos abultamientos a ambos costados del cromosoma gigante. A estos abultamientos también se les denomina *puffs* o *puffing*, y son la expresión citológica de la transcripción.

Los *puffs* son regiones del cromosoma, donde las múltiples hebras de ADN están muy desespiralizadas, es decir, menos empaquetadas o condensadas.

Cuando estos *puffs* son muy grandes se denominan anillos de Balbiani, (BR o *Balbani Rings*), y en fotografías al microscopio electrónico se puede observar a lo largo de la fibra de cromatina en transcripción molecular de polimerasas y ARN cada vez de mayor tamaño.

1. Colocar un frasco con moscas a 21 °C (control) y otro frasco a 40 °C, por 40 minutos.
2. Al cabo de los 40 minutos, extraiga las glándulas salivales de una larva control y de una larva expuesta a temperatura. En la página <http://cete.iespana.es/genetica/pragen09.pdf> se entrega el protocolo y las técnicas de obtención y tinción de los cromosomas politénicos.
3. Obtenidas las muestras, obsérvelas al microscopio, compárelas y dibújelas.

Gentileza Dr. Sergio Flores.



Cromosoma X de *D. pavana* con puffing.

Con puffing

Sin puffing



Gentileza Dr. Sergio Flores.

Cromosomas politénicos de *D. funebris*. Cromosoma 5 con y sin puffing.

Maduración del ARN

Hebra de ADN

ACGCGATAGGTGAAGTGTACAGAA

Hebra de ARN transcrita

UGC GCU AU CCA CUU CAC AUG UCU U

Exón

Intrón

Exón

Hebra de ARN maduro

UGC GCU AUC ACAUG UCU U

Proteína

Cys

Ala

Ile

Thr

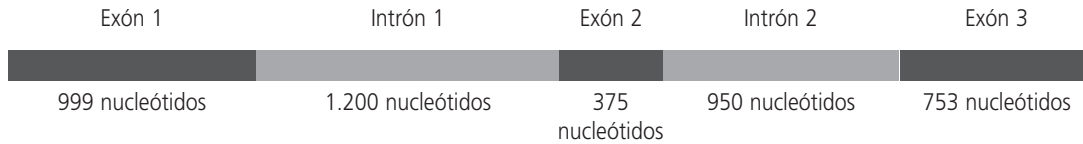
Cys

Leu

Guía de trabajo: Maduración del ARNm

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

- El siguiente esquema representa la estructura de un gen que posee 4.277 nucleótidos, obtenidos a partir de un organismo eucarionte.



- A partir de la información que te entrega el esquema, responde las siguientes preguntas:

1. Una vez que este gen es transcrito, ¿qué cambios se producen en el ARN resultante de la transcripción? ¿Dónde ocurren estos cambios?

2. ¿Cuántos nucleótidos tendrá el ARNm maduro?

3. La proteína que se forma a partir de este gen, ¿cuántos aminoácidos tiene? Explica.

4. ¿Cuál sería el primer codón del exón 1?

5. ¿Cuáles serían los últimos codones del exón 3?

6. ¿Qué es un exón y qué es un intrón?

Guía de trabajo: Analizando secuencias de proteínas

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

- Un investigador está interesado en conocer el gen que codifica para una enzima X en el ser humano. Este investigador logró conseguir la secuencia de aminoácidos en un individuo (sujeto N° 1), pero no ha conseguido la secuencia de ADN del gen respectivo. Los primeros 10 aminoácidos de esta enzima, en el sujeto N° 1, son: GSFCKRKYVG. Sin embargo, al analizar la enzima en un segundo individuo (sujeto N° 2), obtiene que los primeros aminoácidos son: GSFKRKYVG.

1. Averigua qué aminoácidos forman parte de la proteína de ambos individuos.

2. Escribe, para ambos individuos, dos secuencias de ADN que podrían codificar para estos 10 aminoácidos.

3. ¿Cómo explicarías el hecho de que existan más de dos secuencias de ADN para codificar ambas secuencias de aminoácidos?

4. Si el gen de la enzima del sujeto N° 1 se ubica en el cromosoma 4, ¿en qué cromosoma se ubicaría el gen de la enzima del sujeto N°2? Explica.

5. ¿Cómo explicarías el hecho de que hay dos variedades de la misma enzima? ¿Cómo se pudieron originar ambas "versiones" de la enzima?

Guía de trabajo: Código genético

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

1. A partir del código genético que aparece en la página 25, completa la siguiente tabla, acerca de los procesos de replicación, transcripción y traducción del ADN:

Primera hebra de ADN	A				A	A						C
Segunda hebra de ADN				T			T	T	C			
Codón (ARNm)		G	C									
Anticodón										A	C	
Aminoácidos				Lis								

2. A continuación se entregan las secuencias de bases de una doble hebra de ADN.

Hebra 1: TAC AAT ATG TTG GCG TAC TAA TTT TAG

Hebra 2: ATG TTA TAC AAC CGC ATG ATT AAA ATC

Si una de las hebras codifica para una cadena de solo 4 aminoácidos de largo:

a. ¿Cuál de las hebras es la que transcribe y da origen al polipéptido de cuatro aminoácidos? Considera la secuencia de inicio de transcripción.

b. ¿Cuál es la secuencia de aminoácidos que se sintetiza?

c. ¿Qué ocurriría si la adenina del codón ATT de la hebra 2 muta a timina? Explica.

Guía de trabajo: Estructura de las enzimas y actividad catalítica

Nombre: _____ Curso: _____ Fecha: _____

Una enzima está formada por dos subunidades, es decir, es dimérica. La unión de ambas subunidades está determinada por la carga eléctrica de los aminoácidos que se encuentran en el sitio de unión. Esta enzima cataliza la conversión del sustrato A en el producto B, que corresponde a una proteína que participa en el proceso de contracción muscular.

En ciertos individuos se ha encontrado ausencia del producto B, lo que se manifiesta en deficiencia de la capacidad de contracción del músculo esquelético. Además, en estos individuos ambas subunidades se encuentran por separado, sin formar el dímero.

• A partir de esta información, responde las siguientes preguntas:

1. ¿Cómo explicarías la ausencia de la formación del dímero, a nivel de la secuencia de aminoácidos? Plantea una posible hipótesis.

2. ¿Qué explicación darías al hecho de que la enzima es inactiva en los pacientes con deficiencia en la contracción muscular?

3. Si tuvieras acceso a la secuencia de aminoácidos de las enzimas activa e inactiva, ¿cómo podrías poner a prueba tu hipótesis?
