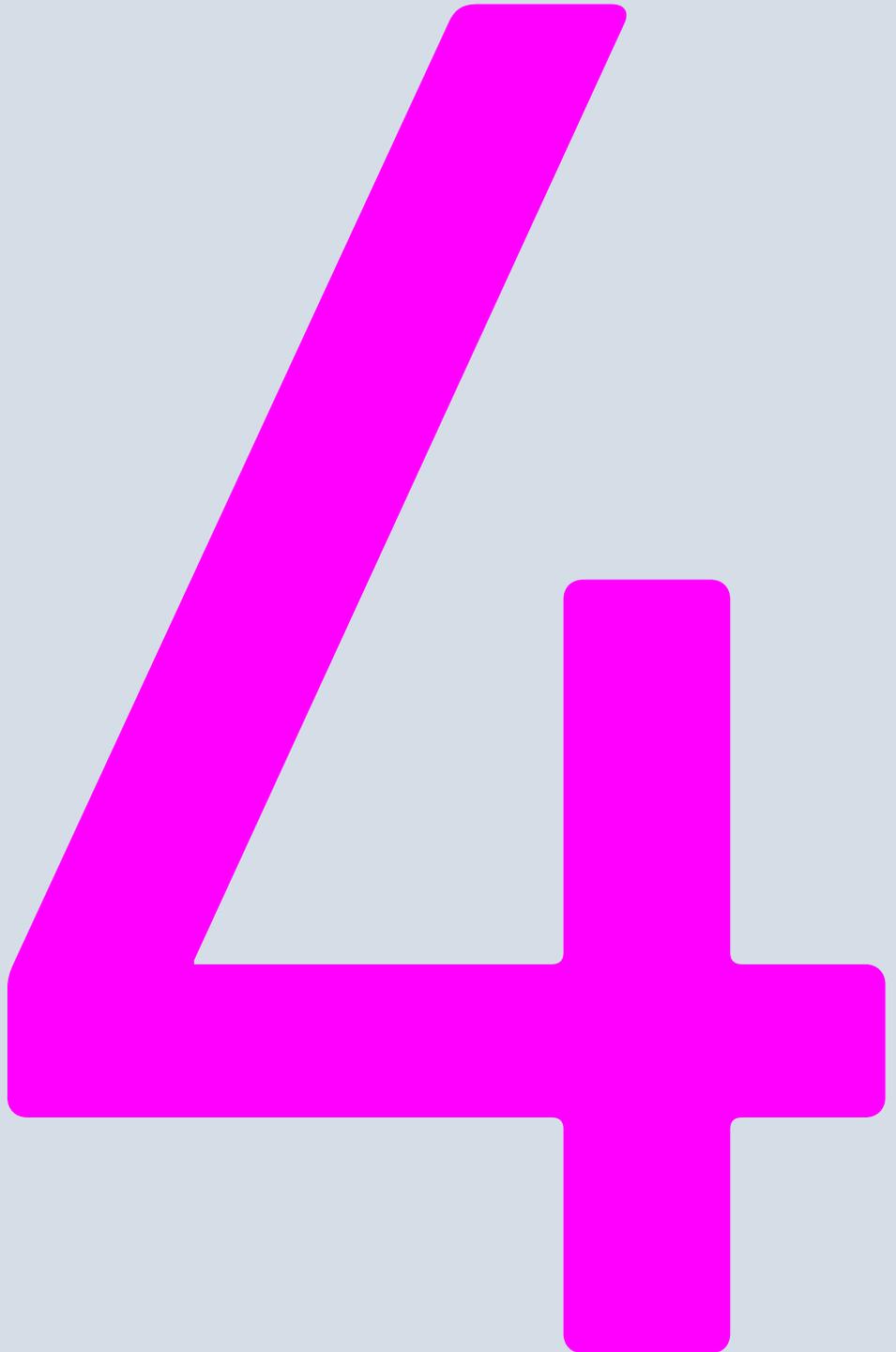


Biología

Programa de Estudio | Actualización 2009

Cuarto año medio

Ministerio de Educación

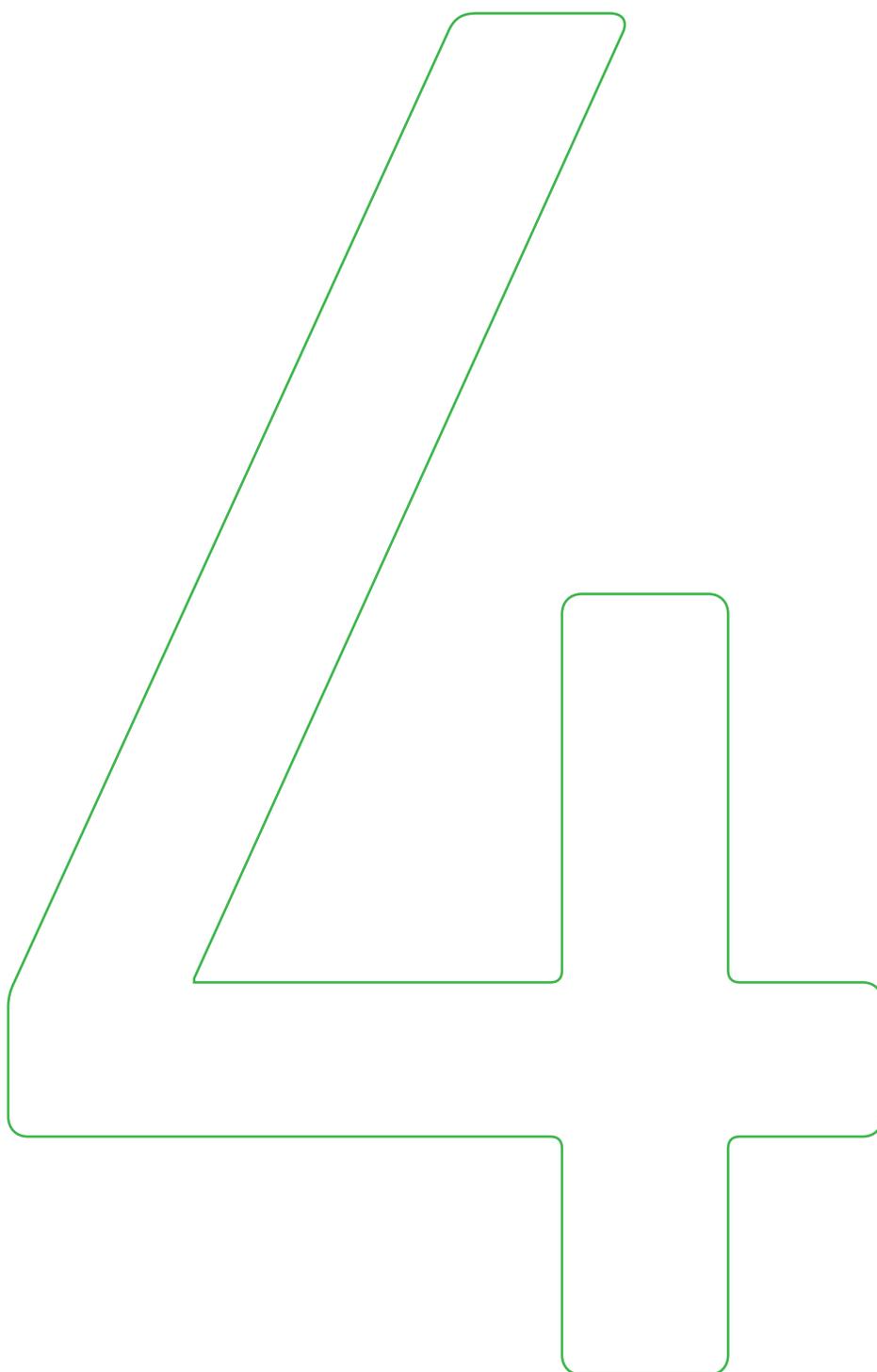


Biología

Programa de Estudio | Actualización 2009

Cuarto año medio

Ministerio de Educación



BIOLOGÍA

Programa de Estudio

Cuarto medio

Primera edición: octubre de 2015

Decreto Exento de Educación n° 1147/2015

Unidad de Currículum y Evaluación

Ministerio de Educación de Chile

Avenida Bernardo O'Higgins 1371

Santiago de Chile

ISBN 978-956-292-527-3

Estimada Comunidad Educativa:

El Ministerio de Educación, en su propósito por favorecer los procesos de gestión curricular, ha elaborado una propuesta para programas educativos que se imparten en 3° y 4° año de enseñanza media. Esta propuesta está enfocada en los sectores de Inglés, Lenguaje y Comunicación, Biología, Física, Química, Matemática e Historia, Geografía y Ciencias Sociales.

Estos instrumentos curriculares buscan ser una propuesta pedagógica y didáctica que apoye el proceso de gestión curricular de los establecimientos educacionales y sus docentes en la articulación y generación de experiencias de aprendizajes pertinentes, relevantes y útiles para sus estudiantes.

Adicionalmente, estas nuevas herramientas brindan espacio para que los y las docentes los vinculen con las necesidades y potencialidades propias de su contexto, y trabajen a partir de los intereses y características de sus estudiantes y de los énfasis formativos declarados en su Proyecto Educativo Institucional.

Los programas son una invitación a las comunidades educativas de nuestros liceos a enfrentar un desafío de preparación y estudio, de compromiso con la vocación formadora y de altas expectativas de los aprendizajes que pueden lograr todos nuestros y nuestras estudiantes.

Entendiendo que la Formación General tiene como principio ofrecer espacios de aprendizaje integral a las y los estudiantes, es de suma importancia promover el diálogo entre estos instrumentos y la Formación Diferenciada. De esta manera, complejizando, diversificando y profundizando estas áreas de aprendizaje estaremos contribuyendo en el desarrollo de herramientas que nuestros y nuestras jóvenes requieren para desenvolverse de manera participativa, reflexiva, crítica y responsable, tanto en su vida personal como en su vida en sociedad.

Los presentes Programas de Estudio han sido elaborados por la Unidad de Currículum y Evaluación del Ministerio de Educación, de acuerdo a las definiciones establecidas en la actualización al Marco Curricular realizada el año 2009 (Decreto Supremo de Educación N° 254/2009) y han sido aprobados por el Consejo Nacional de Educación para entrar en vigencia a partir de 2016.

Los invito a analizar activamente y trabajar de forma colaborativa y contextualizada con estos programas en la formación integral de nuestros y nuestras estudiantes.



ADRIANA DELPIANO PUELMA
MINISTRA DE EDUCACIÓN

Índice

Presentación	6	
Nociones básicas	8	Aprendizajes como integración de conocimientos, habilidades y actitudes
	10	Objetivos Fundamentales Transversales
	11	Mapas de Progreso
Consideraciones generales para implementar el Programa	14	
Orientaciones para planificar	20	
Orientaciones para evaluar	24	
Biología	28	Propósitos
	29	Habilidades
	32	Orientaciones didácticas
	37	Orientaciones específicas de evaluación
Visión global del año	42	
Semestre 1	44	Unidad 1. Expresión y manipulación del material genético
	61	Unidad 2. Sistema inmune: estructura y función
Semestre 2	74	Unidad 3. Sistema inmune: enfermedades y tratamientos
	84	Unidad 4. Problemáticas ambientales
Bibliografía	99	
Anexos	111	

Presentación

El Programa es una propuesta para lograr los Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios.

El Programa de Estudio ofrece una propuesta para organizar y orientar el trabajo pedagógico del año escolar. Esta propuesta pretende promover el logro de los Objetivos Fundamentales (OF) y el desarrollo de los Contenidos Mínimos Obligatorios (CMO) que define el Marco Curricular¹.

La ley dispone que cada establecimiento puede elaborar e implementar sus propios Programas de Estudio, una vez que estos hayan sido aprobados por parte del Mineduc. El presente Programa constituye una propuesta para aquellos establecimientos que no cuentan con uno propio.

Los principales componentes que conforman esta propuesta son:

- › Una especificación de los aprendizajes que se deben lograr para alcanzar los OF y los CMO del Marco Curricular, lo que se expresa mediante los Aprendizajes Esperados².
- › Una organización temporal de estos aprendizajes en semestres y unidades.
- › Una propuesta de actividades de aprendizaje y de evaluación, a modo de sugerencia.

Además, se presenta un conjunto de elementos para orientar el trabajo pedagógico que se lleva a cabo a partir del Programa y para promover el logro de los objetivos que este propone.

Este Programa de Estudio incluye:

NOCIONES BÁSICAS

Esta sección presenta conceptos fundamentales que están en la base del Marco Curricular y, a la vez, ofrece una visión general acerca de la función de los Mapas de Progreso.

¹ Decreto Supremo N° 254 de 2009.

² En algunos casos, estos aprendizajes están formulados en los mismos términos que algunos de los OF del Marco Curricular. Esto ocurre cuando esos OF se pueden desarrollar íntegramente en una misma unidad de tiempo, sin que sea necesario su desglose en definiciones más específicas.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA IMPLEMENTAR EL PROGRAMA

Consisten en orientaciones relevantes para trabajar con el Programa y organizar el trabajo en torno a él.

PROPÓSITOS, HABILIDADES Y ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Esta sección presenta sintéticamente los propósitos y sentidos sobre los que se articulan los aprendizajes del sector y las habilidades a desarrollar. También entrega algunas orientaciones pedagógicas importantes para implementar el Programa en el sector.

VISIÓN GLOBAL DEL AÑO

Presenta todos los Aprendizajes Esperados que se deben desarrollar durante el año, organizados de acuerdo a unidades.

UNIDADES

Junto con explicitar los Aprendizajes Esperados propios de la unidad, incluyen indicadores de evaluación y ejemplos de actividades que apoyan y orientan el trabajo destinado a promover estos aprendizajes³.

INSTRUMENTOS Y EJEMPLOS DE EVALUACIÓN

Ilustran formas de apreciar el logro de los Aprendizajes Esperados y presentan diversas estrategias que pueden usarse para este fin.

MATERIAL DE APOYO SUGERIDO

Se trata de recursos bibliográficos y electrónicos que pueden emplearse para promover los aprendizajes del sector; se distingue entre los que sirven a los y las docentes y los destinados a las y los estudiantes.

³ En algunos casos, las actividades contienen relaciones interdisciplinarias debido a que vinculan dos o más sectores y se simbolizan con ®.

Nociones básicas

APRENDIZAJES COMO INTEGRACIÓN DE CONOCIMIENTOS, HABILIDADES Y ACTITUDES

Habilidades, conocimientos y actitudes...

Los aprendizajes que promueven el Marco Curricular y los Programas de Estudio apuntan a un desarrollo integral de los y las estudiantes. Para tales efectos, esos aprendizajes involucran tanto los conocimientos propios de la disciplina como las habilidades y las actitudes.

... movilizados para enfrentar diversas situaciones y desafíos...

Se busca que las y los estudiantes pongan en juego estos conocimientos, habilidades y actitudes para enfrentar diversos desafíos, tanto en el contexto del sector de aprendizaje como al desenvolverse en su entorno. Esto supone orientarlos hacia el logro de competencias, entendidas como la movilización de dichos elementos para realizar de manera efectiva una acción determinada.

... y que se desarrollan de manera integrada.

Se trata de una noción de aprendizaje de acuerdo con la cual los conocimientos, las habilidades y las actitudes se desarrollan de manera integrada y, a la vez, se enriquecen y potencian de forma recíproca.

Deben promoverse de manera sistemática.

Los conocimientos, las habilidades y las actitudes no se adquieren espontáneamente al estudiar las disciplinas. Requieren promoverse de manera metódica y estar explícitos en los propósitos que articulan el trabajo de los y las docentes.

CONOCIMIENTOS

Son importantes, porque...

Enriquecen la comprensión y la relación con el entorno.

... los conceptos de las disciplinas o sectores de aprendizaje enriquecen la comprensión de los y las estudiantes sobre los fenómenos que les toca enfrentar. Les permiten relacionarse con el entorno, utilizando nociones complejas y profundas que complementan, de manera crucial, el saber que han generado por medio del sentido común y la experiencia cotidiana. Además, estos conceptos son fundamentales para que construyan nuevos aprendizajes.

Son una base para el desarrollo de habilidades.

Se deben desarrollar de manera integrada, porque...

... son una condición para el progreso de las habilidades. Ellas no se desarrollan en un vacío, sino sobre la base de ciertos conceptos o conocimientos.

HABILIDADES

Son importantes, porque...

... el aprendizaje involucra no solo el saber, sino también el saber hacer. Por otra parte, la continua expansión y la creciente complejidad del conocimiento demandan cada vez más capacidades de pensamiento que permitan, entre otros aspectos, usar la información de manera apropiada y rigurosa, examinar críticamente las diversas fuentes de información disponibles, adquirir y generar nuevos conocimientos y aplicarlos de manera pertinente.

Son fundamentales en el actual contexto social.

Esta situación hace relevante la promoción de diferentes habilidades; entre ellas, desarrollar una investigación, comparar y evaluar la confiabilidad de las fuentes de información y realizar interpretaciones a la luz de la evidencia.

Se deben desarrollar de manera integrada, porque...

... sin esas habilidades, los conocimientos y los conceptos que puedan elaborar las y los estudiantes resultan elementos inertes; es decir, elementos que no pueden poner en juego para comprender y enfrentar las diversas situaciones a las que se ven expuestos y expuestas.

Permiten poner en juego los conocimientos.

ACTITUDES

Son importantes, porque...

... los aprendizajes siempre están asociados con las actitudes y disposiciones de los y las estudiantes. Entre los propósitos establecidos para la educación se contempla el desarrollo en los ámbitos personal, social, ético y ciudadano. Ellos incluyen aspectos de carácter afectivo y, a la vez, ciertas disposiciones.

A modo de ejemplo, los aprendizajes involucran actitudes como el respeto y la valoración hacia personas e ideas distintas, la solidaridad, el interés por el conocimiento, la valoración del trabajo, la responsabilidad, el emprendimiento, la perseverancia, el rigor, el cuidado y la valoración del ambiente.

Están involucradas en los propósitos formativos de la educación.

Se deben enseñar de manera integrada, porque...

... requieren de los conocimientos y las habilidades para su desarrollo. Esos conocimientos y habilidades entregan herramientas para elaborar juicios

Son enriquecidas por los conocimientos y las habilidades.

informados, analizar críticamente diversas circunstancias y contrastar criterios y decisiones, entre otros aspectos involucrados en este proceso.

Orientan la forma de usar los conocimientos y las habilidades.

A la vez, las actitudes orientan el sentido y el uso que cada estudiante otorgue a los conocimientos y las habilidades desarrollados. Son, por lo tanto, un antecedente necesario para usar constructivamente estos elementos.

OBJETIVOS FUNDAMENTALES TRANSVERSALES (OFT)

Son propósitos generales definidos en el currículum...

Son aprendizajes que tienen un carácter comprensivo y general, y apuntan al desarrollo personal, ético, social e intelectual de las y los estudiantes. Forman parte constitutiva del currículum nacional y, por lo tanto, los establecimientos deben asumir la tarea de promover su logro.

... que deben promoverse en toda la experiencia escolar.

Los OFT no se logran por medio de un sector de aprendizaje en particular: conseguirlos depende del conjunto del currículum. Deben promoverse mediante las diversas disciplinas y en las distintas dimensiones del quehacer educativo dentro y fuera del aula (por ejemplo, por medio del proyecto educativo institucional, de los planes de mejoramiento educativo, de la práctica docente, del clima organizacional, de las normas de convivencia escolar o de las ceremonias y actividades escolares).

Integran conocimientos, habilidades y actitudes.

No se trata de objetivos que incluyan únicamente actitudes y valores. Supone integrar esos aspectos con el desarrollo de conocimientos y habilidades.

Dentro de los aspectos más relevantes se encuentran los relacionados con una educación inclusiva. Por un lado, los OFT promueven la formación ciudadana de cada estudiante. Por otro, incluyen una perspectiva de género orientada a eliminar las desigualdades entre hombres y mujeres, ampliando la mirada hacia la diversidad en el aula, formando niños, niñas y adolescentes responsables de su propio bienestar y del bien común.

Se organizan en una matriz común para educación básica y media.

A partir de la actualización al Marco Curricular realizada el año 2009, estos objetivos se organizaron bajo un esquema común para la educación básica y la educación media. De acuerdo con este esquema, los Objetivos Fundamentales Transversales se agrupan en cinco ámbitos: crecimiento y autoafirmación personal; desarrollo del pensamiento; formación ética; la persona y su entorno; y tecnologías de la información y la comunicación.

MAPAS DE PROGRESO

Son descripciones generales que señalan cómo progresan habitualmente los aprendizajes en las áreas clave de un sector determinado. Se trata de formulaciones sintéticas que se centran en los aspectos esenciales de cada sector. De esta manera, ofrecen una visión panorámica sobre la progresión del aprendizaje en los doce años de escolaridad⁴.

Describen sintéticamente cómo progresa el aprendizaje...

Los Mapas de Progreso no establecen aprendizajes adicionales a los definidos en el Marco Curricular y los Programas de Estudio. Su particularidad consiste en que entregan una visión de conjunto sobre la progresión esperada en todo el sector de aprendizaje.

... de manera congruente con el Marco Curricular y los Programas de Estudio.

En este marco, los Mapas de Progreso son una herramienta que está al servicio del trabajo formativo que realiza el y la docente, entregándoles orientaciones en relación con la trayectoria de los Aprendizajes Esperados de sus estudiantes. Este dispositivo debe ser asumido como complementario al Marco Curricular y, por consiguiente, su utilización es totalmente opcional y voluntaria por parte de las escuelas, las que deberán decidir su uso como referencia de la progresión de aprendizajes, de acuerdo a los análisis de pertinencia que cada comunidad realice.

En definitiva, los Mapas de Progreso constituyen un recurso de apoyo para la labor cotidiana del profesor y la profesora, y resguardan la coherencia de los Aprendizajes Esperados con la estructura curricular vigente que, para el caso de este curso en particular, corresponde a Objetivos Fundamentales y Contenidos Mínimos Obligatorios de la Educación Básica y Media, Actualización 2009.

¿QUÉ UTILIDAD TIENEN LOS MAPAS DE PROGRESO PARA EL TRABAJO DE LOS Y LAS DOCENTES?

Pueden ser un apoyo importante para definir objetivos adecuados, para desarrollar los procesos de enseñanza y para evaluar los respectivos aprendizajes (ver las Orientaciones para planificar y las Orientaciones para evaluar que se presentan en el Programa).

Sirven de apoyo para planificar y evaluar...

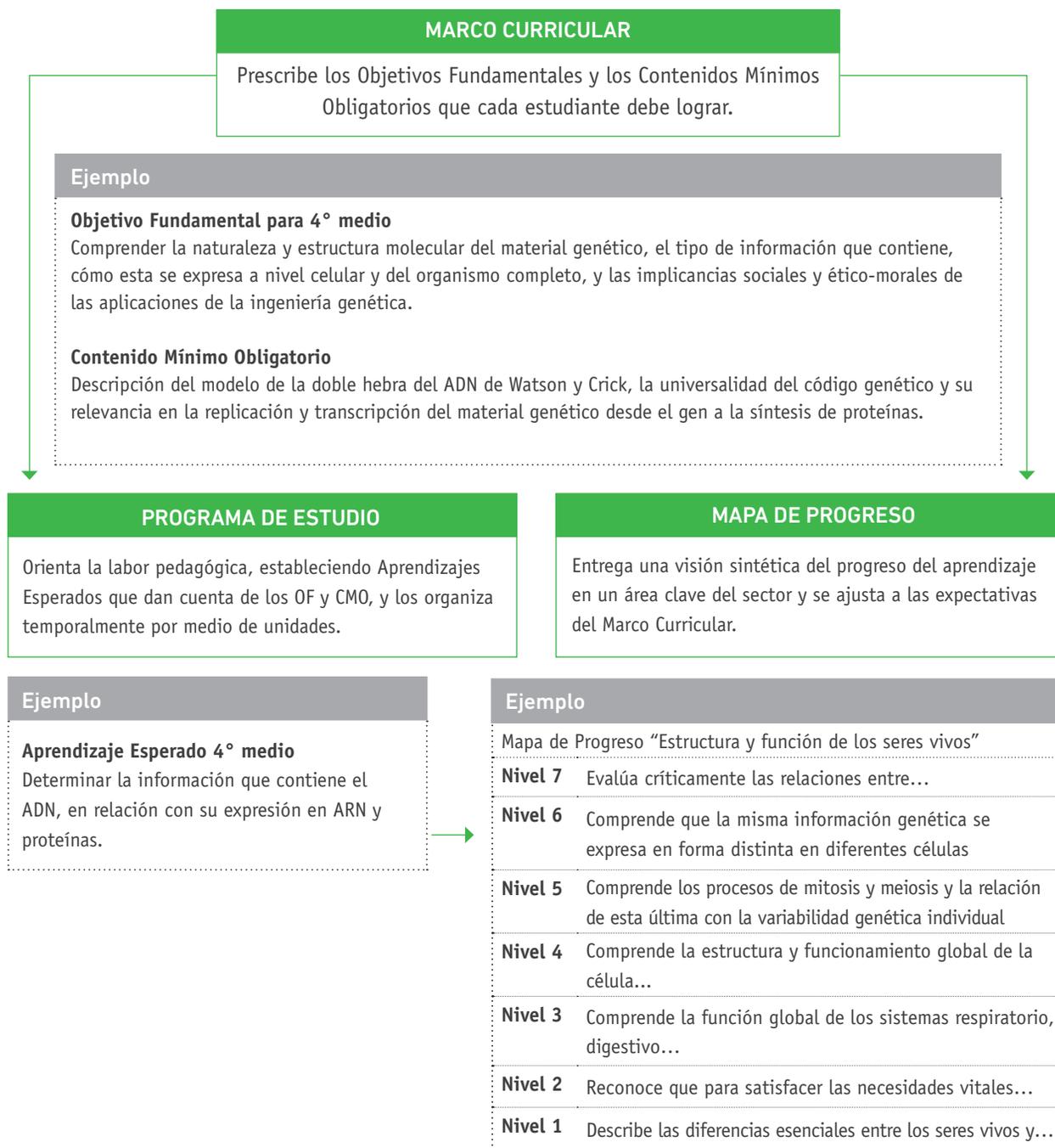
⁴ Los Mapas de Progreso describen en siete niveles el crecimiento habitual del aprendizaje de los y las estudiantes en un ámbito o eje del sector a lo largo de los 12 años de escolaridad obligatoria. Cada uno de estos niveles presenta una expectativa de aprendizaje correspondiente a dos años de escolaridad. Por ejemplo, el Nivel 1 corresponde al logro que se espera para la mayoría de los niños y las niñas al término de 2° básico; el Nivel 2 corresponde al término de 4° básico, y así sucesivamente. El Nivel 7 describe el aprendizaje de un o una estudiante que al egresar de la educación media es "sobresaliente"; es decir, va más allá de la expectativa para 4° medio que describe el Nivel 6 en cada Mapa.

... y para atender la diversidad al interior del curso.

Además, son un referente útil para atender a la diversidad de estudiantes dentro del aula:

- › Permiten no solamente constatar que existen distintos niveles de aprendizaje dentro de un mismo curso, sino que, además, si se usan para analizar los desempeños de las y los estudiantes, ayudan a caracterizar e identificar con mayor precisión en qué consisten esas diferencias.
- › La progresión que describen permite reconocer cómo orientar los aprendizajes de los distintos grupos del mismo curso; es decir, de aquellos que no han conseguido el nivel esperado y de aquellos que ya lo alcanzaron o lo superaron.
- › Expresan el progreso del aprendizaje en un área clave del sector, de manera sintética y alineada con el Marco Curricular.

RELACIÓN ENTRE MAPA DE PROGRESO, PROGRAMA DE ESTUDIO Y MARCO CURRICULAR



Consideraciones generales para implementar el Programa

Las orientaciones que se presentan a continuación destacan elementos relevantes al momento de implementar el Programa. Estas orientaciones se vinculan estrechamente con algunos de los OFT contemplados en el currículum.

La lectura, la escritura y la comunicación oral deben promoverse en los distintos sectores de aprendizaje.

USO DEL LENGUAJE

Los y las docentes deben promover el ejercicio de la comunicación oral, la lectura y la escritura como parte constitutiva del trabajo pedagógico correspondiente a cada sector de aprendizaje.

Su importancia se basa en que las habilidades de comunicación son herramientas fundamentales que las y los estudiantes deben emplear para alcanzar los aprendizajes propios de cada sector. Se trata de habilidades que no se desarrollan únicamente en el contexto del sector Lenguaje y Comunicación, sino que se consolidan mediante el ejercicio en diversos espacios y en torno a distintos temas y, por lo tanto, involucran a los otros sectores de aprendizaje del currículum.

Cabe mencionar la presencia en los establecimientos de bibliotecas escolares CRA⁵, una herramienta que los y las docentes podrían aprovechar al máximo, pues dispone de una variada oferta de recursos de aprendizaje para todas las edades y, además, es de fácil acceso.

Al momento de recurrir a la lectura, la escritura y la comunicación oral, las y los docentes deben procurar en los y las estudiantes:

Estas habilidades se pueden promover de diversas formas.

LECTURA

- › La lectura de distintos tipos de textos relevantes para el sector (textos informativos propios del sector, textos periodísticos y narrativos, tablas y gráficos).
- › La lectura de textos de creciente complejidad en los que se utilicen conceptos especializados del sector.

⁵ Centro de Recursos para el Aprendizaje.

- › La lectura de textos que promuevan el análisis crítico del entorno.
- › La identificación de las ideas principales y la localización de información relevante.
- › La realización de resúmenes y síntesis de las ideas y argumentos presentados en los textos.
- › El desarrollo de competencias de información, como la búsqueda de información en fuentes escritas, discriminándola y seleccionándola de acuerdo a su pertinencia.
- › La comprensión y el dominio de nuevos conceptos y palabras.
- › La construcción de sus propias ideas y opiniones a partir del contenido o argumentos presentados en el texto.
- › El uso de su biblioteca escolar CRA para fomentar el disfrute de la lectura y el trabajo de investigación.

ESCRITURA

- › La escritura de textos de diversa extensión y complejidad (por ejemplo, reportes, ensayos, descripciones y respuestas breves).
- › La organización y presentación de información por medio de esquemas o tablas.
- › La presentación de las ideas de una manera coherente y clara.
- › El uso apropiado del vocabulario en los textos escritos.
- › El uso correcto de la gramática y de la ortografía.
- › El conocimiento y uso del lenguaje inclusivo.

COMUNICACIÓN ORAL

- › La capacidad de exponer ante otras personas.
- › La expresión de ideas y conocimientos de manera organizada.
- › El desarrollo de la argumentación al formular ideas y opiniones.
- › El uso del lenguaje con niveles crecientes de precisión, incorporando los conceptos propios del sector.

- › El planteamiento de preguntas para expresar dudas e inquietudes y para superar dificultades de comprensión.
- › La disposición para escuchar información de manera oral, manteniendo la atención durante el tiempo requerido.
- › La interacción con otras personas para intercambiar ideas, analizar información y elaborar conexiones en relación con un tema en particular, compartir puntos de vista y lograr acuerdos.

USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)

Debe impulsarse el uso de las TIC en todos los sectores de aprendizaje.

El desarrollo de las capacidades para utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) está contemplado de manera explícita como uno de los Objetivos Fundamentales Transversales del Marco Curricular. Esto demanda que el dominio y uso de estas tecnologías se promueva de manera integrada al trabajo que se lleva a cabo al interior de los sectores de aprendizaje. Para esto, se debe procurar que la labor de las y los estudiantes incluya el uso de las TIC para:

- › Buscar, acceder y recolectar información en páginas web u otras fuentes, y seleccionar esta información, examinando críticamente su relevancia y calidad.
- › Procesar y organizar datos utilizando plantillas de cálculo, y manipular la información sistematizada en ellas para identificar tendencias, regularidades y patrones relativos a los fenómenos estudiados en el sector.
- › Desarrollar y presentar información mediante el uso de procesadores de texto, plantillas de presentación y herramientas y aplicaciones de imagen, audio y video.
- › Intercambiar información por medio de las herramientas que ofrece internet, como correo electrónico, chat, espacios interactivos en sitios web y/o comunidades virtuales.
- › Identificar y resguardarse de los riesgos potenciales del uso de las TIC, mediante el cuidado personal y el respeto por el otro.
- › Respetar y asumir consideraciones éticas en el uso de las TIC, como señalar las fuentes de donde se obtiene la información y seguir las normas de uso y de seguridad de los espacios virtuales.

Se puede recurrir a diversas formas de uso de estas tecnologías.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

En el trabajo pedagógico, los y las docentes deben tomar en cuenta la diversidad entre estudiantes en términos culturales, sociales, de sexo, de género, religiosos, étnicos y respecto de estilos y ritmos de aprendizaje y niveles de conocimiento.

La diversidad entre estudiantes establece desafíos que deben considerarse.

Esa diversidad conlleva desafíos que las y los docentes tienen que contemplar. Entre ellos, cabe señalar:

- › Promover el respeto a cada estudiante, en un contexto de valoración y apertura, considerando las diferencias de género y evitando toda forma de discriminación arbitraria.
- › Procurar que los aprendizajes se desarrollen de una manera significativa en relación con el contexto y la realidad de las y los estudiantes.
- › Intentar que cada estudiante logre los objetivos de aprendizaje señalados en el currículum, integrando la diversidad que se manifiesta entre ellos.

ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD Y PROMOCIÓN DE APRENDIZAJES

Se debe tener en cuenta que atender a la diversidad de estilos y ritmos de aprendizaje no implica “expectativas más bajas” para algunos estudiantes. Por el contrario, la necesidad de educar en forma diferenciada aparece al constatar que hay que reconocer los requerimientos didácticos personales de las y los estudiantes, para que todas y todos alcancen altos logros. Con esto, se aspira a que cada estudiante alcance los aprendizajes dispuestos para su nivel o grado.

En atención a lo anterior, es conveniente que, al momento de diseñar el trabajo en una unidad, el o la docente considere que precisará más tiempo o métodos pertinentes para que todas y todos sus estudiantes logren los aprendizajes propuestos. Para esto, debe desarrollar una planificación intencionada que genere las condiciones que le permitan:

Es necesario atender a la diversidad para que todos y todas logren los aprendizajes.

- › Conocer los diferentes niveles de aprendizaje y conocimientos previos de sus estudiantes.
- › Incluir ejemplos y analogías que apelen de manera respetuosa a la diversidad y que incluyan a hombres y mujeres.
- › Conocer el contexto y entorno en el cual se desenvuelven sus estudiantes para desarrollar experiencias de aprendizaje significativas.
- › Conocer las motivaciones e intereses de sus estudiantes.
- › Conocer las fortalezas y habilidades de sus estudiantes para potenciar sus aprendizajes.

Esto demanda conocer qué saben y, sobre esa base, definir con flexibilidad las diversas medidas pertinentes.

- › Evaluar y diagnosticar en forma permanente para reconocer las necesidades de aprendizaje.
- › Definir la excelencia, considerando el progreso individual como punto de partida.
- › Incluir combinaciones didácticas (agrupamientos, trabajo grupal, rincones, entre otras) y materiales diversos (visuales, objetos manipulables, entre otros).
- › Evaluar de distintas maneras a sus estudiantes y dar tareas con múltiples opciones.
- › Promover la confianza de sus estudiantes en sí mismos y el valor de aprender.
- › Promover un trabajo sistemático por parte de sus estudiantes y ejercitación abundante.

ENSEÑAR A CONSTRUIR LA IGUALDAD DE GÉNERO DESDE LA PRÁCTICA

Tal como hombres y mujeres tienden a cumplir roles diferentes en la sociedad, debido entre otras cosas a la socialización, también niños y niñas tienden a cumplir roles diferentes en la sala de clases. El espacio escolar debe proporcionar experiencias de colaboración entre niñas y niños, hombres y mujeres, que les permitan lograr objetivos compartidos desde una posición de igualdad. Se recomienda a las y los docentes que:

- › **Propicien la reflexión y discusión sobre temas de género**, realizando actividades que incentiven el reconocimiento de los roles, lenguajes y estereotipos con los que se identifican sus estudiantes, y así reflexionen y compartan opiniones sobre ello.
- › **Eviten reforzar estereotipos**, enseñando que no existen actividades laborales propias solo de las mujeres o de los hombres, como por ejemplo las profesiones científicas o las de cuidado de otros.
- › **Pongan atención a la forma en que se refieren a los y las estudiantes**, visibilizando tanto a hombres como a mujeres, niñas y niños, profesoras y profesores, y evitando sesgos en el trato.
- › **Erradiquen toda forma de discriminación en sus estudiantes**, no pasando por alto las bromas, apodos, acciones de discriminación o actos humillantes basados en las supuestas diferencias entre hombres y mujeres. Por ejemplo, denostar a un estudiante al que le gusta bailar, atribuyéndole características femeninas con el fin de humillarlo.
- › **Eviten la rivalidad entre los géneros**, aplicando metodologías que favorezcan el desarrollo de competencias de forma igualitaria, donde la relación entre los géneros sea de cooperación y autonomía. Por ejemplo, mediante la conformación de equipos mixtos que permitan que las y los

estudiantes se reconozcan en función de sus capacidades, talentos e intereses individuales.

- › **Promuevan la actividad física y el deporte de manera equitativa entre hombres y mujeres**, ya que son necesarios para llevar una vida saludable, independientemente del sexo.
- › **Promuevan espacios o instancias de expresión de emociones y sentimientos**, por ejemplo, conversando con sus estudiantes acerca de la necesidad de expresar sentimientos, y sin coartar la expresión de sus afectos y emociones.
- › **Eviten presentar como naturales diferencias entre hombres y mujeres que son culturalmente adquiridas**, por ejemplo, considerar que las mujeres son más aptas para estudiar carreras del ámbito de la salud, debido a la supuesta condición natural que poseen para cuidar u ocuparse de otros, como si fuera la extensión de su maternidad.

Orientaciones para planificar

La planificación favorece el logro de los aprendizajes.

La planificación es un elemento central en el esfuerzo por promover, dirigir y garantizar los aprendizajes de los y las estudiantes. Permite maximizar el uso del tiempo y definir los procesos y recursos necesarios para lograr los aprendizajes que se deben alcanzar.

El Programa sirve de apoyo a la planificación mediante un conjunto de elementos elaborados para este fin.

Los Programas de Estudio del Ministerio de Educación constituyen una herramienta de apoyo al proceso de planificación. Para estos efectos han sido elaborados como un material flexible que las y los docentes pueden adaptar a su realidad en los distintos contextos educativos del país.

El principal referente que entrega el Programa de Estudio para planificar son los Aprendizajes Esperados. De manera adicional, el Programa apoya la planificación por medio de la propuesta de unidades, de la estimación del tiempo cronológico requerido en cada una y de la sugerencia de actividades para desarrollar los aprendizajes.

CONSIDERACIONES GENERALES PARA REALIZAR LA PLANIFICACIÓN

La planificación es un proceso que se recomienda llevar a cabo considerando los siguientes aspectos:

Se debe planificar tomando en cuenta la diversidad, el tiempo real, las prácticas anteriores y los recursos disponibles.

- › La diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje de los y las estudiantes del curso, lo que implica planificar considerando desafíos para los distintos grupos de estudiantes.
- › El tiempo real con que se cuenta, de manera de optimizar el tiempo disponible.
- › Las prácticas pedagógicas que han dado resultados satisfactorios.
- › Los recursos para el aprendizaje con que cuenta: textos escolares, materiales didácticos, recursos elaborados por la escuela, laboratorio y materiales disponibles en la biblioteca escolar CRA, entre otros.
- › En el caso de una actividad que contemple el uso de la biblioteca escolar CRA, sobre todo en aquellas de investigación, se recomienda coordinarse anticipadamente con el encargado o coordinador pedagógico de la biblioteca escolar.

SUGERENCIAS PARA EL PROCESO DE PLANIFICACIÓN

Para que la planificación efectivamente ayude al logro de los aprendizajes, debe estar centrada en ellos y desarrollarse a partir de una visión clara de lo que las y los estudiantes deben y pueden aprender. Para alcanzar este objetivo, se recomienda elaborar la planificación en los siguientes términos:

- › Comenzar por una especificación de los Aprendizajes Esperados que no se limite a listarlos. Una vez identificados, es necesario desarrollar una idea lo más clara posible de las expresiones concretas que puedan tener. Esto implica reconocer qué desempeños de los y las estudiantes demuestran el logro de los aprendizajes. Se deben poder responder preguntas como: “¿Qué deberían ser capaces de demostrar las y los estudiantes que han logrado un determinado Aprendizaje Esperado?” o “¿Qué habría que observar para saber que un aprendizaje ha sido logrado?”.
- › A partir de las respuestas a esas preguntas, decidir las evaluaciones que se llevarán a cabo y las estrategias de enseñanza. Específicamente, se requiere identificar qué tarea de evaluación es más pertinente para observar el desempeño esperado y qué modalidades de enseñanza facilitarán alcanzar este desempeño. De acuerdo con este proceso, se deben definir las evaluaciones formativas y sumativas, las actividades de enseñanza y las instancias de retroalimentación.

Lograr una visión lo más clara y concreta posible sobre los desempeños que dan cuenta de los aprendizajes...

... y, sobre esa base, decidir las evaluaciones, las estrategias de enseñanza y la distribución temporal.

Las y los docentes pueden complementar los Programas con los Mapas de Progreso, que entregan elementos útiles para reconocer el tipo de desempeño asociado a los aprendizajes.

Se sugiere seleccionar alguno(s) de los periodos de planificación presentados, de acuerdo al contexto de cada institución escolar.

LA PLANIFICACIÓN ANUAL

En este proceso, los y las docentes deben distribuir los Aprendizajes Esperados a lo largo del año escolar considerando su organización por unidades, estimar el tiempo que se requerirá para cada unidad y priorizar las acciones que conducirán a logros académicos significativos.

La planificación anual se debe llevar a cabo con una visión realista de los tiempos disponibles durante el año.

Para esto las y los docentes tienen que:

- › Alcanzar una visión sintética del conjunto de aprendizajes a lograr durante el año, dimensionando el tipo de cambio que se debe observar en los y las estudiantes. Esto debe desarrollarse según los Aprendizajes Esperados especificados en los Programas. Los Mapas de Progreso pueden resultar un apoyo importante.
- › Identificar, en términos generales, el tipo de evaluación que se requerirá para verificar el logro de los aprendizajes. Esto permitirá desarrollar una idea de las demandas y los requerimientos a considerar para cada unidad.
- › Sobre la base de esta visión, asignar los tiempos a destinar a cada unidad. Para que esta distribución resulte lo más realista posible, se recomienda:
 - Listar días del año y horas de clase por semana para estimar el tiempo disponible.
 - Elaborar una calendarización tentativa de los Aprendizajes Esperados para el año completo, considerando los feriados, los días de prueba y de repaso, la realización de evaluaciones formativas y la entrega de retroalimentación.
 - Hacer una planificación gruesa de las actividades de acuerdo con la calendarización.
 - Ajustar permanentemente la calendarización o las actividades planificadas.

Es preciso realizar este proceso sin perder de vista la meta de aprendizaje de la unidad.

LA PLANIFICACIÓN DE LA UNIDAD

Implica tomar decisiones más precisas sobre qué enseñar y cómo enseñar, considerando la necesidad de ajustarlas a los tiempos asignados a la unidad. La planificación de la unidad debiera seguir los siguientes pasos:

- › Especificar la meta de la unidad. Al igual que la planificación anual, esta visión debe sustentarse en los Aprendizajes Esperados de la unidad y se recomienda complementarla con los Mapas de Progreso.
- › Idear una herramienta de diagnóstico de inicio de la unidad.
- › Crear una evaluación sumativa para la unidad.
- › Calendarizar los Aprendizajes Esperados por semana.
- › Establecer las actividades de enseñanza que se desarrollarán.
- › Generar un sistema de seguimiento de los Aprendizajes Esperados, especificando los tiempos y las herramientas para realizar evaluaciones formativas y entregar retroalimentación.
- › Ajustar el plan continuamente ante los requerimientos de las y los estudiantes.

LA PLANIFICACIÓN DE CLASE

Es imprescindible que cada clase sea diseñada considerando que todas sus partes estén alineadas con los Aprendizajes Esperados que se busca promover y con la evaluación que se utilizará. Recuerde que el clima escolar influye directamente en la calidad de los aprendizajes, por lo que es importante crear todas las condiciones propicias para el aprendizaje, con especial énfasis en las relaciones de convivencia entre los y las estudiantes, y de estos con las y los docentes.

Es fundamental procurar que los estudiantes sepan qué y por qué van a aprender, qué aprendieron y de qué manera.

Adicionalmente, se recomienda que cada clase sea diseñada distinguiendo su inicio, desarrollo y cierre, y especificando claramente qué elementos se considerarán en cada una de estas partes. Se requiere tomar en cuenta aspectos como los siguientes:

Inicio

En esta fase se debe procurar que los y las estudiantes conozcan el propósito de la clase; es decir, qué se espera que aprendan. A la vez, se debe buscar captar su interés y que visualicen cómo se relaciona lo que aprenderán con lo que ya saben y con las clases anteriores.

Desarrollo

En esta etapa las y los docentes llevan a cabo la actividad contemplada para la clase.

Cierre

Este momento puede ser breve (5 a 10 minutos), pero es central. En él se debe procurar que los y las estudiantes se formen una visión acerca de qué aprendieron y cuál es la utilidad y relación de las estrategias y experiencias desarrolladas con su entorno y realidad cotidiana para promover un aprendizaje significativo.

Orientaciones para evaluar

Apoya el proceso de aprendizaje al permitir su monitoreo, retroalimentar a los estudiantes y sustentar la planificación.

La evaluación forma parte constitutiva del proceso de enseñanza. No se debe usar solo como un medio para controlar qué saben las y los estudiantes, sino que, además, desempeña un rol central en la promoción y el desarrollo del aprendizaje. Para que cumpla efectivamente con esta función, debe tener como objetivos:

- › Ser un recurso para medir el progreso en el logro de los aprendizajes.
- › Proporcionar información que permita conocer las fortalezas y debilidades de los y las estudiantes y, sobre esta base, retroalimentar la enseñanza y potenciar los logros esperados dentro del sector.
- › Ser una herramienta útil para la planificación.
- › Ser una herramienta que permita la autorregulación de las y los estudiantes.

¿CÓMO PROMOVER EL APRENDIZAJE POR MEDIO DE LA EVALUACIÓN?

Las evaluaciones adquieren su mayor potencial para promover el aprendizaje si se llevan a cabo considerando lo siguiente:

Explicitar qué se evaluará.

- › Informar a los y las estudiantes sobre los aprendizajes que se evaluarán. Esto facilita que puedan orientar su actividad hacia el logro de los aprendizajes que deben alcanzar.

Identificar logros y debilidades.

- › Elaborar juicios sobre el grado en que se logran los aprendizajes que se busca alcanzar, fundados en el análisis de los desempeños de las y los estudiantes. Las evaluaciones entregan información para conocer sus fortalezas y debilidades. El análisis de esta información permite tomar decisiones para mejorar los resultados alcanzados.
- › Promover la autoevaluación entre los y las estudiantes.

Ofrecer retroalimentación.

- › Retroalimentar a las y los estudiantes sobre sus fortalezas y debilidades. Compartir esta información con ellas y ellos permite orientarlos acerca de los pasos que deben seguir para avanzar. También les da la posibilidad de desarrollar procesos metacognitivos y reflexivos destinados a favorecer sus propios aprendizajes, lo que, a su vez, facilita que se involucren y se comprometan con estos.

¿CÓMO SE PUEDEN ARTICULAR LOS MAPAS DE PROGRESO DEL APRENDIZAJE CON LA EVALUACIÓN?

Los Mapas de Progreso ponen a disposición de las escuelas y liceos de todo el país un mismo referente para observar el desarrollo del aprendizaje de los y las estudiantes y los ubican en un continuo de progreso. Los Mapas de Progreso apoyan el seguimiento de los aprendizajes, pues permiten:

- › Reconocer aquellos aspectos y dimensiones esenciales de evaluar.
- › Aclarar la expectativa de aprendizaje nacional al conocer la descripción de cada nivel, sus ejemplos de desempeño y el trabajo concreto de estudiantes que ilustran esta expectativa.
- › Observar el desarrollo, la progresión o el crecimiento de las competencias de una o un estudiante al constatar cómo sus desempeños se van desplazando en el Mapa.
- › Contar con modelos de tareas y preguntas que permiten a cada estudiante evidenciar sus aprendizajes.

Los Mapas apoyan diversos aspectos del proceso de evaluación.

¿CÓMO DISEÑAR LA EVALUACIÓN?

La evaluación debe diseñarse a partir de los Aprendizajes Esperados, con el objeto de observar en qué grado se alcanzan. Para lograrlo, se recomienda diseñar la evaluación junto con la planificación y considerar las siguientes preguntas:

- › ¿Cuáles son los Aprendizajes Esperados del Programa que abarcará la evaluación?

Si debe priorizar, considere aquellos aprendizajes que serán duraderos y prerrequisitos para desarrollar otros aprendizajes. Para esto, los Mapas de Progreso pueden ser de especial utilidad.

- › ¿Qué evidencia necesitarían exhibir sus estudiantes para demostrar que dominan los Aprendizajes Esperados?

Se recomienda utilizar como apoyo los Indicadores de Evaluación que presenta el Programa.

Es necesario partir estableciendo los Aprendizajes Esperados a evaluar...

... y luego decidir qué se requiere para su evaluación en términos de evidencias, métodos, preguntas y criterios.

- › ¿Qué método empleará para evaluar?

Es recomendable utilizar instrumentos y estrategias de diverso tipo (pruebas escritas, guías de trabajo, informes, ensayos, entrevistas, debates, mapas conceptuales, informes de laboratorio e investigaciones, entre otros).

En lo posible, se deben presentar situaciones que puedan resolverse de distintas maneras y con diferentes grados de complejidad, para que los diversos estudiantes puedan solucionarlas y así mostrar sus distintos niveles y estilos de aprendizaje.

- › ¿Qué preguntas incluirá en la evaluación?

Se deben formular preguntas rigurosas y alineadas con los Aprendizajes Esperados, que permitan demostrar la real comprensión del contenido evaluado.

- › ¿Cuáles son los criterios de éxito? ¿Cuáles son las características de una respuesta de alta calidad?

Esto se puede responder con distintas estrategias. Por ejemplo:

- Comparar las respuestas de sus estudiantes con las mejores respuestas de otros estudiantes de edad similar. Se pueden usar los ejemplos presentados en los Mapas de Progreso.
- Identificar respuestas de evaluaciones previamente realizadas que expresen el nivel de desempeño esperado y utilizarlas como modelo para otras evaluaciones aplicadas en torno al mismo aprendizaje.
- Desarrollar rúbricas que indiquen los resultados explícitos para un desempeño específico y que muestren los diferentes niveles de calidad para dicho desempeño.

Biología

Biología

PROPÓSITOS

Este sector tiene como propósito que las y los estudiantes desarrollen habilidades de pensamiento distintivas del quehacer científico y una comprensión del mundo natural y tecnológico, basada en el conocimiento proporcionado por las ciencias naturales. Desde la perspectiva de la integración cultural y política de una sociedad democrática, en que la resolución de problemas personales, sociales y medioambientales es cada vez más compleja y demandante de recursos del saber, es particularmente clara la necesidad de una formación científica básica de toda la ciudadanía. El propósito de la enseñanza de las ciencias naturales, en una perspectiva de alfabetización científica, es lograr que todos los alumnos y las alumnas desarrollen la capacidad de usar el conocimiento científico, de identificar problemas y de esbozar conclusiones basadas en evidencia, con el fin de comprender y debatir los cambios provocados por la actividad humana sobre el mundo natural.

Para el logro de este propósito, las y los docentes deben propiciar el desarrollo de los conocimientos y habilidades de pensamiento científico abarcados en los distintos subsectores de las ciencias naturales, atendiendo a los procesos personales de aprendizaje de cada uno de sus estudiantes. De estos últimos, se espera que logren aprendizajes significativos a partir de actividades que estimulen la capacidad de observar, de buscar evidencias, de procesar e interpretar datos, de diseñar y usar modelos, de realizar actividades y/o investigaciones experimentales o bibliográficas,

y que participen en el análisis de situaciones que sean parte de su vida o de su entorno, lo que les facilitará la elaboración de explicaciones y evaluaciones del proceso de aprendizaje.

Junto con lo anterior, se pretende que las y los estudiantes logren una formación científica integral que les permita desarrollar un espíritu indagador que los motive a interrogarse sobre los fenómenos que ocurren a su alrededor, y que además valoren el uso de procesos de construcción del conocimiento, que comprendan el conocimiento que se obtiene como resultado y que adquieran actitudes y valores propios del quehacer científico.

Los objetivos del sector de Ciencias Naturales, por lo tanto, se orientan a que las y los estudiantes logren:

1. Conocimiento sobre conceptos, teorías, modelos y leyes para entender el mundo natural, los fenómenos fundamentales y las transformaciones que han ocurrido a lo largo del tiempo.
2. Comprensión de las etapas involucradas en la construcción, generación y cambio del conocimiento científico, como la formulación de preguntas; la elaboración de predicciones e hipótesis para investigar basándose en la observación; la búsqueda de distintas maneras de encontrar respuestas a partir de evidencias que surgen de la experimentación, y el diseño de situaciones experimentales que permitan poner a prueba la pregunta, la evaluación crítica de las evidencias y de los métodos de trabajo científico.

3. Habilidades propias de las actividades científicas, como:
 - › Usar flexible y eficazmente una variedad de métodos y técnicas para desarrollar y probar ideas, explicaciones y resolver problemas;
 - › Planificar y llevar a cabo actividades prácticas y de investigación, trabajando tanto de manera individual como grupal;
 - › Usar y evaluar críticamente las evidencias;
 - › Obtener, registrar y analizar datos y resultados para sustentar las explicaciones científicas;
 - › Evaluar los métodos de trabajo;
 - › Comunicar la información, contribuyendo a las discusiones sobre asuntos científicos y tecnológicos.
4. Actitudes promovidas por el quehacer científico, como la honestidad, el rigor, la perseverancia, la objetividad, la responsabilidad, la curiosidad, el trabajo en equipo, el respeto, el cuidado por la naturaleza y la comprensión y reflexión crítica de su realidad y entorno, para desarrollar la capacidad de enfrentar situaciones nuevas de manera flexible y propositiva. Se busca asimismo que las y los estudiantes desarrollen la autonomía para tomar decisiones informadas y responsables en asuntos científicos y tecnológicos de interés público.

En suma, una formación moderna en ciencias integra la comprensión de los conceptos fundamentales de las disciplinas científicas y el desarrollo de procesos, habilidades y actitudes del quehacer científico. Esto permitirá a las y los estudiantes entender el mundo natural y tecnológico, así como apropiarse de ciertos modos de pensar y hacer. Asimismo, los conducirá a elaborar y argumentar respuestas y a resolver problemas sobre la base de evidencias, competencia clave para desenvolverse en la

sociedad moderna y para enfrentar de manera informada, ética y responsable asuntos relacionados con su cuerpo, su bienestar y autocuidado, el medioambiente y las aplicaciones tecnológicas, entre otros.

HABILIDADES

En estos Programas de Estudio, las habilidades de pensamiento científico se desarrollan para cada nivel en forma diferenciada, con el fin de focalizar la atención de la o el docente en el fomento de la habilidad específica, de acuerdo a dicho nivel. Lo anterior es una recomendación para cada clase o actividad. Esto no implica necesariamente que se deje de planificar y desarrollar, en ocasiones, una investigación en forma completa. Cabe señalar que no existe una secuencia o prioridad establecida entre las habilidades o procesos mencionados, sino una interacción compleja y flexible entre ellos. Por ejemplo, la observación puede conducir a la formulación de hipótesis, y esta, a la verificación experimental, pero también puede ocurrir el proceso inverso.

En la siguiente tabla, se explicitan las habilidades de pensamiento científico prescritas en la Actualización Curricular de 2009 que deben desarrollar y promover las y los estudiantes de cada nivel. Esta puede ser utilizada para:

- › Focalizarse en un nivel y diseñar actividades y evaluaciones que enfatizen dichas habilidades
- › Situarse en el nivel y observar las habilidades que se trabajaron en años anteriores y las que se desarrollarán más adelante
- › Observar diferencias y similitudes en los énfasis por niveles escolares.

HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

7° básico	8° básico	1° medio	
	Formular problemas y explorar alternativas de solución.		
Distinguir entre hipótesis y predicción.	Formular hipótesis.		
	Diseñar y conducir una investigación para verificar hipótesis.		
Identificar y controlar variables.			
Representar información a partir de modelos, mapas y diagramas.		Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.	
Distinguir entre resultados y conclusiones.			
		Describir investigaciones científicas clásicas.	
		Describir el origen y el desarrollo histórico de conceptos y teorías. Comprender la importancia de las leyes, teorías e hipótesis de la investigación científica y distinguir unas de otras.	

	2° medio	3° medio	4° medio
		Describir conexión entre hipótesis y demás fases en una investigación científica.	
	Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.	Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.	Organizar e interpretar datos y formular explicaciones.
	Describir investigaciones científicas clásicas.	Describir investigaciones científicas clásicas o contemporáneas.	
	Identificar relaciones entre contexto socio-histórico y la investigación científica.		
	Importancia de las teorías y modelos para comprender la realidad. Identificar las limitaciones que presentan los modelos y teorías científicas.		Comprender que las teorías científicas deben ser validadas por la comunidad científica.
			Analizar controversias científicas contemporáneas, sus resultados e interpretaciones, según conocimientos del nivel
		Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales que involucra el desarrollo científico y tecnológico.	Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales que involucra el desarrollo científico y tecnológico.

Específicamente, las habilidades de pensamiento científico de 4° medio en Biología están orientadas hacia el procesamiento de datos, la comprensión de la validez de teorías científicas, el análisis de controversias científicas y tecnológicas contemporáneas y la evaluación de sus diversas implicancias, en relación con la naturaleza del material genético y su expresión, los mecanismos de defensa del organismo contra microorganismos y virus vinculados a las principales enfermedades de la humanidad, y los efectos de problemáticas ambientales globales sobre la biodiversidad y los ecosistemas.

El aprendizaje científico en Biología se basa en la comprensión y la práctica del pensamiento científico, lo que no puede desarrollarse en un vacío conceptual. Es por esto que la o el docente debe disponer de oportunidades para conectar estrechamente, de manera intencionada y sistemática, los contenidos conceptuales y sus contextos de aplicación con el razonamiento y quehacer en la Biología, monitoreando su logro a lo largo del año escolar.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

En esta sección se sugieren orientaciones didácticas de trabajo para la enseñanza de las ciencias, las que se deben comprender como claves para el aprendizaje significativo de conocimientos y procesos científicos, sin perjuicio de las alternativas didácticas propias que la o el docente o el establecimiento decida poner en práctica.

SELECCIÓN, ADAPTACIÓN Y/O COMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES

Una de las características de este Programa es su flexibilidad y riqueza en términos de ofrecer al profesor o a la profesora una variedad de actividades que él o ella puede seleccionar, adaptar o complementar, dependiendo del

contexto y de la realidad de sus estudiantes. Esta idea está expresada al inicio de cada unidad: “Los ejemplos de actividades presentados a continuación son sugerencias que pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar”.

Las orientaciones propuestas para la selección, adaptación y complementación de actividades sugeridas en los Programas de Estudio que se presentan a continuación deben garantizar la cobertura de los Aprendizajes Esperados correspondientes a los Objetivos Fundamentales prescritos en el currículum que se refieren a habilidades de pensamiento científico y que pertenecen a los ejes temáticos del sector.

Selección de actividades

Se recomienda que las actividades cumplan con las siguientes características:

- › Estimulen la curiosidad o interés de los y las estudiantes, ya sea por su relación con sus experiencias, con la contingencia, o con problemas planteados por ellos mismos.
- › Se adecuen a las alumnas y los alumnos en términos de su nivel de dificultad y desafío, y permitan a todas y todos su participación y aporte en ellas.
- › Permitan e incentiven aplicar lo aprendido en contextos de la vida real.
- › Promuevan el trabajo en colaboración con otros y la participación en distintas formas de investigaciones científicas, para que los y las estudiantes busquen y utilicen las evidencias como insumo para la discusión, fortaleciendo la comprensión del sentido de cada actividad.
- › Den oportunidades para comunicar ideas, procedimientos, datos, tanto oralmente como de forma escrita, incorporando progresivamente términos y representaciones científicas más complejas.

Adaptación de actividades

Se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos al adaptar actividades:

- › Agregar preguntas que secuencien la actividad de manera paulatina.
- › Considerar el contexto donde se realiza la actividad y adecuarlo, si es necesario, a situaciones cercanas a los y las estudiantes, para un aprendizaje significativo.
- › Modificar preguntas y acciones de acuerdo al diagnóstico de los conocimientos previos de las y los estudiantes y sus intereses.
- › Adecuar la actividad para focalizarse en el logro de una o más habilidades de pensamiento científico.
- › Modificar los recursos y materiales a usar, de acuerdo a sus posibilidades escolares, cuidando las medidas de seguridad que estos cambios implican.
- › Reemplazar la participación de estudiantes en la experimentación por una demostración o una simulación delante del curso, de manera real o virtual (videos, *software*, entre otros), siempre y cuando se haya considerado la participación activa de los y las estudiantes en otras instancias.
- › Dividir las actividades para aprovechar temporalmente el uso de laboratorios, sala de computación o biblioteca, entre otros, para la investigación documental o el uso y el diseño de modelos.
- › Considerar las sugerencias de las y los estudiantes en su planificación.

Complementación de actividades

Se recomienda que al complementar actividades estas cumplan con las siguientes características:

- › Promuevan el desarrollo de un Aprendizaje Esperado de la unidad.
- › Correspondan a uno o varios indicadores de evaluación sugeridos en el Programa de Estudio.

- › Permitan la propuesta de nuevos Indicadores de Evaluación que facilite la cobertura del Aprendizaje Esperado correspondiente.
- › Contribuyan al desarrollo de una o varias habilidades de pensamiento científico.
- › Favorezcan el desarrollo de Aprendizajes Esperados o actitudes de OFT indicadas en la unidad que los contextualiza.

CURIOSIDAD Y MOTIVACIÓN

Para desarrollar el interés y promover la curiosidad de las y los estudiantes por la ciencia, se sugiere motivarlos mediante la observación y análisis del entorno, fomentando así su alfabetización por medio de situaciones de la vida cotidiana que implican el uso de conceptos y habilidades del sector. La o el docente debe guiarlos a construir conocimientos sobre la base de interrogantes, planificando situaciones de aprendizaje mediadas con preguntas desafiantes y aprovechando las situaciones reales que se dan en la vida cotidiana. Considerando que las respuestas varían según la realidad individual y social de cada estudiante, se sugiere establecer trabajos grupales en que el clima propicie un debate abierto, de confianza y respeto, que vincule las experiencias de enseñanza y aprendizaje de las y los estudiantes con su propia realidad y posibilite el aprendizaje con otros. Esto les permitirá desarrollar un pensamiento crítico e independiente y aprendizajes significativos donde el conocimiento establecido se construye y reconstruye, aludiendo al principio de cambio que caracteriza al conocimiento científico.

CONOCIMIENTOS COTIDIANOS

Para el desarrollo del aprendizaje científico de las y los estudiantes debe considerarse que ya poseen un conocimiento del mundo natural que las y los rodea, además de un conjunto de ideas previas. Dichas ideas previas y preconcepciones son fundamentales para continuar con la construcción de nuevos conocimientos científicos, pues

facilitan su contextualización y les otorgan un mayor significado. A su vez, debe considerarse que, en algunos casos, el saber popular sobre fenómenos científicos, por parte de las y los estudiantes, no coincide con las explicaciones científicas aceptadas, y en otros, las y los estudiantes pueden tener un conocimiento modelado por conceptos científicos que alguna vez se dieron por válidos, pero que han cambiado. También puede ocurrir que el conocimiento cotidiano sea una creencia válida y muy efectiva para desenvolverse en la vida, sin contradecir el conocimiento científico. Debido a estas situaciones, se recomienda a las y los docentes dar un espacio para que las y los estudiantes expresen y expliciten sus conocimientos cotidianos en relación con los Aprendizajes Esperados del Programa y, posteriormente, monitorear en qué medida el nuevo conocimiento está movilizando y enriqueciendo el anterior.

COMPRESIÓN DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA

La enseñanza de la ciencia considera todas las actividades y procesos científicos utilizados para comprender el mundo. Por esto, la o el docente no se debe limitar a presentar los resultados, sino que debe mostrar también el proceso de las investigaciones y descubrimientos científicos que desarrollaron hombres y mujeres para lograrlos, dando oportunidades a las y los estudiantes para comprender que se trata de un proceso dinámico, que el conocimiento se construye paulatinamente, con aciertos y errores, y mediante procedimientos replicables y en un momento histórico particular. Además, las y los estudiantes deben comprender que gran parte del conocimiento científico está basado en evidencia empírica y está sujeto a permanentes revisiones y modificaciones. Debido a ello, se sugiere priorizar las actividades de investigación en que las y los estudiantes pueden construir conocimientos a partir de evidencias empíricas, comprobando ideas preestablecidas,

y que fomentan el conocimiento de argumentos y explicaciones acerca de temas científicos y tecnológicos de interés público. Asimismo, se debe promover la participación en debates y discusiones que permiten desarrollar el pensamiento crítico de las y los estudiantes, al tener la oportunidad de argumentar ideas propias sobre la base de evidencias y de considerar distintas perspectivas e implicancias (morales, éticas y sociales). De este modo, desarrollan la capacidad de tomar decisiones informadas y responsables, de manera autónoma y con los demás.

CIENCIA E INDAGACIÓN

La indagación científica, entendida como un modelo pedagógico para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, se ha constituido en el mundo en una herramienta efectiva para el logro de la alfabetización científica de las y los estudiantes, uno de los propósitos del sector de ciencias naturales. El proceso indagatorio propicia, en las y los estudiantes, el desarrollo de habilidades de pensamiento científico, el trabajo colaborativo y la puesta en práctica de actitudes propias del quehacer científico, permitiéndoles participar activamente en la construcción de sus aprendizajes. Utilizar la indagación científica en el aula como modelo pedagógico desafía a la o el docente a adquirir un rol de mediador que facilita el acceso de las y los estudiantes a la construcción del conocimiento científico a partir de preguntas y problemas científicos, involucrándolos en la búsqueda de respuestas, mediante el diseño y ejecución de investigaciones científicas que permitan contrastar ideas previas, hipótesis y predicciones con resultados. Estas oportunidades de aprendizaje estimulan la participación activa de las y los estudiantes, lo que asegura una mejor comprensión y apropiación de los conceptos aprendidos y su aplicación a su contexto cotidiano. Además, facilitan en las y los estudiantes la comprensión de la ciencia como una actividad humana que impacta en su entorno,

vinculada estrechamente con la tecnología y la sociedad, y los prepara para su participación como ciudadanos desde una mirada crítica, reflexiva e informada.

GRANDES IDEAS

Para abarcar el amplio espectro del conocimiento científico, entregar una visión integrada de los fenómenos y aprovechar mejor el limitado tiempo de aprendizaje, es conveniente organizar y concluir las experiencias educativas en torno a grandes ideas; es decir, ideas claves que, en su conjunto, permitan explicar los fenómenos naturales. Al comprenderlas, se hace más fácil predecir fenómenos, evaluar críticamente la evidencia científica y tomar conciencia de la estrecha relación entre ciencia y sociedad.

CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La actividad científica contribuye al desarrollo de la tecnología y las innovaciones, lo que genera impactos en la sociedad y la vida cotidiana de los individuos. Las investigaciones científicas están orientadas a dar respuesta a problemas presentes en la sociedad y promover mejoras en la calidad de vida de las personas. Por estas razones, la enseñanza de ciencias naturales debe permitir la motivación y el acercamiento de las y los estudiantes al estudio de innovaciones y problemas científicos y tecnológicos que tienen un impacto en la sociedad y el mundo, pues les muestran una finalidad o un resultado práctico, concreto y cercano del conocimiento científico. La o el docente debe enfatizar la relación entre la ciencia, la tecnología y la sociedad cuando las y los estudiantes plantean o identifican preguntas de investigación, analizan evidencias y formulan conclusiones que se asocian a problemas sociales y posibles aplicaciones tecnológicas. Esto les permite comprender que las aplicaciones científicas y tecnológicas provocan consecuencias en los ámbitos social, económico, político, ético y moral.

PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD

Con la enseñanza de las ciencias naturales se pretende que las y los estudiantes construyan aprendizajes con sentido de pertenencia y responsabilidad social, por lo que resulta oportuno considerar la participación de la comunidad local y científica en oportunidades que permitan un acercamiento entre conceptos teóricos y su presencia en tareas sociales, procesos industriales, centros académicos y otras actividades. Es útil, entonces, promover la cooperación entre las y los docentes de ciencias del colegio y profesionales, trabajadores, académicos y personas que pueden contribuir en el proceso educativo.

GÉNERO

Es importante incentivar a las y los estudiantes a ser parte activa de las distintas instancias de clases e interacciones docente-estudiantes. Las y los docentes deben dar estímulos igualitarios para que las y los jóvenes se involucren de la misma manera tanto en los ejercicios prácticos como en las respuestas y preguntas que se generen en clases. Es esperable que estimulen la confianza y la empatía de las y los estudiantes hacia el aprendizaje de las ciencias naturales, por medio de experiencias y situaciones cercanas a sus intereses. Es importante evitar que los y las estudiantes asuman roles diferenciados por género, por ejemplo, que las mujeres sean las responsables de tomar notas, y los hombres, de exponer las conclusiones del grupo.

USO DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC)

El uso de TIC puede colaborar en la enseñanza de las ciencias naturales, pues aumentan en las y los estudiantes la motivación por aprender y promueven el desarrollo de estrategias necesarias para la vida actual, como la colaboración, la comunicación y la búsqueda y recuperación de información. Existe una amplia variedad de tecnologías que se pueden aprovechar en la sala

de clases, como la pizarra digital, computadores, *software*, sitios webs, redes sociales, revistas electrónicas, entre otras. Sin embargo, más que el tipo de tecnología que se utilice, lo importante es el uso que se le puede dar, por lo que el rol del o de la docente es fundamental. La aparición de las redes sociales y la capacidad de trabajar colaborativamente en espacios virtuales ha significado un cambio en el uso de la tecnología que repercute en el proceso enseñanza-aprendizaje. El uso de redes, internet, aplicaciones en teléfonos móviles, y otros, favorece el trabajo colaborativo entre personas que no necesariamente se encuentran en el mismo lugar o en un mismo momento. Se requiere orientar a las y los estudiantes a usar material e información disponible en fuentes confiables, como revistas y diarios científicos, sitios de noticias y divulgación de la ciencia y la tecnología, videos con respaldo de instituciones académicas o recursos del CRA. Además, se debe promover el uso de sitios web y *software* que incluyen material didáctico, como los mapas conceptuales o mentales, crucigramas, presentaciones interactivas, entre otros.

ESTRATEGIAS DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE

Algunas estrategias dentro y fuera del aula que ofrecen a las y los estudiantes oportunidades de experiencias significativas de aprendizaje y que permiten cultivar su interés y curiosidad por la ciencia pueden ser:

- › Observación de imágenes, videos, animaciones, entre otros.
 - › Trabajo en terreno con informe de observaciones, mediciones y registros de evidencias.
 - › Lectura y análisis de textos de interés científico, noticias científicas, biografías de científicos.
 - › Actividades prácticas con registro de observaciones del medio, o experiencias con el cuerpo.
 - › Juegos o simulaciones.
- › Elaboración y uso de modelos concretos (como las maquetas, esquemas, dibujos científicos rotulados, organizadores gráficos) y abstractos (como los modelos matemáticos y juegos didácticos).
 - › Trabajo cooperativo experimental o de investigación en diversas fuentes de información (como el CRA).
 - › Uso de *software* para el procesamiento de datos.
 - › Uso de aplicaciones tecnológicas o internet en proyectos de investigación.
 - › Uso de simuladores y animaciones virtuales de procesos científicos.
 - › Presentación de resultados o hallazgos de investigaciones experimentales o bibliográficas.
 - › Participación en espacios de expresión y debates.
 - › Actividades que conducen a establecer conexiones con otros sectores.
 - › Espacios y actividades de participación y convivencia de las y los estudiantes con el entorno y la comunidad en la cual se encuentra inserto el establecimiento educacional.

USO DE LA BIBLIOTECA ESCOLAR CRA

Se espera que las y los alumnos visiten la biblioteca escolar CRA y exploren distintos recursos de aprendizaje para satisfacer sus necesidades e intereses mediante el acceso a lecturas de interés y numerosas fuentes, así como para desarrollar competencias de información e investigación. Para ello, es necesario que los y las docentes trabajen coordinadamente con los encargados de la biblioteca para que las actividades respondan efectivamente a los Objetivos Fundamentales que se buscan lograr. La biblioteca escolar CRA puede ser un importante lugar de encuentro para la cooperación y participación de la comunidad educativa. Esta puede cumplir la función de acopio de la información generada por docentes y

estudiantes en el proceso de aprendizaje, de manera de ponerla a disposición de todos. Tanto los documentos de trabajo como los materiales concretos producidos pueden conformar una colección especializada dentro del establecimiento.

ORIENTACIONES ESPECÍFICAS DE EVALUACIÓN

La evaluación es una dimensión fundamental de la educación. Consiste en un proceso continuo que surge de la interacción entre la enseñanza y el aprendizaje. Implica, además, recopilar una variedad de información que refleje cómo y en qué medida las y los estudiantes logran los Aprendizajes Esperados. Algunos de los propósitos más importantes de este proceso son:

- › Mejorar el aprendizaje de las y los estudiantes y la enseñanza de las y los docentes.
- › Dar oportunidad a los errores para mejorar procesos y estrategias.
- › Determinar las fortalezas y debilidades de las y los estudiantes.
- › Identificar, considerar y respetar la diversidad de ritmos y formas de aprendizajes de las y los estudiantes.
- › Orientar a las y los estudiantes acerca de los progresos de su aprendizaje, la calidad de su trabajo y la dirección que necesitan tomar a futuro.
- › Guiar a las y los docentes en la implementación del currículum.

¿QUÉ SE EVALÚA EN CIENCIAS?

De acuerdo con los propósitos formativos del sector, se evalúan tanto los conocimientos científicos fundamentales como las habilidades de pensamiento científico, las actitudes y la capacidad para usar todos estos aprendizajes

para resolver problemas cotidianos. Precisamente, se promueve la evaluación de los Aprendizajes Esperados del Programa mediante tareas o contextos de evaluación que den la oportunidad a las y los estudiantes de demostrar todo lo que saben y son capaces de hacer. De esta manera, se fomenta la evaluación de conocimientos, habilidades y actitudes no en el vacío, sino aplicados a distintos contextos de interés personal y social y con una visión integral y holística de la persona como ser individual y social.

DIVERSIDAD DE INSTRUMENTOS Y CONTEXTOS DE EVALUACIÓN

Mientras mayor es la diversidad de los instrumentos a aplicar y de sus contextos de aplicación, mayor es la información y mejor es la calidad de los datos que se obtienen de la evaluación, lo que permite conocer con más precisión los verdaderos niveles de aprendizajes logrados por las y los estudiantes. Asimismo, la retroalimentación de los logros a las y los estudiantes será más completa mientras más amplia sea la base de evidencias de sus desempeños. Por otra parte, es recomendable que las y los estudiantes participen en la confección de instrumentos de evaluación o como evaluadores de sus propios trabajos o del de sus compañeros. Esto les permite entender qué desempeño se espera de ellos y ellas y tomar conciencia y responsabilidad progresiva de sus propios procesos de aprendizaje.

A continuación se señalan algunos instrumentos de evaluación que se sugiere usar en ciencias naturales:

Informe de laboratorio

Permite obtener y usar evidencias de las habilidades de pensamiento científico que las y los estudiantes desarrollan durante una actividad de investigación. Se sugiere utilizar este instrumento de manera focalizada en una o varias partes de las etapas de la investigación

científica. Al generar breves informes en tiempos reducidos, las y los estudiantes se concentran y focalizan solo en algunas habilidades. Asimismo, la o el docente puede retroalimentar el aprendizaje de habilidades de manera oportuna, ya que requiere menos tiempo de corrección. Una modalidad alternativa del informe de laboratorio puede ser el póster.

Rúbricas

Son escalas que presentan diferentes criterios a evaluar, en cada uno de los cuales se describen los respectivos niveles de desempeño. Son particularmente útiles para evaluar el logro de las habilidades en investigaciones científicas, actividades prácticas, presentaciones, construcción de modelos, proyectos tecnológicos, pósteres, diarios murales, entre otros. Se recomienda usarlas desde el inicio de las actividades para permitir a las y los estudiantes comprender qué se espera de ellos.

Formulario KPSI (*Knowledge and Prior Study Inventory*)

Es un formulario o informe que responde una o un estudiante con respecto a lo que cree saber sobre un conocimiento ya enseñado, que se está enseñando o que se va a enseñar. Es útil para el proceso de autoevaluación y para verificar aprendizajes previos.

V de Gowin

Es una forma gráfica de representar la estructura del aprendizaje que se quiere lograr. Ordena los elementos conceptuales y metodológicos que interactúan en una acción experimental o en la resolución de un problema. Es útil para verificar si un estudiante relaciona correctamente las evidencias empíricas y datos con la teoría correspondiente.

Escala de valoración

Mide una graduación del desempeño de las y los estudiantes de manera cuantitativa y cualitativa, de acuerdo a criterios

preestablecidos. Antes de aplicar la escala de valoración, las y los estudiantes deben conocer los criterios que se considerarán. Se recomienda usarla desde el inicio de las actividades para permitir a las y los estudiantes comprender qué se espera de ellos. Este instrumento es útil para evaluar las habilidades de pensamiento científico y las actitudes.

Lista de cotejo

Señala de manera dicotómica los diferentes aspectos que se quieren observar en la o el estudiante o en el grupo; es decir, está o no presente, Sí/No, Logrado/No logrado, entre otros. Es especialmente útil para evaluar si las y los estudiantes desarrollaron habilidades relacionadas con el manejo de instrumentos científicos y la aplicación de las normas de seguridad.

Modelos

Son representaciones mentales, matemáticas o gráficas de algún aspecto del mundo. En muchos casos, permiten revelar la imagen mental que las y los estudiantes desarrollan al aprender de fenómenos y procesos. Usan analogías para expresar y explicar mejor un objeto o fenómeno. Debido a que las representaciones son interpretaciones personales, pueden presentar variaciones. Algunos modelos a considerar son:

- › **MODELOS CONCRETOS**
Muestran la creatividad y el conocimiento; el uso y dominio de vocabulario y procesos de investigación de las y los estudiantes; el uso de diversos materiales, como maquetas, figuras y modelos 3D, entre otros. Son útiles para evaluar los conceptos o procesos más abstractos.
- › **ESQUEMAS Y DIBUJOS CIENTÍFICOS ROTULADOS**
Son instrumentos de registro, descripción e identificación de estructuras y procesos científicos. Por medio de ellos se recoge

información de la o del estudiante relacionada con su nivel de observación, comprensión del proceso representado y uso y dominio del vocabulario.

› ORGANIZADORES GRÁFICOS

Son instrumentos, como los mapas conceptuales o los diagramas, que permiten recoger evidencias importantes del aprendizaje alcanzado por las y los estudiantes. Facilitan el desarrollo de la capacidad para establecer relaciones entre los diferentes conceptos aprendidos. Además de organizar la información y permitir que comprendan los procesos por medio de la relación entre ideas, estos instrumentos desafían a las y los estudiantes a aplicar su máxima creatividad en la síntesis del contenido que aprenden.

› MODELOS MATEMÁTICOS

Son representaciones numéricas, algebraicas o gráficas que sintetizan patrones de comportamiento de variables y las relacionan mediante operaciones matemáticas. Son útiles para procesar datos y evidencias, comprender procesos, expresar proposiciones científicas e integrar las ciencias naturales con otras disciplinas.

Habilidades de pensamiento científico

Las habilidades de pensamiento científico deben desarrollarse de manera transversal a los conocimientos de las ciencias naturales. Estas habilidades han sido integradas en las unidades de los semestres correspondientes, sin embargo, se exponen los Aprendizajes Esperados e Indicadores de

Evaluación por separado, para darles mayor visibilidad y apoyar su reconocimiento por parte de las y los docentes. Asimismo, se sugiere considerar estas habilidades cuando elaboren actividades de acuerdo a los Aprendizajes Esperados del sector.

APRENDIZAJES ESPERADOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO
<p>HPC 01 Analizar y argumentar controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Identifican temas del nivel que son materia de controversias. › Examinan aspectos en conflicto en controversias científicas relacionadas con conocimientos del nivel. › Investigan bibliográficamente y explican las fuentes de discrepancias de opinión en relación con controversias científicas y tecnológicas históricas y actuales.
<p>HPC 02 Determinar la validez de observaciones e investigaciones científicas en relación con teorías aceptadas por la comunidad científica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Verifican la concordancia entre teorías y observaciones en relación con investigaciones científica. › Interpretan las discrepancias entre teorías y observaciones determinando la existencia de errores o fraudulencias de acuerdo a los conocimientos validados por la comunidad científica.
<p>HPC 03 Procesar e interpretar datos provenientes de investigaciones científicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Ordenan datos utilizando procedimientos y medios tecnológicos apropiados. › Grafican y tabulan datos de investigaciones científicas. › Ilustran, por medio de modelos, procesos y resultados de investigaciones científicas. › Explican los resultados de investigaciones relacionándolos con conocimientos en estudio.

APRENDIZAJES ESPERADOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS DE LAS HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

HPC 04

Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.

- › Asocian datos empíricos con teorías y conceptos científicos en estudio.
- › Explican procesos y fenómenos apoyándose en teorías y conceptos científicos en estudio.

HPC 05

Evaluar las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

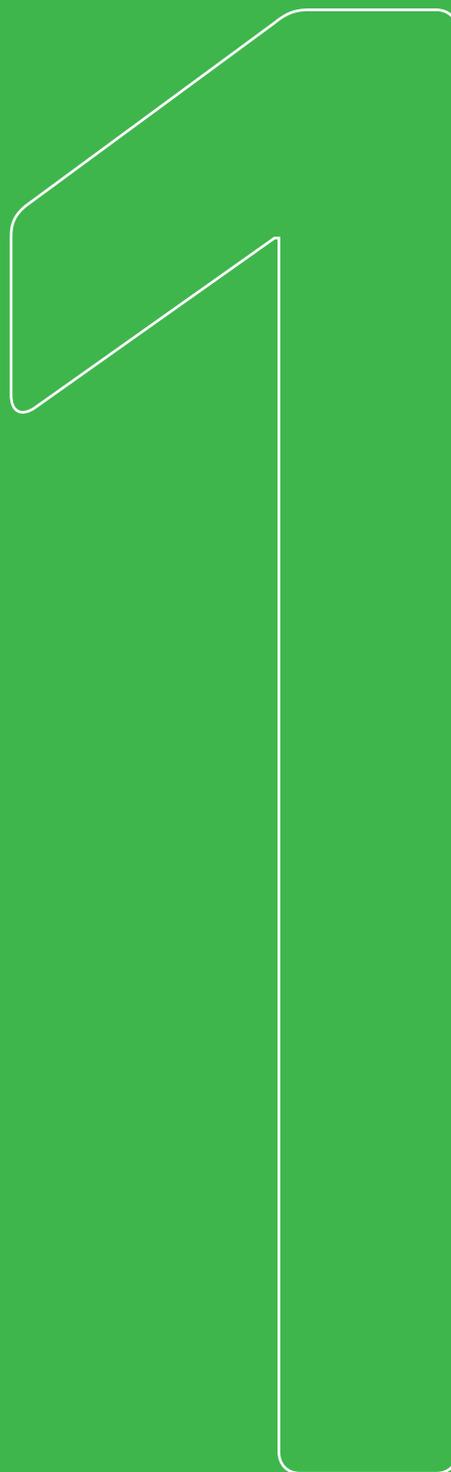
- › Analizan evidencias presentes en controversias públicas científicas y tecnológicas.
- › Elaboran informes de investigaciones bibliográficas sintetizando datos empíricos, informaciones, conclusiones y opiniones en relación con temas en debate de interés público.
- › Argumentan, sobre la base de antecedentes empíricos y teóricos, los diversos impactos en la sociedad de asuntos científicos y tecnológicos que se encuentran en debates de interés público en el ámbito local, nacional e internacional.
- › Realizan debates relacionados con controversias públicas científicas y tecnológicas, argumentando sus opiniones con un lenguaje científico pertinente.

Visión global del año

APRENDIZAJES ESPERADOS POR SEMESTRE Y UNIDAD | CUADRO SINÓPTICO

SEMESTRE 1		SEMESTRE 2	
UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3	UNIDAD 4
Estructura y función de los seres vivos: Expresión y manipulación del material genético	Estructura y función de los seres vivos: Sistema inmune: estructura y función	Estructura y función de los seres vivos: Sistema inmune: enfermedades y tratamientos	Organismos, ambiente y sus interacciones: Problemáticas ambientales
AE 01 Analizar la estructura del ADN y los mecanismos de su replicación que permiten su mantención de generación en generación, considerando los aportes relevantes de científicos en su contexto histórico.	AE 05 Describir el sistema inmune como un sistema fisiológico que protege de infecciones por microorganismos, identificando sus componentes y estructuras anatómicas relacionadas.	AE 07 Analizar relaciones entre alteraciones del funcionamiento del sistema inmune y patologías como el sida, alergias y enfermedades autoinmunes.	AE 09 Analizar aspectos naturales, demográficos, culturales, industriales y económicos, entre otros, de las problemáticas del Cambio Global.
AE 02 Determinar la información que contiene el ADN, en relación con su expresión en ARN y proteínas.	AE 06 Analizar comparativamente el sistema inmune innato y el adaptativo en su respuesta ante infecciones bacterianas, parasitarias y virales y células tumorales, al reconocer lo propio de lo ajeno.	AE 08 Evaluar el aporte de conocimientos científicos sobre el sistema inmune en el desarrollo de terapias como vacunas y tratamientos contra el rechazo de trasplantes.	AE 10 Planificar acciones en respuesta a la pérdida de la biodiversidad, de acuerdo a la biología de la conservación.
AE 03 Demostrar las relaciones entre mutaciones y proteínas en la generación de patologías.			
AE 04 Evaluar las implicancias sociales y ético-morales de aplicaciones de la ingeniería genética.			
26 horas pedagógicas	16 horas pedagógicas	16 horas pedagógicas	18 horas pedagógicas

Semestre



UNIDAD 1

EXPRESIÓN Y MANIPULACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO

PROPÓSITO

En esta unidad los y las estudiantes comprenderán que la estructura del ADN es un modelo al cual no se puede acceder directamente. Analizarán evidencias experimentales para concluir que el ADN es el material genético de la célula y que se replica de manera semiconservativa. El estudio de la replicación del ADN, contextualizado a la fase S del ciclo en células que se encuentran proliferando, les permite comprender la relevancia de este proceso para el organismo en relación con su crecimiento, reparación y renovación de tejidos. Además, las y los estudiantes construirán sus conocimientos proponiendo una definición de “información molecular”, basándose en las características de la molécula de ADN y los mecanismos moleculares que operan tanto en su replicación como en su expresión. Conocerán agentes mutagénicos y aplicarán conocimientos moleculares sobre expresión génica para explicar efectos de las mutaciones tanto a nivel molecular como a nivel del organismo. El análisis de los efectos de las mutaciones a nivel de las proteínas les permitirá concluir que en las mutaciones no hay variaciones en el código, sino en el ADN, lo cual les ayudará en el aprendizaje de los conceptos sobre código genético. También analizarán algunas aplicaciones de la ingeniería genética en relación con las implicancias que tiene en la sociedad y su desarrollo, considerando variables éticas y valóricas, entre otras.

Los conocimientos de esta unidad les permitirán entrenar habilidades de pensamiento científico como la elaboración de modelos, la interpretación de datos y la formulación de explicaciones y conclusiones. Además, los conocimientos a desarrollar en esta unidad les permitirán establecer de mejor forma la relación que hay entre los avances científicos y tecnológicos. Finalmente, estos conocimientos les permitirán evaluar implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran la ingeniería genética, desarrollando en ellos un espíritu crítico y participativo en problemas que son parte de la cotidianidad.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Estructura y función de la célula, biomoléculas, metabolismo celular, cromosomas, fenotipo, genotipo, programa genético, mitosis, meiosis, gametogénesis.

CONCEPTOS CLAVE

ADN, replicación de ADN, horquilla de replicación, ADN polimerasa, helicasa, topoisomerasa, ligasa, fragmentos de Okazaki, hebra líder y hebra rezagada, expresión génica, transcripción, RNA polimerasa, traducción, promotor, maduración del ARN, código genético, mutación, información genética, enfermedades de origen genético, ingeniería genética, organismo modificado genéticamente, terapia génica.

CONTENIDOS

- › El ADN como material genético.
- › Estructura y replicación del ADN.
- › Expresión génica: transcripción y traducción. Código genético.
- › Mutaciones y enfermedades o condiciones genéticas.
- › Ingeniería genética.

HABILIDADES

- › HPC 01: Análisis y argumentación de controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel.
- › HPC 02: Determinación de la validez de observaciones e investigaciones científicas en relación con teorías aceptadas por la comunidad científica.
- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos provenientes de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

ACTITUDES

- › Interés.
- › Perseverancia.
- › Rigor.
- › Responsabilidad.
- › Flexibilidad.
- › Originalidad.
- › Protección del entorno.
- › Pensamiento crítico y reflexivo.
- › Respeto.

APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS

INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS

Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:

Las y los estudiantes que han logrado este aprendizaje:

AE 01

Analizar la estructura del ADN y los mecanismos de su replicación que permiten su mantención de generación en generación, considerando los aportes relevantes de científicos en su contexto histórico.

- › Evalúan las investigaciones científicas relacionadas con el descubrimiento del ADN como material genético, en su contexto histórico.
- › Elaboran un modelo de ADN, a partir de la extracción y observación a ojo desnudo y/o al microscopio óptico de ADN de células vegetales.
- › Establecen relaciones entre el modelo de Watson y Crick e imágenes del ADN obtenidas mediante distintas técnicas.
- › Relacionan la replicación del ADN con la fase S del ciclo celular.
- › Deducen que el mecanismo de replicación del ADN es semiconservativo, a partir del análisis de experimentos clásicos.
- › Nombran las actividades enzimáticas presentes en una horquilla de replicación y su localización y las asocian con sus funciones, incluyendo el sentido de polimerización de las ADN polimerasas.
- › Describen la información molecular contenida en el ADN en relación con su replicación.

AE 02

Determinar la información que contiene el ADN, en relación con su expresión en ARN y proteínas.

- › Elaboran una definición de “información molecular” aplicada a la molécula de ADN, basándose en las características del proceso de transcripción.
- › Caracterizan el ARN mensajero como el único de su tipo a ser traducido, previa “maduración”.
- › Comparan la transcripción con la traducción en términos de su localización subcelular, la naturaleza y el rol de moléculas participantes y resultantes, entre otros.
- › Deducen, a partir de las características de los procesos de transcripción y traducción, que el código genético es un lenguaje molecular de correspondencia entre nucleótidos y aminoácidos.
- › Demuestran, utilizando modelos, que la relación entre el flujo de información genética en la célula y moléculas como polisacáridos y lípidos se basa en la naturaleza de las enzimas.

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p>AE 03 Demostrar las relaciones entre mutaciones y proteínas en la generación de patologías.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Reconocen la relación entre condiciones genéticas comunes, como la anemia falciforme, la hemofilia y el daltonismo, y mutaciones en el ADN. › Relacionan causalmente mutaciones en el ADN con modificaciones en la secuencia de una proteína. › Argumentan la relación causal de una enfermedad con el funcionamiento deficiente de una proteína. › Comparan los roles del entorno y del genotipo en la expresión del fenotipo. › Formulan explicaciones sobre las causas y mecanismos que conllevan a mutaciones en el ADN. › Deducen que las modificaciones en las proteínas resultantes de mutaciones en el ADN se producen sin modificación del código genético.
<p>AE 04 Evaluar las implicancias sociales y ético-morales de aplicaciones de la ingeniería genética.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Comparan las limitaciones técnicas de la genética tradicional con el desarrollo de la ingeniería genética en ámbitos como la producción. › Explican la aplicación de diversas técnicas de ingeniería genética como terapia génica, organismos modificados genéticamente, producción de hormonas y fármacos y secuenciación de genes humanos con fines diagnósticos. › Argumentan la utilidad, ventajas y desventajas de la aplicación de diversas técnicas de ingeniería genética. › Discuten las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas surgidas de la aplicación de diversas técnicas de ingeniería genética, considerando la posición de la sociedad chilena en el contexto global.

OFT

APRENDIZAJES ESPERADOS EN RELACIÓN CON LOS OFT

- › Comprender y valorar la perseverancia, el rigor, el cumplimiento, la flexibilidad y la originalidad.
- › Respetar y valorar las ideas distintas de las propias.
- › Interesarse por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- › Valorar la vida en sociedad.
- › Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- › Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio de igualdad de derechos.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

EXPRESIÓN Y MANIPULACIÓN DEL MATERIAL GENÉTICO

Se sugiere que el o la docente contextualice contenidos de la unidad con temas de interés público, como el uso del conocimiento sobre el ADN de una persona para saber su identidad o identificar el parentesco que puede tener con otras personas, entre otros. Se sugiere evaluar si los procedimientos para identificar personas mediante el ADN observados en algunas películas o seriales televisivas son o no factibles en la realidad, alfabetizando sobre el uso de las diferentes técnicas en respuesta a problemas de la vida cotidiana.

El o la docente puede proponer diversos debates sobre temas que son o han sido parte de la controversia pública, como la reproducción asistida, la identidad genética, la genética en la historia del hombre, el ADN y la herencia, el genoma humano, la genética y la biotecnología, entre otros. A partir de estos debates, el profesor o la profesora promueve el pensamiento crítico, la tolerancia a la opinión de los demás y la rigurosidad científica. Para ello, es importante que estos debates se caractericen por ser reflexivos y que el o la docente explique que los fundamentos deben basarse en la indagación en fuentes confiables de información.

Asimismo, puede ser útil hacer una lista de los alimentos transgénicos que se comercializan en nuestro país y, basándose en esta información, realizar un debate acerca de si es beneficioso o no el consumo de este tipo de alimentos. Para esto, se recomienda exponer las ideas previas de los y las estudiantes respecto del tema y establecer un diálogo reflexivo sobre las oportunidades y desafíos que el tema nos demanda como cuidados informados.

También se sugiere, si es posible, organizar un foro o charlas con especialistas sobre el monocultivo de árboles, especialmente enfocado en aquellas especies manipuladas genéticamente, y tratar el tema de las ventajas y desventajas de dicha manipulación.

HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Esta unidad sugiere el tratamiento de algunos contenidos mediante lecturas científicas. La lectura de textos científicos para aprender a procesar y analizar información es una habilidad que se desarrolla a lo largo de la enseñanza formal y, siendo este el último nivel escolar, se espera una exigencia mayor. Algunas estrategias didácticas para promover el desarrollo de estas habilidades son usar organizadores gráficos para resumir y ordenar las ideas en torno a una lectura, y escribir ensayos e informes con una lógica organizacional propia de las ciencias naturales.

En algunos casos, es recomendable que el profesor o profesora elabore un texto sencillo sobre el modelo del ADN, con un lenguaje de fácil acceso, antes de la investigación en diversas fuentes. Los documentos y artículos referidos al tema suelen utilizar un lenguaje especializado que, probablemente, no es manejado inicialmente por las y los estudiantes. Progresivamente, el o la docente debe promover el uso de un lenguaje científico más apropiado al tema en estudio.

SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

- **Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.**

AE 01

Analizar la estructura del ADN y los mecanismos de su replicación que permiten su mantención de generación en generación, considerando los aportes relevantes de científicos en su contexto histórico.

1. Basándose en sus conocimientos previos, elaboran un mapa conceptual a partir del concepto de ADN. Lo comparten con el curso y reciben retroalimentaciones de su docente.
2. Simulan estar en el siglo pasado y desconocer dónde radica molecularmente la información genética. Revisan investigaciones científicas de Griffith (1928), Avery (1944) y de Hershey y Chase (1952). Se organizan en grupos, según los científicos, e investigan el problema anterior analizando un esquema que grafique cada experimento y sus resultados. Describen e interpretan resultados y responden:
 - a. ¿Cuál es su hipótesis de trabajo?
 - b. ¿Qué modelo utiliza para representar la hipótesis?
 - c. ¿Qué características del diseño del experimento son clave para poner a prueba la hipótesis?
 - d. ¿Cuáles son los controles experimentales?
 - e. ¿Cuál es la conclusión de sus resultados?

Cada equipo expone al curso el experimento en el que trabajó y las respuestas a las preguntas. Con la guía de la o el docente, discuten respecto del conocimiento científico como una construcción humana colectiva, histórica y en transformación.

Observaciones a la o el docente

Es importante que las y los estudiantes noten cómo los resultados de cada experimento sirven de sustento al anterior y que el primero indica que existe un principio transformante, el segundo demuestra que el ADN es el principio transformante y solamente el tercero comprueba que el ADN es el material genético hereditario, ya que es el único en el que ocurre replicación del ADN.

3. De manera colaborativa, investigan cómo extraer ADN de células vegetales. Realizan un experimento usando frutas y/o verduras comunes, reactivos como lavalozas y alcohol, e instrumentos como licuadoras, morteros y filtros. Registran los pasos emprendidos con uso de TIC, si es posible. Finalmente, elaboran un modelo de ADN y lo presentan en clases. Con la guía de la o el docente, llevan a cabo una discusión en la que establecen las limitaciones técnicas observadas para la construcción del modelo.

® Química

4. Investigan y/o leen acerca de los aportes de científicos, como Watson, Crick, Franklin y Wilkins, y sus propuestas de modelo de la estructura del ADN. Luego, observan imágenes del ADN a nivel de microscopía óptica, electrónica y de difracción de rayos X, y las comparan con el modelo propuesto por Watson y Crick. Elaboran una conclusión que incluya los términos “descripción de resultados”, “interpretación de resultados” y “modelo”. Discuten en torno a la validez de las observaciones según los conocimientos aceptados por la comunidad científica.
5. En una lluvia de ideas, según sus conocimientos previos, responden cómo y cuándo se hereda el ADN. Observando e interpretando esquemas del ciclo proliferativo, deducen sobre la herencia del ADN. Contestan las siguientes preguntas: ¿Cuándo debe dividirse una célula? ¿Cuándo debe replicarse el material genético? Registran y comparten sus respuestas con el curso.

Observaciones a la o el docente

Es importante que las y los estudiantes deduzcan que la herencia del ADN ocurre no solo en la formación de un individuo nuevo, sino cada vez que en un individuo se divide una célula (crecimiento, renovación y reparación de tejidos), y que se requiere replicar la molécula antes de cada división celular. Además, deben recordar que en la interfase se encuentra la fase S. Se sugiere nombrar tejidos del organismo en los cuales está ocurriendo permanentemente proliferación celular y, por tanto, replicación del ADN.

6. Analizan esquemas del modelo de la molécula ADN o interactúan con programas digitales y determinan:
 - a. Los monómeros que lo componen.
 - b. El tipo de enlace que los unen entre sí.
 - c. Las direcciones antiparalelas de ambas hebras.
 - d. Las interacciones que se establecen entre ellas.

Responden en una lluvia de ideas cómo imaginan que ocurre la replicación del ADN, de manera que se conserve la información de la molécula. Finalmente, observan y describen esquemas de los modelos conservativo, semiconservativo y dispersivo de la replicación del ADN y los comparan con las ideas por ellos y ellas propuestas.

Observaciones a la o el docente

Algunos recursos interactivos útiles en español pueden encontrarse en:
<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=208051>.
<http://www.biorom.uma.es/contenido/biomodel/model4/dna/index.htm>.
<http://biomodel.uah.es/biomodel-misc/anim/cine/inicio.htm?DNA>).

7. En equipos, reciben esquemas o interactúan con programas digitales que grafican para analizar datos de manera simplificada acerca del experimento de Meselson y Stahl, que prueba el modelo semiconservativo de la replicación del ADN. Discuten entre ellos y manifiestan por escrito el objetivo del experimento, una o dos hipótesis que el diseño experimental permite poner a prueba y la descripción e interpretación de los resultados. Comparan respuestas con otros equipos y las retroalimentan.
8. Analizan el esquema de replicación del ADN en células eucariontes. Identifican las burbujas de replicación como las estructuras celulares en las que está ocurriendo la replicación del ADN. Rotulan esquemas de la horquilla de replicación reconociendo las hebras de ADN parental con sus extremos 5' y 3', la hebra líder y la rezagada, los fragmentos de Okazaki y ARNs partidores. Finalmente, localizan las distintas actividades enzimáticas que participan en el proceso. Registran detalles de la replicación como los nombres de las enzimas que participan en el proceso de replicación del ADN y las funciones que cada una lleva a cabo, en tablas, mapa conceptual o mapa mental.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere tener cuidado con la confusión entre los esquemas de procariontes y eucariontes.

9. Basándose en lo aprendido en Biología en relación con el ADN y en Lenguaje y Comunicación respecto a “información”, escriben un ensayo sobre el concepto “información” en diferentes ámbitos de la vida cotidiana. Discuten la aplicación de este término para referirse al ADN como una molécula que “porta información”.

® Lenguaje y Comunicación

1. De acuerdo a sus conocimientos previos, representan mediante dibujos, esquemas u otro, las moléculas de ADN, ARN y proteínas. Luego, reciben imágenes de distintas representaciones aceptadas por la comunidad científica del mismo tipo de moléculas. Identifican las moléculas con el nombre correspondiente, indicando además los monómeros que las componen. Las ordenan en el sentido del flujo de información en la célula. Intercambian imágenes con un compañero o una compañera, comparan sus registros, argumentan sus respuestas y las corrigen, según corresponda.

® Química

2. Luego de una explicación o lectura respecto del proceso de transcripción del ADN, observan una representación de una secuencia de ADN que señala a una de las hebras como la hebra molde. Escriben la secuencia a partir de los datos del ARN al que daría origen la transcripción de la hebra molde, identificando los extremos 5' y 3' de ella y señalan la dirección en que ocurriría la transcripción en la célula.

Observaciones a la o el docente

Se debe explicar la transcripción del ADN como proceso correspondiente a la síntesis de una molécula de ARN cuya secuencia es complementaria a la secuencia de una hebra de ADN que actúa como “molde”.

3. Considerando el ARN polimerasa como la enzima que cataliza la síntesis de ARN en las células, en una lluvia de ideas, responden si todo el ADN se transcribe simultáneamente en una célula o solo hay regiones que lo hacen. Proponen explicaciones al respecto. A continuación, observan láminas que grafiquen la secuencia de nucleótidos de diferentes genes, en procariontes y eucariontes, alineados según el primer nucleótido que se transcribe. Buscan regiones de similitud entre las secuencias. Describen al curso sus conclusiones, postulando, con la guía del profesor, la existencia de promotores de la transcripción, y los comparan en procariontes y eucariontes.

Observaciones a la o el docente

La ARN polimerasa es la enzima que cataliza la síntesis de ARN en las células (catálisis del enlace fosfodiéster entre monómeros de ribonucleótidos).

4. De manera individual, observan esquemas que representan la estructura del ARN transcrito a partir de un gen, y lo comparan con la estructura del mismo ARN ya maduro en el citosol. Detectan diferencias y las registran por escrito. Intercambian sus anotaciones con un compañero o una compañera, las comparan y corrigen y mejoran sus observaciones.
5. En grupos pequeños, construyen un modelo con diversos materiales reciclados que dé cuenta de cómo podría operar un código a partir de cuatro signos que pueda codificar un mensaje de 20 signos.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere explicar que en el ADN las cuatro bases nucleotídicas son ATCG, y que en el ARN son AUCG. Esta actividad relaciona las cuatro bases nucleotídicas presentes en el ARN con los 20 aminoácidos presentes en las proteínas. Se recomienda complementar la actividad con una explicación o la lectura de un texto que indique que los aminoácidos presentes en las proteínas son 20 tipos diferentes, y que la secuencia de nucleótidos del ARN mensajero se “decodifica” en el lenguaje de aminoácidos.

6. Observan e interpretan esquemas o animaciones de los procesos de transcripción y traducción, describen cuál es la relación de correspondencia entre nucleótidos del ADN y aminoácidos, y elaboran una definición del término “código genético”. Comparten sus respuestas con el curso y las corrigen o mejoran de acuerdo a una puesta en común.
7. Responden mediante una investigación bibliográfica en fuentes confiables: ¿Qué moléculas están codificadas en el ADN? ¿Cuál es la relación entre ellas y las diferentes moléculas que componen a las células? ¿Cómo se relaciona el ADN con los lípidos de las membranas o los polisacáridos que componen las glicoproteínas de las células? Señalan las diferentes funciones de las proteínas en la célula.

AE 03

Demostrar las relaciones entre mutaciones y proteínas en la generación de patologías.

1. Basándose en sus conocimientos previos, hacen un mapa conceptual a partir del concepto de mutación. Lo comparten con sus pares y reciben retroalimentaciones de su docente.

2. En equipos, escriben la secuencia del ARNm derivado de un segmento de ADN dado y la secuencia de aminoácidos de la proteína correspondiente a la traducción del mensajero. Luego, repiten el ejercicio con una secuencia correspondiente al ADN anterior, pero esta vez contiene una mutación. Comparan cada molécula de ADN, ARN y proteína. Cada grupo presenta al curso sus resultados y, guiados por el o la docente, elaboran conclusiones en conjunto.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere trabajar con secuencias y mutaciones como las siguientes:

- › Secuencia original:
TGAGTGTAAGCTAGAGTTACATGAACTAAAAGCTCACT
- › Mutación silenciosa:
TGAGTGTAAGATAGAGTTACATGAACTAAAAGCTCACT
- › Mutación que cambia un aminoácido:
TGAGTGTAAGCTAGAGTTACATGACCTAAAAGCTCACT
- › Mutación en que se “corre” la lectura del ARN mensajero:
TGAGTGTAAGCTAGAGTATACATGAACTAAAAGCTCACT
- › Mutación en que aparece un codón de término anticipado:
TGAGTGTAAGCTAGAGTTACATTAATACTAAAAGCTCACT

3. En una lluvia de ideas, mencionan agentes capaces de producir mutaciones en el ADN. Discuten efectos de las mutaciones, tanto negativos como positivos, a distintos niveles (proteína, célula, organismo). Posteriormente, investigan sobre agentes mutagénicos, mecanismos de reparación del ADN, patologías asociadas a mutaciones, efectos positivos de mutaciones y métodos de prevención de patologías humanas asociadas a agentes cancerígenos. Finalmente, elaboran un afiche o tríptico con el objetivo de educar a la comunidad escolar.

® Química

4. Colaborativamente, investigan en fuentes confiables una enfermedad específica (como anemia falciforme, daltonismo, hemofilia, cáncer de mama, retinitis pigmentosa, retinoblastoma, xeroderma pigmentoso), el modo como se heredan y el rol del ambiente y del genotipo. Exponen al curso y, con la guía de el o la docente, elaboran conclusiones sobre la relación entre mutaciones en el ADN y enfermedades.

Observaciones a la o el docente

Un recurso interesante puede encontrarse en:

<http://bioinformatica.uab.es/genomica/swf/mutacion.htm>).

5. De manera individual, analizan un caso (real o simulado) con diferentes mutaciones (sustituciones, inserciones o deleciones), en que se describen síntomas y características de un paciente. Se les muestra una secuencia de ADN de una región de un gen de un individuo sano y del “paciente”. Las y los estudiantes comparan las secuencias de ADN, escriben las secuencias de los ARN codificados, utilizan una tabla con el código genético para determinar la secuencia de aminoácidos de la proteína en ese segmento del gen y deducen una asociación causal entre la mutación en el ADN y los cambios en una proteína. Responden si la mutación en el ADN modificó el “código genético” y lo fundamentan con evidencias. Escriben sus observaciones y conclusiones y las comparten con sus pares.

Observaciones a la o el docente

A pesar de presentarse mutaciones, el código genético no cambia, ya que es el “lenguaje” con el que las moléculas se corresponden. En otras palabras, la correspondencia entre secuencias de ADN y una de ARNm, y entre la de un ARNm y la de aminoácido no cambian, a pesar de una mutación.

6. Observan esquemas y leen información confiable con respecto a la fenilcetonuria y a la deficiencia en la enzima glucosa-6-fosfato deshidrogenasa. Escriben un informe sobre la relación de la mutación con la deficiencia de la actividad enzimática de una proteína, y cómo esta deficiencia enzimática se relaciona con un fenotipo particular. Destacan el diferente impacto del medio ambiente sobre la expresión del genotipo en cada caso.

AE 04

Evaluar las implicancias sociales y ético-morales de aplicaciones de la ingeniería genética.

1. Exponen lo que entienden por “ingeniería genética” de acuerdo a sus conocimientos previos. Luego, leen o escuchan una definición como la siguiente:
“La ingeniería genética, al igual que las técnicas tradicionales de mejoramiento genético, se centra en la producción de alimentos, animales y plantas que se adapten mejor a las necesidades de los seres humanos, pero difiere de ellas en que manipula directamente los genes del organismo. La ingeniería genética utiliza las técnicas de clonación molecular y transformación para modificar los genes o la estructura y las características de ellos”.

Luego, responden:

- a. ¿Cuál es el objetivo del mejoramiento genético?
- b. ¿En qué difieren los métodos tradicionales de los de la ingeniería genética?
- c. ¿En qué consisten los métodos tradicionales? Nombra algunos ejemplos que conozcas.
- d. ¿Qué ventajas crees que podrían tener las técnicas de ingeniería genética por sobre las tradicionales?
- e. ¿Has escuchado de críticas a las técnicas de ingeniería genética?
- f. ¿Sabes de productos de ingeniería genética que estén presentes en tu vida cotidiana?

Con la guía de la o el docente, se hace una puesta en común. Comparten sus respuestas y las corrigen si es necesario.

2. Elaboran un informe de investigación acerca de las diversas técnicas de ingeniería genética, usando fuentes de información confiables. De manera aleatoria y colaborativa, explican al resto del curso una de ellas con la ayuda de modelos.
3. En una lluvia de ideas, sugieren distintas formas en las que los seres humanos utilizamos las plantas. Leen un párrafo donde se mencionen beneficios y problemas del uso de cultivos transgénicos. Sintetizan los beneficios y desventajas que detectaron en la lectura anterior, además de los intereses que pudieran estar en juego en este tema. Exponen sus respuestas y generan un debate sobre el consumo de alimentos transgénicos.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere la lectura de una noticia de periódico y noticiero virtual como la siguiente:

[http://www.elciudadano.cl/2012/09/25/57612/nuevo-estudio-revela-peligros-de-los-alimentos-transgenicos/.](http://www.elciudadano.cl/2012/09/25/57612/nuevo-estudio-revela-peligros-de-los-alimentos-transgenicos/)

4. Plantean posibles explicaciones a la pregunta: ¿Cómo creen que se genera un vegetal transgénico? Luego, realizan una actividad en un simulador virtual. Registran los pasos de la creación de una planta transgénica.

® Inglés

Observaciones a la o el docente

Usar simuladores virtuales como el siguiente:

<http://www.pbs.org/wgbh/harvest/engineer/transgen.html>.

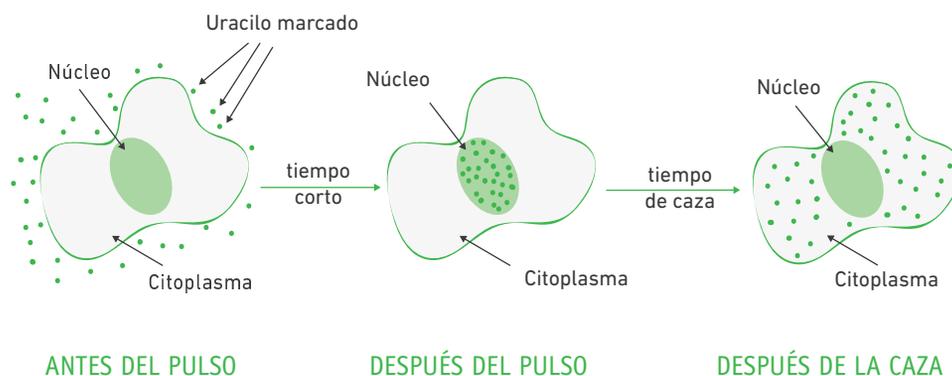
5. Colaborativamente, investigan y elaboran un informe sobre los productos transgénicos de consumo más frecuente en Chile. En su presentación incluyen las respuestas a las siguientes preguntas: ¿Qué problemas para la salud podría traer el consumo de estos productos? ¿Qué efectos nocivos se conocen en relación con el consumo humano de estos productos? Discuten en el curso sus respuestas en un debate mediado por la o el docente.
6. Investigan y presentan sobre la legislación chilena con respecto a transgénicos, uso de semillas, de cultivos, etiquetado de productos, entre otros. Se refieren a las carencias en nuestra legislación y proponen fundadamente, correcciones y mejoras. Discuten en torno a sus respuestas con el resto del curso.
7. Se organizan en dos equipos para debatir sobre las implicancias económicas, sociales y ambientales de los cultivos transgénicos. Presentan por turno cada equipo, uno a favor y otro en contra de dichos cultivos. Finalmente, la o el docente organiza una discusión plenaria para sintetizar los datos y argumentos presentados.

EJEMPLO DE EVALUACIÓN

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p>AE 02 Determinar la información que contiene el ADN, en relación con su expresión en ARN y proteínas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Comparan la transcripción con la traducción en términos de su localización subcelular, la naturaleza y el rol de moléculas participantes y resultantes, entre otros.
<p>HPC 03 Procesar e interpretar datos provenientes de investigaciones científicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Explican los resultados de investigaciones relacionándolos con conocimientos en estudio.
<p>HPC 04 Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Asocian datos empíricos con teorías y conceptos científicos en estudio. › Explican procesos y fenómenos apoyándose en teorías y conceptos científicos en estudio.

ACTIVIDAD PROPUESTA

El siguiente esquema resume un experimento realizado a principio de siglo, en el que se incubaron células en presencia de uracilo marcado radioactivamente (esto se denomina “pulso”) para facilitar su observación al microscopio. Luego de un corto tiempo se observaron las células. Posteriormente, el uracilo marcado del medio fue eliminado, se esperó un tiempo más (llamado “tiempo de caza”) y se volvió a observar las células.



En relación con este experimento y los resultados representados en los dibujos, responda las siguientes preguntas:

- ¿En qué molécula se incorpora el uracilo marcado en la célula?
- ¿Qué proceso celular se evidencia con este experimento?

- c. Describa los resultados observados después del pulso y compárelos con los resultados observados después de la caza.
- d. ¿Qué conclusiones puede obtener de estos resultados?

ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Identifica la molécula orgánica que utiliza uracilo (ARN).	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Asocia la incorporación de uracilo en el ARN con el proceso de transcripción.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Contrasta la ubicación de la marca radiactiva después del pulso con la de después de la caza.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Concluye que el proceso de transcripción ocurre en el núcleo y que, posteriormente, el ARN sintetizado se moviliza al citoplasma.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

N = Nunca logrado

O = Ocasionalmente logrado

CS = Casi siempre logrado

S = Siempre logrado

UNIDAD 2

SISTEMA INMUNE: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

1

U2

PROPÓSITO

En esta unidad se espera que los y las estudiantes reconozcan que las enfermedades infecciosas son causadas por diferentes microorganismos y que el sistema inmune de las personas brinda protección al organismo. Se busca que reconozcan los órganos y estructuras relacionados con el sistema inmune y que distingan entre sistema inmune innato y adaptativo.

Se pretende también que describan el proceso mediante el cual la respuesta inmune opera contra agentes infecciosos y además contra células transformadas, y que comprendan que esto último trae como consecuencia que, al no ser eliminadas, puede provocar cáncer, considerando que el sistema inmune distingue lo propio de lo ajeno (microorganismos o células del organismo modificadas por virus o mutaciones). Respecto del sistema inmune innato, los y las estudiantes investigarán los diferentes componentes y sus mecanismos de acción. Se espera también que, respecto al sistema inmune adaptativo, identifiquen la respuesta celular y humoral, describan las funciones de linfocitos T y B y reconozcan la forma en que son activados y las interacciones entre ellos. Finalmente, se pretende que expliquen fenómenos como la tolerancia y la memoria inmunológica.

Se busca que articulen estos conocimientos con la habilidad de pensamiento científico de explicar resultados de experimentos, y con la de asociar datos empíricos con teorías y conceptos científicos.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Estructura y función de la célula eucarionte y sus organelos, células especializadas, función del sistema circulatorio, biomoléculas.

CONCEPTOS CLAVE

Sistema inmune innato, sistema inmune adaptativo, microorganismos (bacterias, virus, hongos y parásitos), bazo, timo, médula ósea, ganglios linfáticos, vasos linfáticos, leucocitos, neutrófilos, macrófagos, linfocitos T colaboradores, linfocitos T citotóxicos, linfocitos B, antígeno, anticuerpo, selección clonal, memoria, tolerancia.

CONTENIDOS

- › Microorganismos, virus, bacterias, hongos y protozoos parásitos.
- › Sistema inmune innato.
- › Sistema inmune adaptativo.

HABILIDADES

- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos provenientes de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

ACTITUDES

- › Interés.
- › Perseverancia.
- › Rigor.
- › Responsabilidad.
- › Flexibilidad.
- › Originalidad.
- › Autoconocimiento.
- › Higiene.

APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><i>Se espera que las y los estudiantes sean capaces de:</i></p>	<p><i>Los y las estudiantes que han logrado este aprendizaje:</i></p>
<p>AE 05 Describir el sistema inmune como un sistema fisiológico que protege de infecciones por microorganismos, identificando sus componentes y estructuras anatómicas relacionadas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Infieren el rol protector del sistema inmune en situaciones de contagio de enfermedades infecciosas. › Comparan características estructurales de bacterias, virus, hongos y protozoos, y sus respuestas a antibióticos. › Identifican las estructuras anatómicas relacionadas con el sistema inmune y su localización en el organismo. › Relacionan hemograma, leucocitos, sistema inmune e infecciones.
<p>AE 06 Analizar comparativamente el sistema inmune innato y el adaptativo en su respuesta ante infecciones bacterianas, parasitarias y virales y células tumorales, al reconocer lo propio de lo ajeno.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Asocian entre sí algunos componentes esenciales del sistema inmune innato como los tejidos (barreras), especializaciones celulares (cilios), secreciones celulares, actividad fagocítica, sistema de complemento y la fiebre con su rol inmune protector. › Relacionan linfocitos T y B con sus funciones, reconociendo las interacciones entre ellos e incluyendo el mecanismo de selección clonal. › Comparan características del sistema inmune innato y del adaptativo en relación con el origen evolutivo, las células involucradas y la especificidad de la respuesta. › Relacionan la respuesta inmune con la eliminación de células tumorales. › Deducen propiedades del sistema inmune adaptativo, como memoria y especificidad. › Explican la forma en que el sistema inmune diferencia patógenos y células anormales de células sanas, propias del organismo, y lo relacionan con tolerancia inmunológica.

1
U2

OFT	APRENDIZAJES ESPERADOS EN RELACIÓN CON LOS OFT
	<ul style="list-style-type: none"> › Interesarse por conocer la realidad y utilizar el conocimiento. › Comprender y valorar la perseverancia, el rigor, el cumplimiento, la flexibilidad y la originalidad. › Conocerse a sí mismo, sus potencialidades y limitaciones. › Desarrollar hábitos de higiene personal y social; desarrollo físico personal.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

SISTEMA INMUNE: ESTRUCTURA Y FUNCIÓN

Esta unidad es una oportunidad para promover el uso responsable e informado de los medicamentos. Se sugiere debatir a partir de las experiencias previas de las y los estudiantes en relación con las enfermedades infecciosas que han tenido o que conocen. Igualmente, resulta útil recoger información sobre el uso que hacen de los antibióticos, relevando el hecho de que un antibiótico mal usado puede traer consecuencias más graves que el mal que se pretende atacar. De esta manera, la unidad presenta para el o la docente grandes oportunidades de trabajar en torno a la alfabetización y contexto cotidiano, y de promover conductas responsables frente a los medicamentos a los que tenemos acceso, para formar personas capaces de tomar decisiones con fundamentos.

De ser posible, se recomienda gestionar charlas con especialistas del área médica para explicar cómo se determina el grupo sanguíneo de una persona.

Debido a que resulta común escuchar de medicinas o tratamientos alternativos, como la acupuntura y la aromaterapia, se sugiere realizar una actividad (investigación, charla, foro, entre otras) que se refiera a estas terapias para tratar algunas enfermedades infecciosas. Es importante tener cuidado en abordar estos temas con un pensamiento científico y crítico, y no desde la creencia, fomentando en la investigación el uso correcto de la evidencia, distinguiéndola de la opinión. Para ello, es fundamental que la o el docente promueva en los y las estudiantes la capacidad de discriminar y registrar los datos y observaciones de forma objetiva, para el correcto desarrollo de la investigación y, finalmente, el análisis del proceso.

HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Se recomienda la realización de actividades prácticas, como la observación a través de microscopios de células ciliadas y de frotis sanguíneo. En los lugares en que no se cuente con esta tecnología, se puede reemplazar la actividad con la observación de videos que se refieran a lo mismo.

Se sugiere el uso de experimentación y actividades prácticas para facilitar la comprensión de los mecanismos de regulación del cuerpo, al ser herramientas de enseñanza que facilitan que el o la estudiante domine tanto el concepto como el proceso. Es importante que las experimentaciones estén bien estructuradas, tengan sus objetivos bien definidos y que estos sean conocidos por las y los estudiantes. Se sugiere que ellas y ellos trabajen estas actividades con el uso de rúbricas concretas para que, posteriormente, puedan evaluar su propio desempeño.

SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

- Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.

AE 05

Describir el sistema inmune como un sistema fisiológico que protege de infecciones por microorganismos, identificando sus componentes y estructuras anatómicas relacionadas.

1. Nombran enfermedades infecciosas de acuerdo a sus conocimientos previos y las clasifican según los agentes infecciosos (por bacterias, virus, hongos y protozoos). Registran si han estado expuestos a cada una de las enfermedades nombradas y si se han contagiado de ella. En conjunto, analizan sus respuestas y postulan hipótesis para explicar por qué no toda exposición a un agente infeccioso resulta en la adquisición de la enfermedad.
2. Identifican en un esquema las estructuras anatómicas relacionadas con el sistema inmune y las rotulan con sus respectivos nombres. Investigan las funciones específicas de cada estructura y las registran en una tabla de datos.
3. De manera colaborativa y aleatoria, investigan sobre virus, bacterias, hongos y protozoos, abordando sus características estructurales, su clasificación, su relación con enfermedades y las posibles respuestas a tratamientos antivirales o antibióticos, entre otros. Cada equipo expone ante el curso y, con la guía de la o el docente, elaboran un resumen de la información. Finalmente, discuten sobre el uso de antibióticos para el tratamiento de enfermedades contagiosas.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere enfatizar el problema que conlleva el uso de antibióticos de manera desmedida, debido a la automedicación de las personas, y que por los riesgos asociados a este abuso, como la resistencia de microorganismos a los antibióticos, se han generado políticas de venta con recetas médicas.

4. Observan un frotis sanguíneo teñido con tinción de May Grünwald-Giemsa al microscopio óptico o, en su defecto, una fotografía de uno. Realizan un dibujo que esquematice los distintos tipos de células presentes. Luego,

investigan en fuentes confiables las identidades de las células observadas, su lugar de producción en el organismo y sus funciones. Registran la información y la comparten con el curso.

5. Analizan un hemograma normal y uno de un paciente que presenta una infección bacteriana. Describen las principales diferencias observadas entre ambos hemogramas. Diagnostican cuál de los dos hemogramas corresponde a un paciente con una infección y fundamentan su elección. Investigan las funciones de las células cuyos valores son diferentes en ambos casos. Elaboran un mapa conceptual, esquema o mapa mental de la relación entre los niveles celulares de un hemograma y el sistema inmune y las infecciones.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere, por ejemplo, usar un hemograma de un paciente con una infección renal (pielonefritis).

AE 06

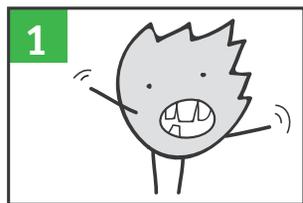
Analizar comparativamente el sistema inmune innato y el adaptativo en su respuesta ante infecciones bacterianas, parasitarias, virales y células tumorales, al reconocer lo propio de lo ajeno.

1. Luego de hacer una lista de estructuras anatómicas del cuerpo humano que cumplen una función inmunitaria, de acuerdo a sus conocimientos previos, las y los estudiantes observan paramecios (protozoos ciliados) utilizando un microscopio óptico de luz o videos. Los dibujan y describen identificando la presencia de cilios. Relacionan sus estructuras con sus movimientos. A partir de esta observación y esquemas, discuten el papel de los cilios en epitelios, como el respiratorio. Relacionan sus observaciones con las barreras físicas del sistema inmunitario innato.
2. De manera colaborativa, llevan a cabo una investigación bibliográfica, en fuentes confiables, sobre otros mecanismos de protección del sistema inmune innato. Diversos equipos trabajan en distintos mecanismos. Finalmente, exponen sus resultados y concluyen diferencias y similitudes de los mecanismos presentados.

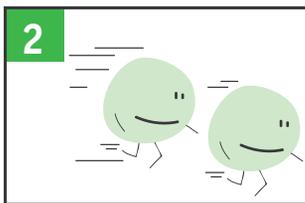
Observaciones a la o el docente

Se sugiere abordar en esta actividad las distintas barreras y mecanismos, como los bioquímicos, celulares o microambientales.

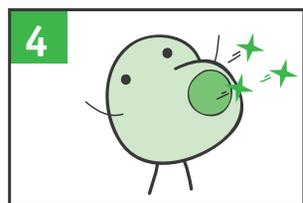
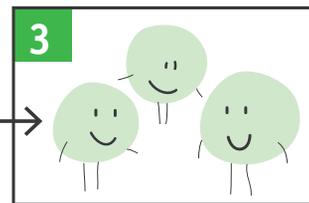
3. Observan figuras como la siguiente caricatura que esquematiza algunos pasos de la respuesta inmune adaptativa. Con ayuda de libros de biología, completan las oraciones y responden preguntas como: ¿Qué enfermedad podría tener una persona en quien está ocurriendo lo que muestra la caricatura? ¿Qué podrías observar en el hemograma de una persona en quien está ocurriendo lo que muestra la caricatura? Si la persona en quien está ocurriendo lo que muestra la caricatura está con tos, ¿qué otras barreras del sistema inmune operaron?



1 Los _____ muestran antígenos a otras células.



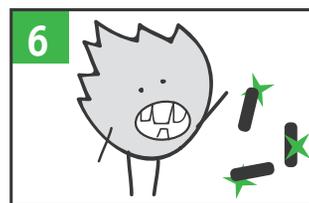
2 Los antígenos activan a los linfocitos T que empiezan a _____.



4 Los linfocitos T activan a los _____ que sintetizan y secretan anticuerpos.

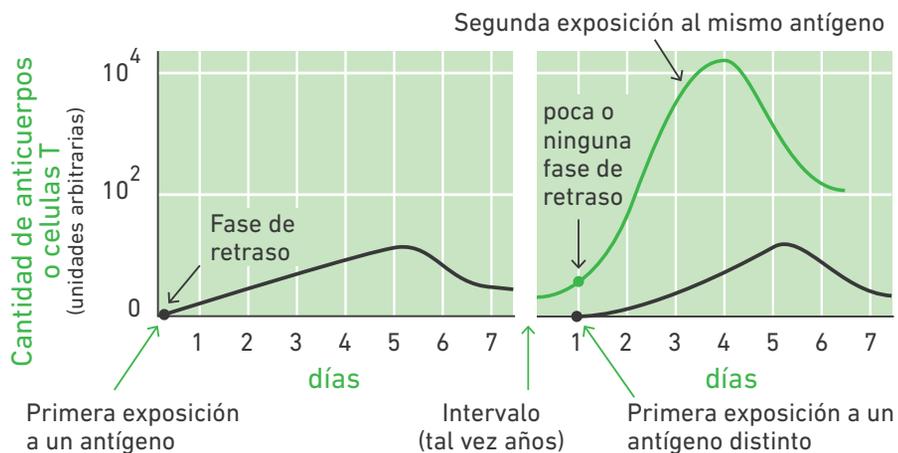


5 Los _____ se unen a las bacterias.

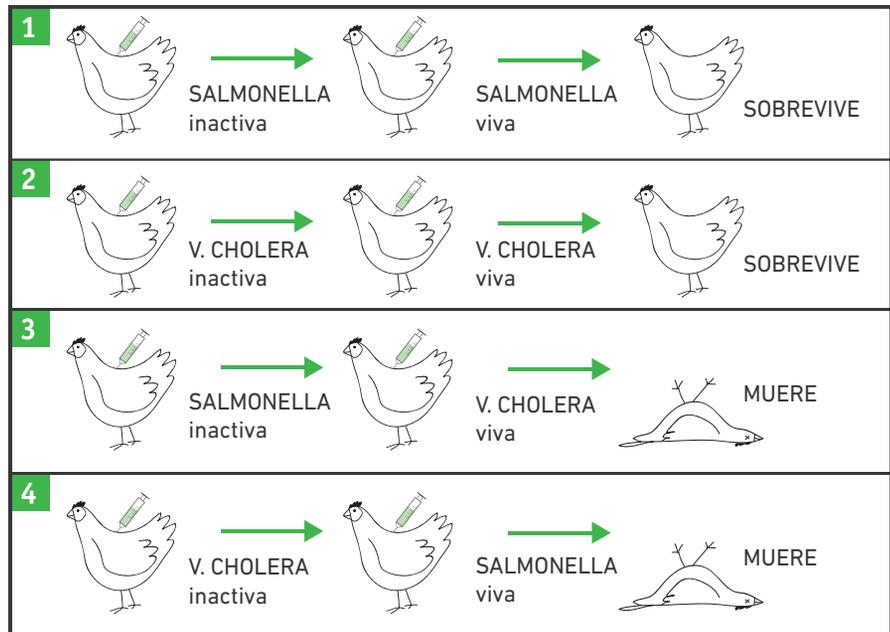


6 Los _____ fagocitan a bacterias con anticuerpos unidos a ellas.

4. Interpretan gráficos de producción de anticuerpos ante una primera y segunda exposición a antígenos, como el siguiente. Registran sus descripciones e interpretaciones, las comparten con el curso y, guiados por el profesor, concluyen la existencia de una memoria inmunológica y proponen un mecanismo explicativo de lo observado.



5. Analizan experimentos con respecto al rol protector de los anticuerpos y de la especificidad de la respuesta inmune específica, como el graficado en el siguiente esquema. Responden preguntas como: ¿Cuál es la variable manipulada en este experimento?; ¿Qué conclusiones pueden obtener de los resultados obtenidos? Relacionan los resultados obtenidos con la producción de anticuerpos. Postulan hipótesis sobre la modalidad de acción de los anticuerpos.



6. De acuerdo a sus conocimientos previos, discuten en torno a la importancia de la sangre y sus células ante situaciones de salud, como operaciones o accidentes. Evalúan las implicancias de las donaciones de sangre. Responden si saben qué grupo sanguíneo tiene cada uno y discuten la importancia de conocerlo, estableciendo la relación entre sistema inmune y rechazo a transfusiones. Guiados por la o el docente, en equipos pequeños, analizan esquemas como el siguiente y concluyen.

Sistema ABO				
Tipo de sangre (genotipo)	A (AA, AO)	B (BB, BO)	AB (AB)	O (OO)
Antígenos (genotipo)				
Anticuerpos (genotipo)			NINGUNO	

Observaciones a la o el docente

Se sugiere complementar la actividad con juegos de tipificación sanguínea como el siguiente (está en inglés): <http://www.nobelprize.org/educational/medicine/bloodtypinggame/game/index.html>.

® Inglés

- Basándose en sus conocimientos previos, explican cómo en condiciones normales el sistema inmune no responde ante las proteínas del propio organismo. Elaboran posibles respuestas. Posteriormente, en equipos, analizan resultados experimentales de trasplantes de piel a ratones adultos y recién nacidos, y deducen la producción de tolerancia inmunológica en etapas tempranas del desarrollo.

Ratón Transplante de piel	
	<p>Ratones recién nacidos no rechazan un injerto de piel que sí es rechazado por otro ratón de la misma cepa adulto.</p>

Observaciones a la o el docente

Se sugiere mencionar que la mayoría de los antígenos son de naturaleza peptídica, aunque también pueden actuar como antígenos moléculas de distintos tipos, como lipopolisacáridos y ADN.

Se puede incorporar a la discusión la tolerancia inmunológica al feto desarrollada durante el embarazo por parte de la madre.

8. Leen un texto como el siguiente:

“El análisis del antígeno prostático específico ha sido usado ampliamente en hombres para detectar el cáncer de próstata. Se usa también en hombres que han sido diagnosticados con dicho cáncer, con el fin de verificar si este ha recurrido después del tratamiento”.

Guiados por la o el docente, las y los alumnos responden qué relación podría tener el cáncer con un antígeno. Postulan hipótesis e investigan sobre el rol del sistema inmune en la eliminación de células transformadas. Exponen ante el curso.

Observaciones a la o el docente

En los siguientes enlaces puede encontrar recursos con texto, esquemas y animaciones sobre el sistema inmune:

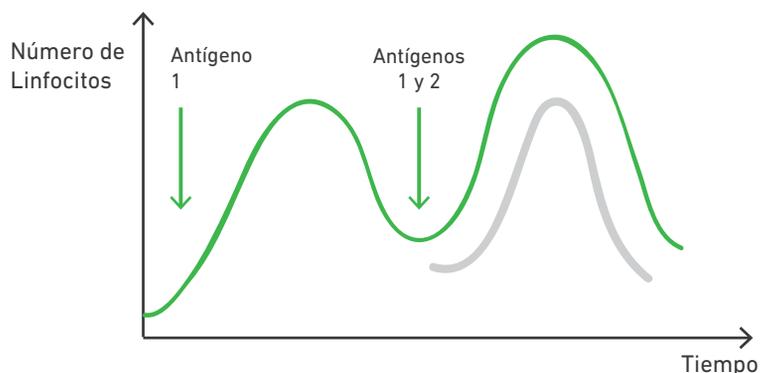
- › <http://recursos.cnice.mec.es/biosfera/alumno/2bachillerato/inmune/contenidos.htm>
 - › <http://cienciasnaturales.es/ANIMACIONESBIOLOGIA.swf> (en español).
 - › <http://atlas.med.uchile.cl/index.html> (en español).
 - › <http://www.bionova.org.es/animbio/> (en español e inglés).
-

EJEMPLO DE EVALUACIÓN

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
AE 06 Analizar comparativamente el sistema inmune innato y el adaptativo en su respuesta ante infecciones bacterianas, parasitarias, virales y células tumorales, al reconocer lo propio de lo ajeno.	<ul style="list-style-type: none"> › Relacionan linfocitos T y B con sus funciones, reconociendo las interacciones entre ellos e incluyendo el mecanismo de selección clonal. › Comparan características del sistema inmune innato y del adaptativo en relación con el origen evolutivo, las células involucradas y la especificidad de la respuesta. › Deducen propiedades del sistema inmune adaptativo, como memoria y especificidad.
HPC 03 Procesar e interpretar datos provenientes de investigaciones científicas.	<ul style="list-style-type: none"> › Explican los resultados de investigaciones relacionándolos con conocimientos en estudio.
HPC 04 Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.	<ul style="list-style-type: none"> › Asocian datos empíricos con teorías y conceptos científicos en estudio. › Explican procesos y fenómenos apoyándose en teorías y conceptos científicos en estudio.

ACTIVIDAD PROPUESTA

El sistema inmune de los vertebrados contiene células especializadas para reconocer la presencia de antígenos. Los linfocitos T y B son muy diversos con respecto a las proteínas de sus membranas que les permiten reconocer los antígenos. Cuando alguna de estas células reconoce un antígeno, experimenta un proceso denominado “selección clonal”, es decir, se divide por mitosis y produce un gran número de células iguales. El siguiente gráfico muestra los resultados de un experimento en que a un ratón se le inyectan dos antígenos en momentos diferentes y se observa la respuesta inmune.



Responda:

- a. ¿Cómo se explica la respuesta inmune en este experimento?
- b. ¿Cómo interpreta la segunda curva más alta para el antígeno 1?
- c. ¿Cómo explica que ante la segunda exposición al antígeno 1 y la primera al antígeno 2 se grafiquen dos curvas? ¿Qué expresan estas dos curvas?

- d. ¿Qué conclusiones puede obtener de estos resultados experimentales? Nombre dos.
- e. Grafique el número de linfocitos en el tiempo ante una exposición al antígeno 1 de un ratón tratado con un medicamento de los que se utilizan contra el cáncer (quimioterapia) y que actúa inhibiendo la replicación del ADN. Justifique su respuesta.
- f. ¿Qué sucederá en el sistema inmune de los pacientes con cáncer en tratamiento con quimioterapia? ¿Cómo será la susceptibilidad de ese paciente frente a infecciones?

ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Identifica que la respuesta inmune se cuantifica por el número de linfocitos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Interpreta el gráfico estableciendo que un nivel más alto de la curva corresponde a un número mayor de linfocitos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Concluye que el mayor número de linfocitos ante una segunda exposición al mismo antígeno es una respuesta de memoria del sistema inmune.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Explica la presencia de dos curvas ante una segunda exposición al antígeno 1 y primera al antígeno 2 como expresión de la especificidad de la respuesta inmune de linfocitos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Grafica curvas planas para ambos antígenos como resultado de la inhibición de la replicación del ADN.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Justifica lo graficado relacionando el aumento de número de linfocitos con la proliferación celular, y la inhibición de la replicación del ADN con la inhibición de la proliferación y, por consiguiente, el no aumento del número de linfocitos ante la exposición a antígenos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Asocian la falta de proliferación con una respuesta inmune deficiente y, por lo tanto, con mayor susceptibilidad a infecciones en los pacientes tratados con agentes quimioterapéuticos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

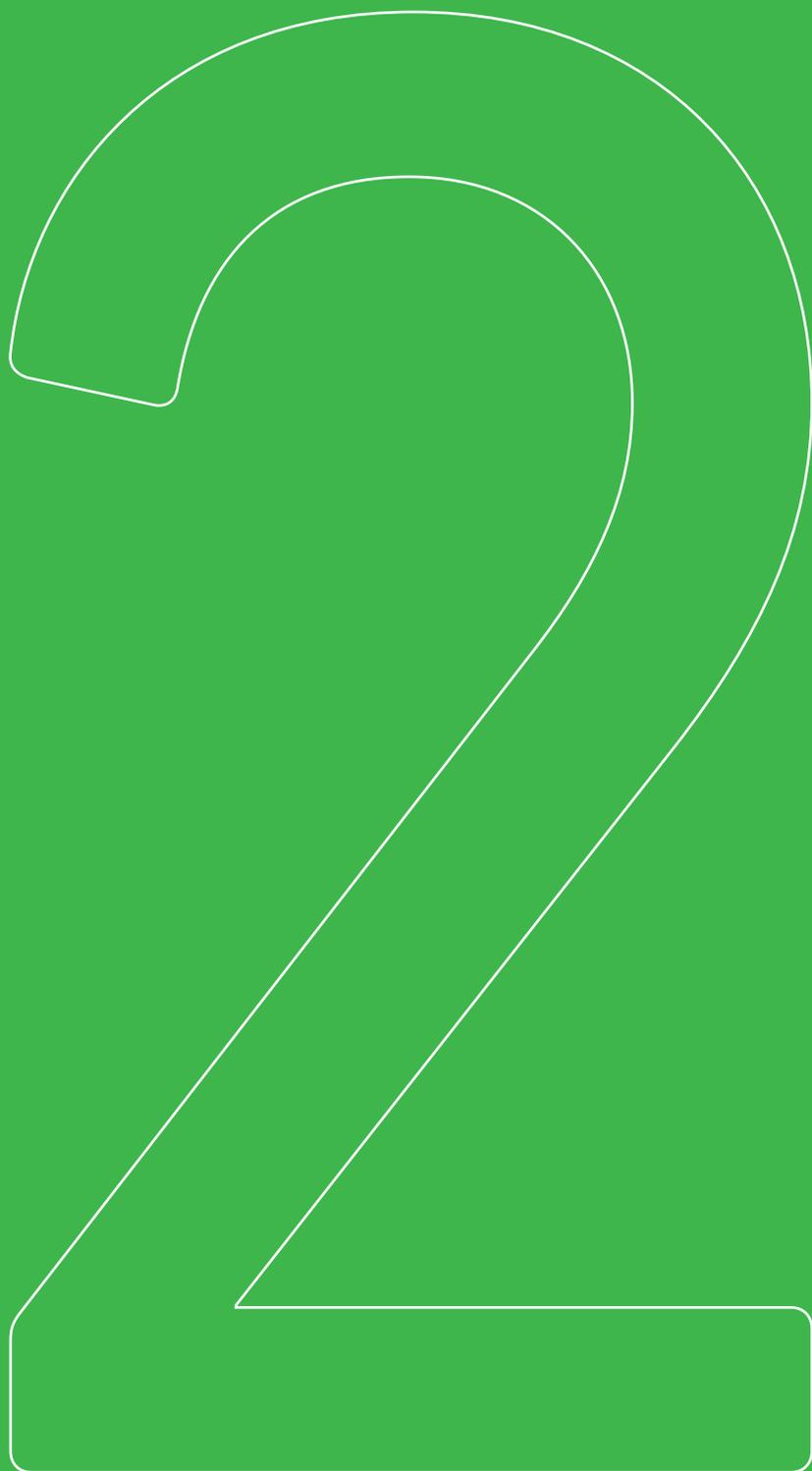
N = Nunca logrado

O = Ocasionalmente logrado

CS = Casi siempre logrado

S = Siempre logrado

Semestre



UNIDAD

SISTEMA INMUNE: ENFERMEDADES Y TRATAMIENTOS

PROPÓSITO

En esta unidad se espera que los y las estudiantes relacionen el sistema inmune de las personas con patologías como las alergias, enfermedades autoinmunes y la inmunodepresión ocasionada por el VIH. También se busca que utilicen los conocimientos sobre el sistema inmune para comprender y explicar la utilidad de las vacunas en la población y del uso de fármacos inmunosupresores como medida de prevención al rechazo de trasplantes. Se pretende que comprendan cómo ocurre el rechazo a los trasplantes y cómo opera, en este caso, el sistema inmune.

Esta unidad también les permite a las y los estudiantes desarrollar sus habilidades argumentativas y de investigación bibliográficas. Además, se espera que participen activamente en debates científicos relativos a encontrar el balance entre beneficios y riesgos en el caso de uso de vacunas, sobre las implicancias de la terapia inmunosupresora y la necesidad de órganos para trasplantes, entre otros.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Estructura y función de la célula eucarionte y sus organelos, células especializadas, prevención de ITS como el sida, función del sistema circulatorio, biomoléculas, sexualidad y reproducción, sistema inmune, anticuerpos.

CONCEPTOS CLAVE

VIH, sida, inmunosupresión, alergia, alérgenos, mastocitos, enfermedades autoinmunes, autoanticuerpos, vacunas, trasplantes, rechazo a trasplantes, histocompatibilidad, fármacos inmunosupresores.

CONTENIDOS

- › Alteraciones del funcionamiento del sistema inmune: sida, alergias, enfermedades autoinmunes.
- › Sistema inmune y terapias: vacunas, rechazo a trasplantes y fármacos inmunosupresores.

HABILIDADES

- › HPC 01: Análisis y argumentación de controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel.
- › HPC 02: Determinación de la validez de observaciones e investigaciones científicas en relación con teorías aceptadas por la comunidad científica.
- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos provenientes de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

ACTITUDES

- › Perseverancia.
- › Rigor.
- › Responsabilidad.
- › Flexibilidad.
- › Pensamiento crítico y reflexivo.
- › Originalidad.
- › Protección del entorno.
- › Interés.
- › Respeto.
- › Autoconocimiento.
- › Higiene.

APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><i>Se espera que los y las estudiantes sean capaces de:</i></p>	<p><i>Las y los estudiantes que han logrado este aprendizaje:</i></p>
<p>AE 07 Analizar relaciones entre alteraciones del funcionamiento del sistema inmune y patologías como el sida, alergias y enfermedades autoinmunes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › En base a la descripción de algunas patologías de origen inmunitario, infieren que la desregulación de la respuesta inmune puede producirse tanto por exceso de respuesta como por carencia o déficit de ella. › Argumentan la relación causal entre la inmunodeficiencia y el VIH. › Explican las alergias como una desregulación del sistema inmune. › Describen características de la respuesta inmune en las enfermedades autoinmunes como lupus, artritis reumatoide, tiroiditis autoinmune y miastenia gravis.
<p>AE 08 Evaluar el aporte de conocimientos científicos sobre el sistema inmune en el desarrollo de terapias como vacunas y tratamientos contra el rechazo de trasplantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Justifican el uso de vacunas en la población. › Argumentan las implicancias sociales, económicas y éticas en controversias públicas en relación con el uso de vacunas. › Discriminan el aporte del conocimiento científico para el desarrollo de la inmunosupresión como tratamiento al rechazo de trasplantes y enfermedades autoinmunes. › Argumentan los usos, beneficios, riesgos y costos de la inmunosupresión como tratamiento al rechazo de trasplantes.

OFT APRENDIZAJES ESPERADOS EN RELACIÓN CON LOS OFT

- › Comprender y valorar la perseverancia, el rigor, el cumplimiento, la flexibilidad y la originalidad.
- › Respetar y valorar las ideas distintas de las propias.
- › Interesarse por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- › Valorar la vida en sociedad.
- › Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- › Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio de igualdad de derechos.
- › Conocerse a sí mismo, sus potencialidades y limitaciones.
- › Desarrollar hábitos de higiene personal y social; desarrollo físico personal.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

SISTEMA INMUNE: ENFERMEDADES Y TRATAMIENTOS

Para el desarrollo de esta unidad es recomendable que el profesor o profesora promueva debates y espacios de intercambio de ideas y opiniones en relación con temas como el tratamiento de patologías como el VIH, alergias y enfermedades autoinmunes. Se pueden realizar actividades en torno a películas y/o videos documentales que abordan la patología del VIH. El o la docente debe elegir con antelación el recurso que mejor atienda a las necesidades e intereses de las y los estudiantes.

De existir la posibilidad, sería útil concertar y realizar foros y/o charlas con especialistas, organizaciones y personas afectadas por patologías como las alergias, el VIH y otras, así como para el caso de pacientes trasplantados. Respecto de la sugerencia anterior, si se dispone de la tecnología adecuada, se podría organizar sesiones de videoconferencia con especialistas, organizaciones y personas de otros lugares.

También se recomienda que se promueva la lectura de informaciones diarias, en la prensa escrita u otro medio de información, confeccionando una bitácora o álbum que incluya noticias actualizadas sobre temas asociados a las patologías mencionadas anteriormente y a la tecnología de los trasplantes.

HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Los temas de la unidad promueven el análisis, la argumentación y la evaluación de implicancias sociales, económicas y éticas, entre otras, de enfermedades como el sida. Esto demanda también una actitud respetuosa y abierta por parte de las y los estudiantes. Para llevar a cabo estas habilidades, se sugiere el uso de estrategias didácticas, como la búsqueda de información relevante, la elaboración de resúmenes y la presentación de afiches y modelos.

SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

- Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.

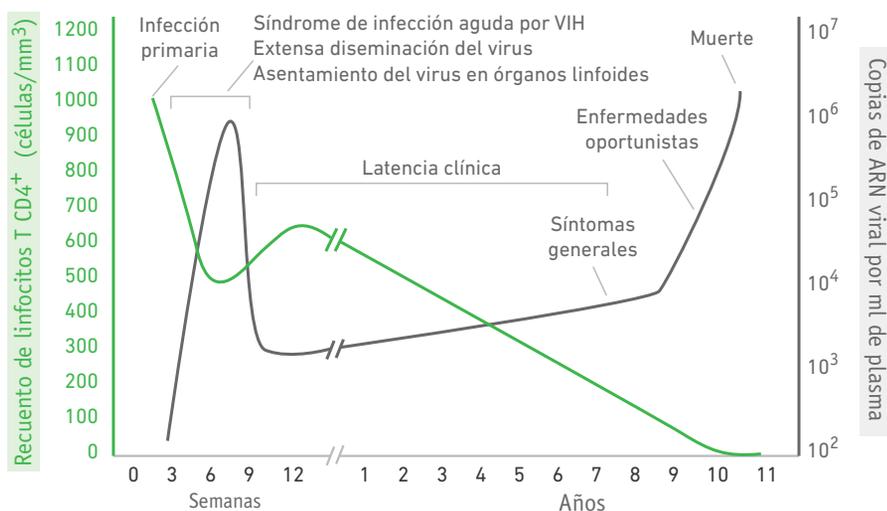
AE 07

Analizar relaciones entre alteraciones del funcionamiento del sistema inmune y patologías como el sida, alergias y enfermedades autoinmunes.

1. Basados en sus preconcepciones, hacen una lluvia de ideas respondiendo cómo podría una alteración del sistema inmune (“una baja de las defensas”) afectar la salud en lugar de protegerla. Ejemplifican con distintas situaciones, como enfermedades autoinmunes e inmunodeficiencia. En conjunto, y guiados por la o el docente, concluyen mediante análisis que existen patologías que se producen por exceso de respuesta inmune, y otras, por disminución de la respuesta.
2. Investigan bibliográficamente en diversas fuentes y responden:
 - › ¿Cuál es la función de los linfocitos T CD4?
 - › ¿Qué significa la sigla SIDA?
 - › ¿Qué relación hay entre el VIH diferenciado y sida?
 - › ¿Cuáles son las manifestaciones clínicas del sida?
 - › ¿Cuáles son las formas de contagio y prevención?

Presentan lo investigado con uso de TIC o en un afiche. Con la guía de la o el docente, elaboran un resumen de la información.

3. Observan y analizan datos de un gráfico, como el siguiente, que muestre niveles de VIH y de linfocitos T CD4 en el tiempo, en individuos infectados con el Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH). Interpretan el gráfico explicando la relación entre las variables en estudio.



4. Elaboran y aplican una encuesta de salud a diez personas que no sean parientes entre sí. Registran entre los encuestados quiénes presentan alergias, cuáles son sus síntomas y cuáles los agentes que las desencadenan (alérgenos). Procesan los datos obtenidos y formulan conclusiones. Elaboran un informe de investigación o un póster para presentarlo al curso. Explican los resultados con la ayuda de un mapa conceptual, relacionando la información obtenida con los conceptos “alérgeno”, “anticuerpo del tipo IgE” y “mastocitos”.
5. Realizan una investigación bibliográfica sobre enfermedades autoinmunes como lupus, artritis reumatoide, tiroiditis autoinmune y miastenia gravis. Diversos equipos trabajan en distintas enfermedades. Finalmente exponen sus resultados y concluyen diferencias y similitudes de las enfermedades presentadas en relación con el rol del sistema inmune.

AE 08

Evaluar el aporte de conocimientos científicos sobre el sistema inmune en el desarrollo de terapias como vacunas y tratamientos contra el rechazo de trasplantes.

1. Basándose en sus conocimientos previos, elaboran un mapa conceptual a partir del concepto de vacunas. Lo comparten con el curso y reciben retroalimentaciones de su docente. Luego, analizan el experimento de Edward Jenner (1749-1823) en relación con la viruela. Discuten en torno a la investigación científica, sus implicancias éticas y lo que se consideraba aceptado por la comunidad científica en la época. Concluyen acerca de los inicios de la inmunización como una práctica de salud pública.
2. De manera individual, observan un video o animación sobre las vacunas y, luego, responden las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué componentes del sistema inmune celular y humoral participan en la protección obtenida con las vacunas?
 - b. ¿Qué diferencias habría entre vacunar a un individuo con un antígeno y transferirle anticuerpos obtenidos de otro individuo que se repuso de la enfermedad?
 - c. ¿Por qué es tan difícil obtener vacunas contra ciertos virus como el VIH?

A continuación, intercambian respuestas con sus pares y las mejoran o ajustan. Luego, la o el docente guía una discusión para lograr consensos.

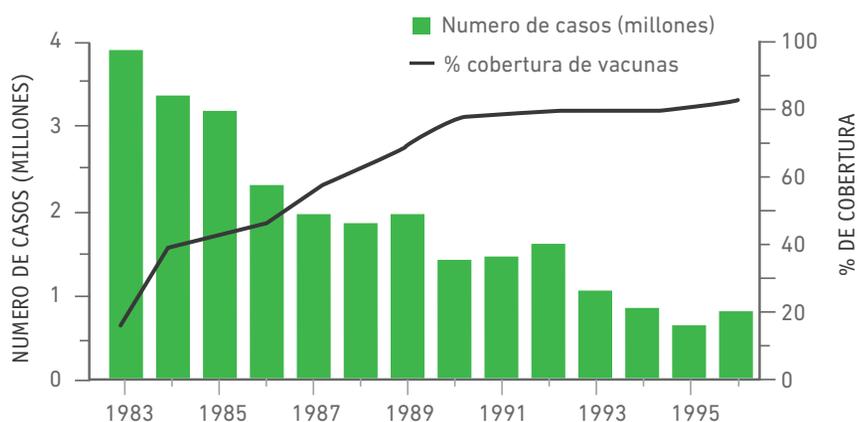
Observaciones a la o el docente

Un recurso audiovisual adecuado para esta actividad puede encontrarse en:

http://ww2.educarchile.cl/UserFiles/P0024/File/skool/European_Spanish/Junior_Cycle_Level_1/biology/vaccines/index.html.

3. Averiguan en su familia si han sido vacunados y contra qué enfermedades. Analizan e interpretan gráficos sobre enfermedades infecciosas y la cobertura de vacunas, como el que se presenta a continuación, el cual muestra el número de casos de individuos con sarampión en el mundo en relación con la cobertura de la vacunación en la población mundial. Colaborativamente, elaboran conclusiones sobre el rol de las vacunas en la salud de las personas.

Número de casos de sarampión reportados y cobertura de vacunas de sarampión - Entre 1983 y 1996 mundialmente



Reportado para la sede de la Organización Mundial de Salud en Ginebra, Suiza, el 29 de agosto de 1997.

4. Investigan bibliográficamente y elaboran un informe sobre las vacunas y sus usos en la población. Discuten con sus pares de acuerdo a las evidencias encontradas. Se dividen en dos equipos, uno a favor y el otro en contra de las vacunas, y realizan un debate en relación con las implicancias sociales, éticas y económicas de su uso para la prevención de enfermedades contagiosas.

Observaciones a la o el docente

Una variante del debate puede ser defender la necesidad de vacunar a la población contra todas las enfermedades infecciosas versus la necesidad de vacunar a la población solo contra algunas enfermedades contagiosas.

Algunos estudiantes o miembros de la comunidad escolar pueden ser público del debate, en el cual deberán expresar su opinión, indicando los argumentos más convincentes sobre alguna posición.

5. Luego de hacer una lluvia de ideas acerca de lo que entienden por trasplante, investigan al respecto en fuentes confiables y contestan las siguientes preguntas:
 - a. ¿Cuáles son los trasplantes más frecuentes?
 - b. ¿Dónde se hacen trasplantes en nuestro país?
 - c. ¿Qué dice la legislación chilena sobre los trasplantes?
 - d. ¿De qué manera responde el sistema inmune al órgano trasplantado y cómo se previene dicha respuesta?

Exponen sus respuestas y discuten sobre las implicancias económicas, sociales, éticas, entre otras, que conllevan los trasplantes.

Observaciones a la o el docente

Puede encontrar estadísticas a nivel nacional en:
http://web.minsal.cl/introduccion_trasplantes.

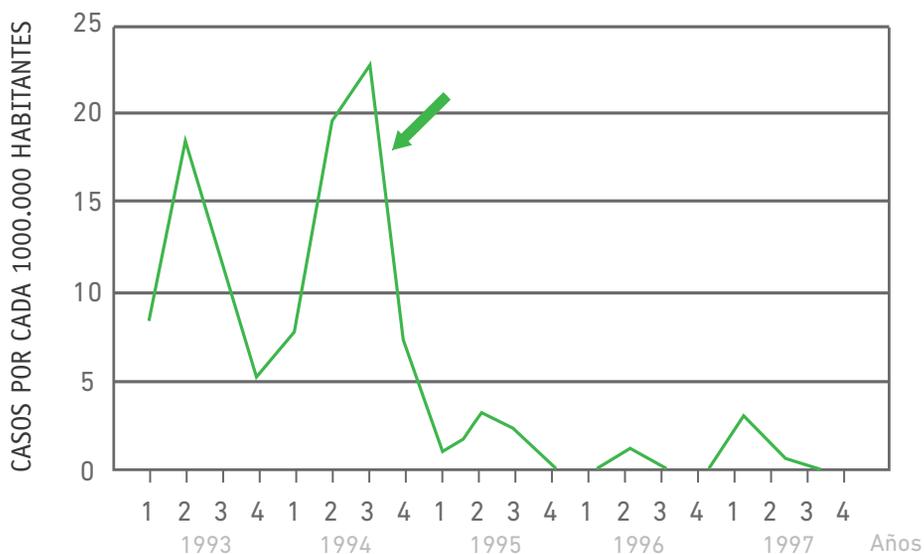
6. Hacen una lluvia de ideas respecto a los casos en que podría ser beneficioso para un individuo suprimir o disminuir su respuesta inmune. Luego de una breve investigación, evalúan en una discusión las ventajas y desventajas de la inmunosupresión y sus implicancias sociales, económicas y éticas. Concluyen, de manera colaborativa, elaborando un esquema, mapa conceptual o mapa mental.

EJEMPLO DE EVALUACIÓN

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p>AE 08 Evaluar el aporte de conocimientos científicos sobre el sistema inmune en el desarrollo de terapias como vacunas y tratamientos contra el rechazo de trasplantes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Justifican el uso de vacunas en la población.
<p>HPC 03 Procesar e interpretar datos provenientes de investigaciones científicas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Explican los resultados de investigaciones relacionándolos con conocimientos en estudio.
<p>HPC 04 Formular explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Asocian datos empíricos con teorías y conceptos científicos en estudio. › Explican procesos y fenómenos apoyándose en teorías y conceptos científicos en estudio.

ACTIVIDAD PROPUESTA

El siguiente gráfico corresponde al número de casos de una enfermedad infecciosa por cada 100.000 habitantes en el transcurso de cinco años.



Basándose en este gráfico, realice las siguientes actividades y responda las preguntas:

- Describa lo observado y postule una hipótesis que explique el cambio que se percibe a partir del momento que indica la flecha.
- ¿Qué tipo de agente infeccioso podría ser el causante de estos casos?

- c. ¿Cómo se encuentran los anticuerpos contra el agente infeccioso en la población total antes y después del momento indicado con la flecha?
- d. Confeccione un mapa conceptual que relacione la hipótesis elaborada con: sistema inmune, selección clonal, linfocitos B, anticuerpos, antígeno, número de casos por 100.000 habitantes.

ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Identifica que el número de casos por cada 100.000 habitantes presenta alzas y descensos a lo largo del tiempo, observando una fuerte disminución a partir del año 1995.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Formula una hipótesis como una afirmación que puede ser puesta a prueba.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Reconoce un microorganismo como el agente infeccioso.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Determina que los niveles de anticuerpos se encuentran probablemente en mayor cantidad después del momento indicado con la flecha.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
El mapa conceptual contiene los seis términos indicados y los conceptos considerados en la hipótesis planteada. Estos están conectados entre sí por palabras enlace.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

- N** = Nunca logrado
- O** = Ocasionalmente logrado
- CS** = Casi siempre logrado
- S** = Siempre logrado

UNIDAD 4

PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

PROPÓSITO

Esta unidad busca que las y los estudiantes creen conciencia medioambiental mediante el estudio de algunas problemáticas ambientales, como el Cambio Global, el cambio climático, las alteraciones de la biodiversidad y la contaminación ambiental. El contenido de la unidad está enfocado en la alfabetización sobre problemas de nuestro sistema medioambiental debido a patrones de conducta controlables. Es relevante que los y las estudiantes contextualicen el daño de acuerdo a las zonas geográficas del país y los recursos que se ven mermados. Para ello, es importante que el o la docente promueva iniciativas y proponga ideas, fundamentadas en las causas y efectos, para establecer medidas de cambio desde la comunidad escolar.

Se espera que los y las estudiantes aprendan acerca de los daños causados a la biodiversidad, identificando causas, como el crecimiento poblacional y la tasa de consumo de las personas. Además, se busca que analicen y reflexionen en torno a las responsabilidades personales y colectivas, investigando y proponiendo medidas de adaptación y mitigación de estas problemáticas, como el manejo sustentable de recursos renovables.

La unidad fomenta el desarrollo de ciertas habilidades científicas, como la evaluación de las diversas implicancias de las problemáticas ambientales y la participación en debates sociales, en los que los y las estudiantes deben argumentar basándose en conocimientos científicos, como los cambios en conductas y hábitos necesarios para garantizar condiciones de vida de calidad a las futuras generaciones.

CONOCIMIENTOS PREVIOS

Ciclos biogeoquímicos, cadenas y tramas tróficas, transferencia de energía y materia, bioacumulación de sustancias químicas, características de las poblaciones y los factores que las condicionan, efectos de la actividad humana en la biodiversidad y en el equilibrio de los ecosistemas.

CONCEPTOS CLAVE

Cambio Global, efecto invernadero, cambio climático, contaminación ambiental, biodiversidad, especies nativas, recursos naturales y energéticos, desarrollo sustentable.

CONTENIDOS

- › Calentamiento de la Tierra.
- › Contaminación ambiental.
- › Sustentabilidad ambiental.
- › Biología de la conservación.
- › Biodiversidad.
- › Calidad de vida.
- › Niveles de consumo.
- › Fuentes energéticas alternativas.

HABILIDADES

- › HPC 01: Análisis y argumentación de controversias científicas contemporáneas relacionadas con conocimientos del nivel.
- › HPC 02: Determinación de la validez de observaciones e investigaciones científicas en relación con teorías aceptadas por la comunidad científica.
- › HPC 03: Procesamiento e interpretación de datos provenientes de investigaciones científicas.
- › HPC 04: Formulación de explicaciones, apoyándose en las teorías y conceptos científicos en estudio.
- › HPC 05: Evaluación de las implicancias sociales, económicas, éticas y ambientales en controversias públicas que involucran ciencia y tecnología.

ACTITUDES

- › Perseverancia.
- › Rigor.
- › Responsabilidad.
- › Flexibilidad.
- › Originalidad.
- › Protección del entorno.
- › Pensamiento crítico y reflexivo.
- › Interés.
- › Respeto.

APRENDIZAJES ESPERADOS E INDICADORES DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
<p><i>Se espera que las y los estudiantes sean capaces de:</i></p>	<p><i>Los y las estudiantes que han logrado este aprendizaje:</i></p>
<p>AE 09 Analizar aspectos naturales, demográficos, culturales, industriales y económicos, entre otros, de las problemáticas del Cambio Global.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Procesan e interpretan datos del crecimiento poblacional, los niveles de vida humana, las actuales tasas de consumo de energía y recursos naturales, en relación con sus impactos en las problemáticas del Cambio Global. › Explican cómo las conductas humanas han afectado a la biodiversidad global y a los ecosistemas. › Determinan la huella ecológica, identificando conductas desfavorables para el medio ambiente. › Investigan los conceptos del Cambio Global: cambio climático, pérdida de la biodiversidad, incremento de la población humana, cambio del uso del suelo, contaminación ambiental, uso de recursos y tecnologías, entre otros. › Identifican amenazas a la biodiversidad y al equilibrio de los ecosistemas, como los desastres naturales, la pérdida de hábitat, la contaminación, el cambio climático, la introducción de especies foráneas y la sobreexplotación de recursos.
<p>AE 10 Planificar acciones en respuesta a la pérdida de la biodiversidad, de acuerdo a la biología de la conservación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> › Describen que las relaciones entre organismos generan estabilidad en los ecosistemas, pero que pueden ser alterados por los efectos del Cambio Global. › Describen la biología de la conservación como disciplina científica interdisciplinaria en respuesta a la pérdida de la biodiversidad. › Explican acciones para la conservación de la biodiversidad, como la creación de políticas ambientales, la protección de especies y sus hábitats y el uso sustentable de recursos naturales. › Debaten en torno a las decisiones de estilos de vida que afectan tanto social como individualmente el bienestar de las personas (por ejemplo, respecto al uso de la energía y los recursos naturales). › Evalúan y argumentan acciones para enfrentar las problemáticas del Cambio Global contextualizadas en situaciones de país, como el uso de la energía y los recursos naturales. › Proponen acciones para preservar la biodiversidad del entorno a nivel personal, del hogar y de la comunidad escolar.

OFT

APRENDIZAJES ESPERADOS EN RELACIÓN CON LOS OFT

- › Comprender y valorar la perseverancia, el rigor, el cumplimiento, la flexibilidad y la originalidad.
- › Respetar y valorar las ideas distintas de las propias.
- › Interesarse por conocer la realidad y utilizar el conocimiento.
- › Valorar la vida en sociedad
- › Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano.
- › Conocer, comprender y actuar en concordancia con el principio de igualdad de derechos.

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS PARA LA UNIDAD

PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

En esta unidad, el estudio y la comprensión de las problemáticas del Cambio Global están basados en investigación, análisis, discusión y debates. Se sugiere a la o el docente utilizar mapas conceptuales, diagramas, dibujos y otros instrumentos didácticos que permiten relacionar los conceptos claves. Además, por medio de la elaboración de modelos y afiches, es posible estimular la comunicación de conclusiones en relación con la actividad humana y propuestas de acciones para la toma de conciencia de la comunidad escolar de sus hábitos, y así contribuir positivamente a la huella ecológica.

Se recomienda, además, el estudio de casos reales, como ecosistemas cercanos a las y los estudiantes, pues es una herramienta efectiva para motivarlos, incentivar su curiosidad y desarrollar su creatividad, además de hacerlos conscientes sobre su comportamiento, sus hábitos de vida y sus decisiones diarias que afectan el medio ambiente.

HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO

Esta unidad permite trabajar varias de las habilidades científicas que considera el nivel, especialmente, la evaluación de implicancias de diferente naturaleza de problemáticas ambientales, analizando evidencias presentes en controversias públicas científicas. Los y las estudiantes podrán desarrollar y poner en práctica el pensamiento crítico mediante discusiones y debates, argumentando sus opiniones, basándose en conocimientos científicos y usando lenguaje pertinente. Además, podrán exponer sus conclusiones en informes escritos y exposiciones, poniendo en práctica sus habilidades comunicativas.

SUGERENCIAS DE ACTIVIDADES

- **Las sugerencias de actividades presentadas a continuación pueden ser seleccionadas, adaptadas y/o complementadas por la o el docente para su desarrollo, de acuerdo a su contexto escolar.**

AE 09

Analizar aspectos naturales, demográficos, culturales, industriales y económicos, entre otros, de las problemáticas del Cambio Global.

1. Basándose en sus conocimientos, contestan la interrogante:
¿Qué necesidades tiene la población en medicina, educación, suministro energético, alimentación, disponibilidad de agua, entre otros recursos? Hacen una lista, la comparten con sus pares y la complementan. Analizan e interpretan datos sobre el crecimiento poblacional humano en los últimos 50 años. Comparten sus resultados con el resto del curso. Discuten las posibles causas del crecimiento poblacional mundial y construyen una lista de causas que nace de la discusión entre el curso. Enfatizan en aquellas que tienen relación con los niveles de vida actual.

Observaciones a la o el docente

Puede usar un gráfico de crecimiento poblacional humano como el de este recurso:

<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=94965>.

2. Observan un video acerca del consumo humano y hacen una lista de los impactos que la actividad humana genera en el medio ambiente. Relacionando las conclusiones de la actividad anterior, discuten sobre los aspectos culturales, tecnológicos y económicos, entre otros, de los impactos sobre el medio ambiente. Con la guía de la o el docente, elaboran un mapa conceptual que relacione el crecimiento poblacional, sus causas, sus necesidades de recursos y los posibles impactos en el medio ambiente. Lo comparten con sus pares y lo complementan a partir de retroalimentaciones.

Observaciones a la o el docente

Se recomienda el siguiente extracto de video de la National Geographic, disponible en Youtube:

<https://www.youtube.com/watch?v=vKLCXHLi98>.

3. Observan dos imágenes, como fotografías o pinturas, que muestran la evolución del entorno en el tiempo. Las comparan usando un diagrama de Venn, y describen el estado del entorno y su biodiversidad, el avance de tecnologías u otros elementos de la modernidad. Escriben una conclusión argumentando sus afirmaciones en relación con las conductas humanas en el entorno.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere usar fotografías o pinturas del entorno cercano a los y las estudiantes, de su región o ciudad. Esta actividad puede vincularse con Artes Visuales, si se usan algunas obras de arte como las de la exposición *Puro Chile: paisaje y territorio*, disponible en <http://www.ccplm.cl/sitio/2014/puro-chile/>.

En esta exposición, se destacan las obras *El valle de Santiago visto desde Peñalolén* (1853) de Alessandro Ciccarelli, y *Palma 032 de la serie Cuasi Oasis* (2012) de Sebastián Mejía.

4. Usando *software* y simuladores en línea, determinan la huella ecológica de su hogar. Identifican qué acciones personales podrían contribuir a reducir la huella ecológica, enfocándose en el uso de electricidad y agua, la calefacción, el depósito y reciclaje de desechos. Comunican, en un afiche, la situación real de su hogar y exponen su compromiso conductual frente al curso.

Observaciones a la o el docente

Existen numerosos sitios web que proponen el cálculo de huella ecológica. Algunos se complementan con información al final de la evaluación, además de sugerencias conductuales para tener un hogar más ecológico. Esta actividad también puede complementarse con una campaña a nivel de colegio, con recomendaciones para tener un establecimiento ecológico.

Algunos sitios de referencia son:

<http://www.tuhuellaecologica.org/includes/resultados.asp?idencuesta=4>.

http://myfootprint.org/es/visitor_information/.

<http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?ID=215447>.

5. Ven la película *Cambio Global. Impacto ambiental* de Televisión Nacional de Chile y responden las siguientes preguntas:
 - a. ¿Qué problemas ambientales se han producido que ha obligado a tomar medidas de cuidado en la gestión ambiental?
 - b. ¿Qué acciones han realizado las empresas para responder a los problemas ambientales?

- c. ¿Cómo se ha enfrentado el problema de contaminación de aguas servidas en Santiago?, ¿qué sucedía antes y qué sucede ahora?
- d. ¿Cómo el desarrollo tecnológico de mejoras en el tratamiento de agua servidas en Santiago ha contribuido a mejorar la vida de los chilenos?

Comparten sus respuestas debatiendo, con la guía de la o el docente, y definen conceptos del Cambio Global.

Observaciones a la o el docente

El video *Cambio Global. Impacto ambiental* se puede descargar en <http://www.educarchile.cl/ech/pro/app/detalle?id=209576>.

Se sugiere tener en cuenta el uso de videos análogos sobre otras regiones del país, contextualizando la realidad de las y los estudiantes.

- 6. Ven un video como *Cuidemos la calidad del aire*, del Ministerio del Medio Ambiente. Colaborativamente, contestan preguntas como:
 - a. ¿De qué forma se reconoce la contaminación del aire?
 - b. ¿Qué partes de la atmósfera son contaminadas por acciones humanas?
 - c. ¿Qué actividades humanas contaminan el aire en el norte, centro y sur de Chile?
 - d. ¿Qué consecuencias tiene la contaminación del aire?
 - e. ¿De qué forma pueden cuidar la calidad del aire que los rodea?

Elaborando un esquema o mapa mental, establecen las relaciones entre la contaminación del aire y sus aspectos culturales, económicos e industriales, entre otros.

- 7. En equipos pequeños diseñan, planifican y llevan a cabo una investigación de un tema como el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad, el cambio de uso del suelo, la contaminación ambiental o la sobreexplotación de recursos. Se basan en fuentes de información científica y académica disponibles en internet o en revistas, entre otros. Explican las discrepancias de opinión en relación con el tema en estudio.
- 8. Llevan a cabo un proyecto de investigación, en el que deben estudiar un ecosistema cerca del colegio o de su lugar de residencia. Consideran aspectos físicos y químicos del entorno. Toman muestras de agua, identifican especies y realizan mediciones de factores físicos, como temperatura, pH, exposición de luz, entre otros. Procesan los datos y los interpretan en relación con las problemáticas del Cambio Global. Comunican sus resultados a la comunidad involucrada, proponiendo medidas de cuidado del entorno natural.

® Física ® Química

9. Leen un texto, como el siguiente, en relación con la Patagonia chilena:

“El deterioro de los ecosistemas frágiles de la Patagonia se inició con importantes actividades de recreación y turismo, carentes de toda planificación; la introducción del ganado ovino, que alteró el equilibrio del sistema; la extracción de arbustos para leña realizada en forma indiscriminada para consumo de la población rural y urbana como recurso energético, que potenció aún más la desertificación en grandes áreas de la Patagonia; y las tareas de exploración, explotación, construcción de “piletas” para el almacenamiento del petróleo, que provocaron la contaminación del agua. La desertificación y la deforestación son los principales problemas ambientales, sociales, económicos y ecológicos de la Patagonia. El deterioro de los ecosistemas es el producto del uso inadecuado de sus recursos naturales”.

Recuperado de <http://www.enjoy-patagonia.org/articulos-relacionados/articulos-revertir-un-proceso.php>. (Adaptación)

A continuación, responden y explican:

- a. ¿Dónde se ubica la Patagonia chilena?
- b. De acuerdo al fragmento, ¿qué actividades son las causantes de su deforestación?
- c. Describa de qué forma la introducción de ganado ovino puede alterar el ecosistema.
- d. ¿Por qué el autor define la desertificación y la deforestación como los principales problemas ambientales, sociales, económicos y ecológicos de la Patagonia?
- e. ¿De qué manera este problema ambiental se relaciona con la sustentabilidad?
- f. ¿Qué medidas sugiere usted para combatir la deforestación?

Comparten sus respuestas y, con la guía de la o el docente, determinan las amenazas de la biodiversidad patagónica.

® Historia, Geografía y Ciencias Sociales

Observaciones a la o el docente

La actividad puede adaptarse a ecosistemas de otras regiones de Chile que comparten los mismos problemas ambientales.

Para apoyar esta actividad se sugiere presentar iniciativas de reforestación en Chile, como las que se encuentran en los siguientes sitios web:

<http://www.reforestemospatagonia.cl/>.

<http://www.cultiva.cl/campana-un-nuevo-aire-para-santiago-2013/>.

<http://www.arborizacion.cl/el-programa-de-arborizacion/>.

10. Leen el siguiente artículo y registran, en una tabla, las evidencias de los efectos de una erupción volcánica y sus causas. Discuten en torno a las amenazas de la biodiversidad.

“No pasó mucho tiempo para comenzar a palpar los efectos de los desechos expulsados por la fuerza de esta erupción. Las cenizas y rocas volcánicas comenzaron a cubrir los campos, caminos, bosques, ríos, lagos y lagunas, generando la contaminación natural de las aguas del sector, las mismas que antes rebosaban de vida silvestre. Al ver las imágenes de los ríos Gol Gol, Nilahue y lago Puyehue totalmente cubiertos con una capa oscura y casi espesa de sedimento volcánico, solo se me viene a la mente las miles, y quizás millones, de ovas de salmónes que fueron perdidas bajo este sedimento y las cuales serán imposibles de recuperar en el corto plazo. Las poblaciones de peces desplazadas de sus hábitats naturales, los cuales deberán adaptarse a nuevas condiciones de vida, echando mano a todas sus capacidades de adaptación para poder prosperar en condiciones distintas y seguramente muy adversas. Miles y hasta millones de especies ícnicas menores (peces endémicos, insectos acuáticos y plantas, entre otras) que serán exterminadas por los tóxicos contenidos en la ceniza volcánica y el aumento de las temperaturas, así como por la falta de luz en el fondo de las cuencas hidrográficas, lo que impedirá la fotosíntesis, proceso vital para que las aguas puedan soportar la carga de cadenas tróficas, lo que en el fondo es lo que permite que la vida salvaje se multiplique y se prolongue en el tiempo”.

Ordóñez. R. (2011). *Puyehue, un antes y un después*. Recuperado de <http://www.lavaguada.cl/reportajes/laguna-puyehue/lagunas-puyehue.htm>.

11. Investigan en fuentes confiables, como sitios ministeriales o de instituciones ecológicas, un caso de introducción de una especie foránea que ha afectado el crecimiento poblacional de otra especie nativa de Chile. Presentan datos procesados, explicando las variaciones en el tamaño de la población afectada desde que la especie foránea fue introducida. Investigan las medidas oficiales para la preservación de especies nativas. Discuten sobre los hábitos culturales que pueden afectar a las especies nativas, especialmente, en periodos de viajes a otras regiones y países.

1. Basándose en sus conocimientos previos, elaboran un mapa conceptual a partir del concepto de biodiversidad, considerando las acciones humanas en el ambiente. Lo comparten con el curso y reciben retroalimentación de su docente.
2. Investigan sobre un animal polinizador. Describen el rol que cumple y su relación con otras especies en su contexto geográfico. Lo ubican en una red trófica, identificando para cada especie de la trama qué tipo de consumidores o productores son. En un mapa geográfico, localizan al polinizador y el hábitat de la trama. Investigan los impactos del Cambio Global y de la actividad humana en ese hábitat e infieren los riesgos para la población del polinizador y, por ende, para las plantas que poliniza. Presentan la información en un afiche, sensibilizando a su curso y/o la comunidad escolar de la responsabilidad humana en el cuidado de la biodiversidad.
3. Analizan redes tróficas en riesgo de alterarse por causa de problemáticas ambientales. Identifican cadenas donde, en caso de extinguirse una especie, otra podría cubrir su rol en la cadena trófica, protegiendo las demás especies. Contestan las siguientes preguntas:
 - a. ¿Cuáles son los beneficios de tener un entorno rico en diversidad biológica?
 - b. ¿De qué manera se ubica el ser humano en la cadena identificada?
 - c. ¿Es la presencia humana beneficiosa para la red trófica?
 - d. ¿Qué acciones pueden tomarse para el cuidado de la biodiversidad?Comparten sus respuestas con sus pares y discuten en torno a la estabilidad de los ecosistemas en el contexto del Cambio Global.
4. Investigan sobre una especie chilena en peligro de extinción, utilizando fuentes confiables. Describen las medidas formales que se están llevando a cabo para su protección y las relacionan con la biología de la conservación. Presentan el caso a su curso y exhiben un afiche con un resumen de su investigación en la sala de clases.

Observaciones a la o el docente

Se sugiere trabajar con una especie de su región geográfica.

Se recomienda como material de consulta el marco teórico de la *Guía de apoyo docente sobre especies amenazadas y biodiversidad para la enseñanza básica*, disponible en: <http://www.mma.gob.cl/educacionambiental/1319/w3-article-52906.html>.

5. Distinguen herramientas propias de la biología de la conservación diseñadas de manera integrada con diversas disciplinas, como la legislación ambiental, las reservas naturales, los planes de conservación, entre otros. Identifican las acciones que se están llevando a cabo en el país y las evalúan comparándolas con las medidas emprendidas en realidades internacionales. Proponen acciones para realizar a nivel nacional, regional y escolar.
6. En grupos pequeños, identifican estilos de vida propios de la modernidad, como el reparto de comida a domicilio, el uso de internet, el uso de productos desechables, entre otros. Discuten y determinan si afectan nuestro bienestar, tanto social como individualmente. Luego, con la guía de la o el docente, realizan un debate en que una parte del curso defiende hábitos de vida modernos que a veces atentan contra el entorno y la biodiversidad. En contraparte, otro grupo defiende hábitos de vida ecológicos que cuidan, por ejemplo, los recursos naturales y la energía. Al finalizar la actividad, las y los estudiantes hacen una lista de los pros y contras de los diferentes hábitos de vida. Se comprometen en adoptar alguna(s) de las acciones presentadas durante el debate.
7. Colaborativamente, revisan e indagan, en fuentes de información confiables, acciones propuestas en relación con el uso de energía y recursos naturales. Evalúan y argumentan en qué medida estas acciones mitigan problemáticas del Cambio Global.

Observaciones a la o el docente

Esta actividad puede realizarse dividiendo al curso en equipos de trabajo de acuerdo a diferentes acciones propuestas. Se recomienda el uso de sitios oficiales como <http://www.minenergia.cl/ganamostodos/>.

8. Ven un video como *Los bosques en la mitigación del cambio climático* de la CONAF. En conjunto, identifican y explican acciones para la conservación de la biodiversidad. Debaten sobre el uso de recursos naturales de acuerdo a los estilos de vida que la población chilena ha adoptado. Evalúan y argumentan acciones para enfrentar las problemáticas del Cambio Global.

Observaciones a la o el docente

El video sugerido se encuentra disponible en: <http://www.conaf.cl/nuestros-bosques/bosques-en-chile/cambio-climatico/>.

9. Revisan consejos para la eficiencia energética, como los presentados en el sitio de EducACHEE. Los evalúan y argumentan si estas sugerencias ayudan a enfrentar las problemáticas ambientales del Cambio Global, especialmente, la pérdida de la biodiversidad. Proponen acciones más específicas de acuerdo a su contexto escolar y regional. Para finalizar, construyen una definición de lo que se entiende por “eficiencia energética” y la contrastan con un video acerca del tema.

Observaciones a la o el docente

Para esta actividad, se recomienda consultar el siguiente sitio web:
<http://educachee.cl>.

EJEMPLO DE EVALUACIÓN

APRENDIZAJES ESPERADOS	INDICADORES DE EVALUACIÓN SUGERIDOS
AE 09 Analizar aspectos naturales, demográficos, culturales, industriales y económicos, entre otros, de las problemáticas del Cambio Global.	› Procesan e interpretan datos del crecimiento poblacional, los niveles de vida humana, las actuales tasas de consumo de energía y recursos naturales, en relación con sus impactos en las problemáticas del Cambio Global.
HPC 03 Procesar e interpretar datos provenientes de investigaciones científicas.	› Explican los resultados de investigaciones relacionándolos con conocimientos en estudio.

ACTIVIDAD PROPUESTA

Analice los datos del consumo de energía en Chile expuestos en el gráfico y la tabla presentados.

GEN por tipo [GWh] y crecimiento [%]

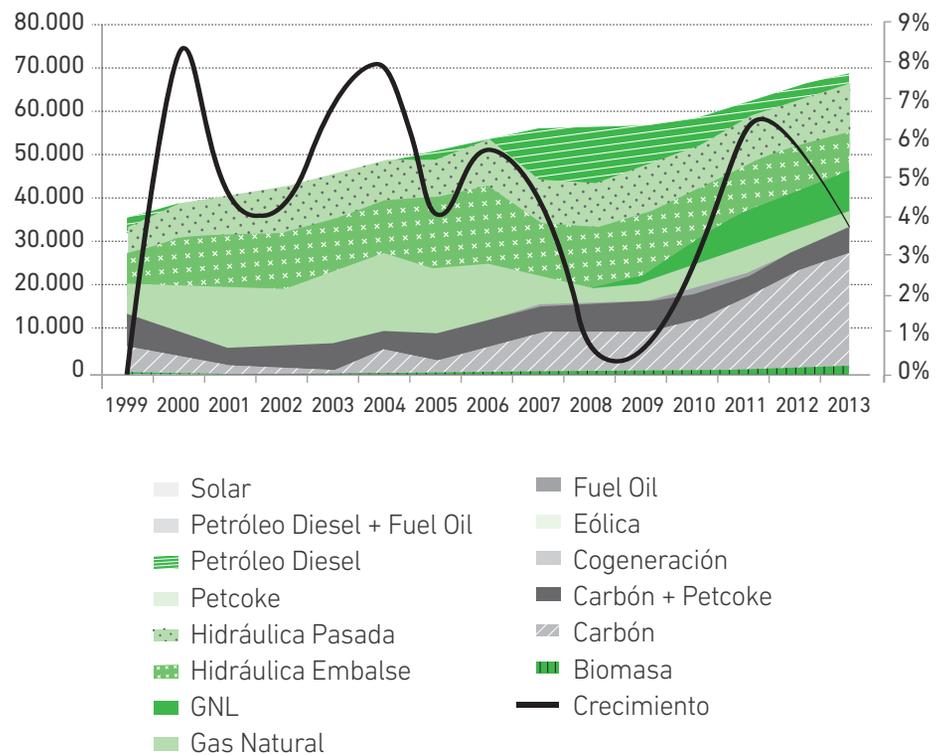


Tabla: Consumo energético en Chile 1999-2013

TOTAL SIC-SING:[GWh]	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Crecimiento	-	8,2%	4,5%	4,3%	6,6%	7,8%	4,1%	5,8%	4,5%	0,7%	0,6%	2,8%	6,3%	5,8%	3,8%
Biomasa	914	616	387	374	432	646	517	570	744	884	966	841	888	1.828	2.257
Carbón	5.322	3.346	1.621	1.375	1.309	5.312	3.378	6.428	9.165	9.765	9.583	11.606	16.441	21.828	25.938
Carbón + Petcoke	7.711	6.080	4.651	5.527	5.474	4.092	5.438	5.668	5.551	5.521	6.153	5.966	5.043	5.029	5.610
Cogeneración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	121
Eólica	0	0	0	0	0	0	0	0	3	31	71	325	324	383	539
Fuel Oil	298	76	43	12	12	24	57	52	561	491	332	280	274	216	349
Gas Natural	6.476	9.949	12.729	12.440	15.956	17.508	14.651	12.230	5.822	2.938	3.958	5.122	4.218	2.356	1.629
GNL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	980	6.233	9.935	10.101	9.629
Hidráulica Embalse	6.958	10.867	12.578	12.956	12.336	12.066	16.367	18.366	12.878	13.872	14.428	11.759	11.415	10.659	9.545
Hidráulica Pasada	5.859	7.639	8.480	9.568	9.528	8.823	9.069	9.702	9.349	9.698	10.129	9.495	9.208	9.465	9.969
Petcoke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0
Petróleo Diesel	2.156	213	48	17	8	60	1.088	443	11.805	13.076	9.953	6.514	4.080	3.609	2.437
Petróleo Diesel + Fuel Oil	163	12	0	0	1	57	8	44	43	31	92	115	70	48	21
Solar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
TOTAL	35.858	38.798	40.537	42.268	45.055	48.589	50.572	53.502	55.920	56.307	56.644	58.257	61.934	65.547	68.050

(SIC: Sistema Interconectado Central, SING: Sistema Interconectado Norte Grande, en conjunto representando el 99% del consumo energético del País)

Fuente: Ministerio de Energía

A continuación, responde:

- a. ¿Cuáles son las fuentes de energía de mayor consumo?
- b. ¿Qué fuentes de energía disponibles en Chile contribuirían a cuidar el medio ambiente?, ¿por qué?
- c. ¿Qué fuente de energía se ha usado considerablemente en mayor porcentaje desde el 1999?, ¿qué impacto ha generado en el medio ambiente?
- d. ¿De qué manera ha variado el consumo energético de los chilenos en los últimos años?
- e. ¿De qué manera la sequía afecta la producción energética del país?

ESCALA DE APRECIACIÓN

Para este ejemplo de evaluación, se propone utilizar una escala de apreciación que incorpore indicadores como los siguientes:

[Marcar con una X el grado de satisfacción respecto del aspecto descrito].

ASPECTO	N	O	CS	S	Observaciones del o de la docente
Identifican fuentes de energía de mayor consumo en la tabla y el gráfico.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Determinan las fuentes de energía renovable y justifican su rol en el medio ambiente, por ser inagotables y producir un impacto negativo menor al medio ambiente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Identifican al carbón como la fuente energética de mayor aumento, en la tabla y el gráfico, y lo relacionan negativamente con el medio ambiente, debido a la contaminación que produce.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Interpretan la tabla y el gráfico, identificando variaciones en el aumento del consumo energético, a pesar de un aumento sostenido en el tiempo.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Relacionan un problema del cambio climático (sequía) con la producción de energía de fuentes hidráulicas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

N = Nunca logrado

O = Ocasionalmente logrado

CS = Casi siempre logrado

S = Siempre logrado

Bibliografía

BIBLIOGRAFÍA PARA LA O EL DOCENTE

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J. Raff, M., Roberts, K. y Walter, P. (2010). *Biología Molecular de la Célula*. Barcelona: Omega

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M. y Walter, P. (2011). *Introducción a la Biología Celular*. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana.

Allen, K. Z. y Holt, Rinehart y Winson. (2007). *Microorganismos, hongos y plantas*. Austin: Holt, Rinehart & Winston.

Attenborough, D. (1986). *El planeta viviente*. Barcelona: Salvat editores.

Audesirk, T., Audesirk, G., y Byers, B. E. (2008). *Biología: La vida en la Tierra*. Ciudad de México: Pearson educación.

Bingel, E. (1999). *Ecológica: Preguntas y respuestas sobre el medio ambiente*. Santiago: Lom.

Levy, M. N., Berne, R. M., Koeppe, B. M. y Stanton, B. A. (2006). *Berne y Levy fisiología*. Madrid: Elsevier.

Campbell, N. (2007). *Biología*. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana.

Curtis, H., Barnes N. S., Schnek, A., y Massarini, A. (2008). *Biología*. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana.

Darwin, Ch. (2010). *El origen de las especies*. Madrid: Edaf.

Erickson, Jon. (1992). *El Efecto Invernadero. El desastre de mañana, hoy*. Madrid: Mc Graw Hill.

Gallardo, M. (2011). *Evolución. El curso de la Vida*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Gore, A. (2007). *Una verdad incómoda. La crisis planetaria del calentamiento global y cómo afrontarla*. Madrid: Gedisa.

Guyton, A C. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Madrid: Elsevier.

Harvey, R. (2009). *Microbiología*. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins.

Hoffmann A. y Armesto J. (2008). *Ecología. Conocer la casa de todos. Capítulo 10. En los ecosistemas hay variadas interacciones. Capítulo 13. Más sobre ecosistemas: Reciclaje en la naturaleza.* Santiago de Chile: Biblioteca América.

Klug, W., Cummings, M., Spencer, CH. (2006). *Conceptos de Genética.* Madrid: Pearson Education.

Cohen, B. J., Taylor, J. J. y Memmler, R. L. (2010). *El Cuerpo Humano. Salud y Enfermedad.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Jiménez, S. (1996). *Educación ambiental.* Madrid: Hiares.

Kruif, P. (2007). *Los cazadores de Microbios.* Ciudad de México: Leyenda.

Leggett, J. K. y Greenpeace UK. (1996). *El calentamiento del Planeta: Informe de Greenpeace.* Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.

Nowicki, S. (2010). *Biología.* Austin: Holt McDougal.

Odum, E. (1995). *Ecología.* Ciudad de México: Interamericana.

Purves, W. (2009). *Vida: La Ciencia de la Biología.* Buenos Aires: Médica Panamericana.

Solomon, E., Berg, L., y Martin, D. (2008). *Biología.* Ciudad de México: Mc Graw Hill.

Thibodeau, G. y Patton, K. (2007). *Anatomía y Fisiología.* Barcelona: Elsevier.

Tortora, G J. y Derrickson, B. (2006). *Principios de anatomía y fisiología.* Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana.

DIDÁCTICA

Adúriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de la ciencia. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales.* Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

Arcá, M., Guidoni, P. y Marzoli, P. (1997). *Enseñar Ciencias. Cómo empezar: reflexiones para una educación científica de base.* Barcelona: Paidós Educador.

Astolfi, J. P. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. (1a ed.)*

Serie Fundamentos N° 17. Colección investigación y enseñanza. Sevilla: Díada.

Benlloch, M. (2002). *La educación en ciencias: ideas para mejorar su práctica.* Buenos aires: Paidós educador.

Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso.* Buenos aires: Paidós educador.

Cañal de León, P. (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias.* Alicante: Marfil.

Chalmers, A., Padilla, V., López, M. y Pérez, S. (2010). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?* Madrid: Siglo XXI de España.

Chamizo, J. y otros. (2010). *Modelos y modelajes en la enseñanza de las ciencias naturales.* México: UNAM.

Delibes De Castro, M. y otros. (2008). *Ciencias para el mundo contemporáneo.* Barcelona: Vicens Vives.

Gribbin, J. (2005). *Historia de la ciencia. 1543-2001. (1ª edición).* Barcelona: Crítica.

Harlen, W. (1998). *Enseñanza y aprendizaje de las ciencias (Vol. 9).* Madrid: Morata.

Harlen, W. (2012). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias.* Santiago de Chile: Academia Chilena de Ciencias.

Harlen, W. (2013). *Evaluación y Educación en Ciencias Basada en la Indagación: Aspectos de la Política y la Práctica.* Trieste: Global Network of Academies (IAP) & Science Education Programm.

Jorba, J. Casellas, E. (Eds.) (1997). *Estrategias y técnicas para la gestión social del aula. Volumen I: La regulación y la autorregulación de los aprendizajes.* Madrid: Síntesis.

Jorba, J. Gómez, I. Prat, A. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares.* Madrid: Síntesis.

Kaufman, M. y Fumagalli, L. (2000). *Enseñar Ciencias Naturales Reflexiones y*

Propuestas Didácticas. Buenos Aires: Paidós Educador.

Kragh, H. (2007). *Introducción a la historia de la ciencia*. Barcelona: Crítica.

Loo Corey, C. (2005). *Enseñar a aprender*. Santiago de Chile: Arrayán editores.

Marzano, R. (1992). *Dimensiones del aprendizaje. Manual del profesor. Cómo ayudar a los alumnos a usar el conocimiento en forma significativa, mediante la indagación científica*. Las Vegas: ASCD.

Ontoria, A. y otros. (1996). *Mapas conceptuales: una técnica para aprender*. Madrid: Narcea.

Osborne, R. y Freyberg, M. (1998). *El aprendizaje de las ciencias*. Madrid: Narcea.

Pozo, J. y Gomez M. (2009). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico (6ª edición)*. Madrid: Ed. Morata.

Pujol, R. M. (2003). *Didáctica de las ciencias en la educación primaria*. Madrid: Síntesis.

Quintanilla, M. y Adúriz-Bravo, A. (eds.) (2006). *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas*. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile.

Quintanilla, M. (Compilador). (2012). *Las competencias de pensamiento científico desde las “voces de la aula”*. Santiago de Chile: Bellaterra.

Quintanilla, M. (2007). *Historia de la Ciencia. Aportes para la formación del profesorado Vol I*. Santiago de Chile: Arrayán Editores.

Quintanilla, M. (2007). *Historia de la Ciencia. Aportes para la formación del profesorado Vol II*. Santiago de Chile: Arrayán Editores.

Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria. (1ª edición)*. Madrid: Síntesis.

Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.

Santelices, L., Gómez, X. y Valladares, L. (1992). *Laboratorio de ciencias naturales: experimentos científicos para la sala de clases*. Pontificia Universidad Católica de Chile. Dirección de Educación a Distancia. Santiago de Chile:

TELEDUC.

Solsona, N. (1997). *Mujeres científicas en todos los tiempos.* Madrid: Talasa.

Vancleave, J. (2001). *Guía de los mejores proyectos para la feria de ciencias.* Ciudad de México: Limusa.

Vancleave, J. (2005). *Enseña la ciencia de forma divertida.* Ciudad de México: Limusa.

Veglia, S. (2007). *Ciencias naturales y aprendizaje significativo.* Buenos Aires: Ediciones Novedades.

Weissmann, H. (2002). *Didáctica de las Ciencias Naturales.* Aportes. Buenos Aires: Prometeo Libros.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en noviembre de 2014. Es importante tener en cuenta que para acceder a los enlaces puede ser necesario utilizar un navegador distinto al que usa frecuentemente. Además, para la correcta ejecución de algunos recursos, se recomienda actualizar la versión Flash y Java)

- <http://atlas.med.uchile.cl/index.html>
- <http://cienciasnaturales.es/ANIMACIONESBIOLOGIA.swf>
- <http://educachee.cl/>
- <http://educalab.es/>
- <http://educalab.es/intef>
- <http://museosvivos.educ.ar>
- <http://myfootprint.org/es/>
- <http://recursostic.educacion.es/bancoimagenes/web/>
- <http://www.bionova.org.es/animbio/>
- <http://www.curriculumlineamineduc.cl>
- <http://www.educ.ar/sitios/educar/recursos/>
- http://www.educaplay.com/es/recursoseducativos/idioma_actividad/es/

- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/videosandcooltools.html>
- http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/
- <http://www.arborizacion.cl/el-programa-de-arborizacion/>
- <http://www.biologia.arizona.edu/>
- <http://www.biologia.edu.ar/>
- <http://www.bipm.org/en/si> (sitio de Sistema Internacional de Unidades)
- <http://www.ccplm.cl>
- <http://www.conaf.cl/>
- <http://www.creces.cl>
- <http://www.dibam.cl>
- <http://www.educaplus.org>
- <http://www.educarchile.cl>
- <http://www.enlaces.cl>
- <http://www.explora.cl>
- <http://www.hhmi.org/biointeractive/>
- <http://www.ieb-chile.cl/>
- <http://www.indiana.edu/~ensiweb/lessons/foottopo.html>
- <http://www.ipcc.ch>
- http://www.lessonplansinc.com/S=0/biology/grade_level/High/P15
- <http://www.minenergia.cl>
- <http://www.minsal.cl/>
- <http://www.mma.gob.cl/>
- <http://www.reforestemospatagonia.cl/>
- <http://www.scienceinschool.org/>
- <http://www.senda.gob.cl>
- <http://www.tuhuellaecologica.org>
- http://www.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia (sitio de Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales (Grecia))
- <http://www.who.int/es>

BIBLIOGRAFÍA PARA LA O EL ESTUDIANTE

- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Walter, P. (2011).** *Introducción a la Biología Celular (1ª edición)*. Barcelona: Omega.
- Attenborough, D. (1986).** *El planeta viviente*. Barcelona: Salvat editores.
- Levy, M., Koeppen, B. y Stanton, B. (2012).** *Fisiología*. Barcelona: Elsevier.
- Curtis, H., Barnes, S., Schnek, A. y Flores, G. (2006).** *Invitación a la Biología*. Madrid: Editorial Panamericana.
- Fox-Davies, F., Davies, K. (2012).** *Hacia una vida + ecológica : ahorra recursos y salva al planeta*. Bogotá: Trillas.
- Gallardo, M. (2007).** *Evolución. El curso de la Vida*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Holt, Rinehart, Winston (2007).** *Los sistemas del cuerpo humano y la salud*. Austin: Autores.
- Cohen, B. J., Taylor, J. J. y Memmler. (2010).** *El Cuerpo Humano. Salud y Enfermedad*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Klug, W., Cummings, M., Spencer, CH. (2006).** *Conceptos de Genética*. Madrid: Pearson Education.
- Kruif, P. (2007).** *Cazadores de Microbios*. Ciudad de México: Mexicanos unidos.
- Nowicki, S. (2010).** *Biología*. Austin: Holt McDougal.
- Odum, E. (1995).** *Ecología*. México: Interamericana.
- Purves, W. (2009).** *Vida: La Ciencia de la Biología*. Buenos Aires: Médica Panamericana.
- Solomon, E. Berg L. Martin. (2008).** *Biología 8a edición*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.
- Tortora, G J., Derrickson, B. (2006).** *Principios de anatomía y fisiología*. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana.
- Varios autores. (2007).** *Microorganismos, hongos y plantas*. Austin: Holt, Rinehart & Winston.

SITIOS WEB RECOMENDADOS

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en noviembre de 2014. Es importante tener en cuenta que para acceder a los enlaces puede ser necesario utilizar un navegador distinto al que usa frecuentemente. Además, para la correcta ejecución de algunos recursos, se recomienda actualizar la versión Flash y Java)

- <http://myfootprint.org/es/http://www.mma.gob.cl/>
- <http://www.biologia.arizona.edu/>
- <http://www.biologia.edu.ar/>
- <http://www.ccplm.cl>
- <http://www.cellsalive.com/>
- <http://www.conaf.cl>
- <http://www.creces.cl>
- <http://www.dibam.cl>
- <http://www.educarchile.cl>
- <http://www.enlaces.cl/>
- <http://www.explora.cl>
- <http://www.ieb-chile.cl>
- <http://www.ipcc.ch>
- <http://www.minenergia.cl>
- <http://www.minsal.cl/>
- <http://www.mma.gob.cl/>
- <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/>
- <http://www.reforestemospatagonia.cl>
- <http://www.tuhuellaecologica.org/>
- <http://www.who.int/es>

BIBLIOGRAFÍA CRA

A continuación se detallan publicaciones que se pueden encontrar en las bibliotecas escolares CRA (Centro de Recursos para el Aprendizaje) en cada establecimiento, las cuales pueden ser utilizadas en las distintas unidades.

Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. y Walter, P. (2010). *Biología Molecular de la Célula*. Barcelona: Omega.

Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M. y Walter, P. (2011). *Introducción a la Biología Celular*. Ciudad de México: Editorial Médica Panamericana.

Allen, K. Z. (2003). *Microorganismos, hongos y plantas*. Austin: Holt, Rinehart & Winston.

Barres, J. M., Borrás, L. y Lluís, L. P. (2007). *Apuntes de biología*. Barcelona: Parramón.

Berne & Levy (2012). *Fisiología*. Barcelona: Elsevier.

Bingel, E. (1999). *Ecológica: Preguntas y respuestas sobre el medio ambiente*. Santiago de Chile: Lom

Campbell, N. y Reece, J. (2007). *Biología. 7a edición*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Curtis, H., Barnes, Sue., Schnek, A. y Massarini, A. (2008). *Biología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Curtis, H., Barnes, S. (1996). *Invitación a la biología*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.

Freire, P. (2009). *La educación como práctica de la libertad*. Madrid: Siglo XXI Editores.

Fox-Davies, F., Davies, K. (2012). *Hacia una vida + ecológica: ahorra recursos y salva al planeta*. Bogotá: Trillas.

Guyton, A C. (2011). *Tratado de fisiología médica*. Barcelona: Elsevier.

Harvey, R. (2009). *Microbiología*. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins.

Cohen, B. J., Taylor, J. J., y Memmler, R. L. (2010). *El Cuerpo Humano. Salud y Enfermedad*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Jiménez S., S. (1996). *Educación ambiental*. Madrid: Hiares.

Klug, W., Cummings, M., Spencer, CH. (2006). *Conceptos de Genética*. Madrid: Pearson Education.

Kruif, P. (2007). *Cazadores de Microbios*. Ciudad de México: Mexicanos unidos.

McConnel, T., Hull, K. (2012). *El cuerpo humano, forma y función: fundamentos de anatomía y fisiología*. Barcelona: Lippincott Williams & Wilkins.

Nowicki, S. (2009). *Biología*. Austin: Holt McDougal.

Odum, E. (1995). *Ecología*. México: Interamericana

Purves, W. (2009). *Vida: La Ciencia de la Biología*. Buenos Aires: Médica Panamericana.

Prenafeta, S. (2005). *Ciencia y biología al alcance de todos: diccionario científico*. Santiago de Chile: Radio Universidad de Chile.

Quadri de la Torre, G. (2012). *Ayudemos a defender el medio ambiente: Políticas y acciones prácticas*. Ciudad de México: Trillas.

Solomon, E. Berg L. Martin. (2008). *Biología 8a edición*. Ciudad de México: Mc Graw Hill.

Patton, K. T. y Thibodeau, G. A. (2012). *Anatomía y fisiología*. Amsterdam: Elsevier.

Lippert, H. (1998). *Anatomía*. Madrid: Marbán

Cassan, A. y Borrás, L. (2000). *Atlas básico de anatomía*. Barcelona: Parramón.

Vergara, J. M. y Barracó, N. H. (2004). *Introducción al medio ambiente y a la sostenibilidad*. Barcelona: Vicens Vives.

Anexos

ANEXO 1

USO FLEXIBLE DE OTROS INSTRUMENTOS CURRICULARES

Existe un conjunto de instrumentos curriculares que los y las docentes pueden utilizar de manera conjunta y complementaria con el Programa de Estudio. Estos pueden ser usados de manera flexible para apoyar el diseño e implementación de estrategias didácticas y para evaluar los aprendizajes.

*Orientan sobre la
progresión típica de
los aprendizajes*

MAPAS DE PROGRESO

Ofrecen un marco global para conocer cómo progresan los aprendizajes clave a lo largo de la escolaridad.

Pueden ser usados, entre otras posibilidades, como un apoyo para abordar la diversidad de aprendizajes que se detectan al interior de un curso, ya que permiten:

- › Caracterizar los distintos niveles de aprendizaje en los que se encuentran las y los estudiantes de un curso.
- › Reconocer de qué manera deben continuar progresando los aprendizajes de los grupos de estudiantes que se encuentran en estos distintos niveles.

*Apoyan el trabajo
didáctico en el aula*

TEXTOS ESCOLARES

Desarrollan los Objetivos Fundamentales y los Contenidos Mínimos Obligatorios para apoyar el trabajo de los y las estudiantes en el aula y fuera de ella, y les entregan explicaciones y actividades para favorecer su aprendizaje y su autoevaluación.

Las y los docentes pueden enriquecer la implementación del currículum haciendo también uso de los recursos entregados por el Mineduc por medio de:

- › Los **Centros de Recursos para el Aprendizaje (CRA)**, que ofrecen materiales impresos, audiovisuales y digitales.
- › El **Programa Enlaces**, que pone a disposición de los establecimientos diversas herramientas tecnológicas.

ANEXO 2

OBJETIVOS FUNDAMENTALES POR SEMESTRE Y UNIDAD

OBJETIVO FUNDAMENTAL	Semestre 1		Semestre 2	
	U1	U2	U3	U4
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.				●

ANEXO 3

CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS POR SEMESTRE Y UNIDAD

CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS	Semestre 1		Semestre 2	
	U1	U2	U3	U4
HABILIDADES DE PENSAMIENTO CIENTÍFICO				
1. Investigación bibliográfica y análisis de controversias científicas relacionadas con temas del nivel, identificando las fuentes de las discrepancias.	●		●	●
2. Procesamiento e interpretación de datos, y formulación de explicaciones, apoyándose en los conceptos y modelos teóricos del nivel.	●	●	●	●
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).	●	●	●	●
4. Evaluación del impacto en la sociedad de las aplicaciones tecnológicas, argumentando sobre la base de conocimientos científicos.	●	●	●	●
5. Análisis de casos en que haya discrepancia entre observaciones y teorías científicas y evaluación de las fuentes de discrepancia.	●		●	●
ESTRUCTURA Y FUNCIÓN DE LOS SERES VIVOS				
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.	●			
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.	●			
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.		●		
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.			●	

CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS	Semestre 1		Semestre 2	
	U1	U2	U3	U4
ORGANISMOS, AMBIENTE Y SUS INTERACCIONES				
10. Descripción de los principios básicos de la biología de la conservación y manejo sustentable de recursos renovables.				●
11. Descripción del efecto de la actividad humana en la modificación de la biodiversidad mediante ejemplos concretos en algunos ecosistemas.				●
12. Análisis del problema del crecimiento poblacional humano a nivel mundial en relación con las tasas de consumo y los niveles de vida.				●
13. Descripción de los efectos del calentamiento global en el ambiente y en las relaciones entre los organismos.				●

ANEXO 4

RELACIÓN ENTRE APRENDIZAJES ESPERADOS, OBJETIVOS FUNDAMENTALES (OF) Y CONTENIDOS MÍNIMOS OBLIGATORIOS (CMO).

SEMESTRE 1

APRENDIZAJES ESPERADOS		OF	CMO
UNIDAD 1			
AE 01	Analizar la estructura del ADN y los mecanismos de su replicación que permiten su mantención de generación en generación, considerando los aportes relevantes de científicos en su contexto histórico.	5	6
AE 02	Determinar la información que contiene el ADN, en relación con su expresión en ARN y proteínas.	5	6
AE 03	Mostrar las relaciones entre mutaciones y proteínas en la generación de patologías.	5	7
AE 04	Evaluar las implicancias sociales y ético-morales de aplicaciones de la ingeniería genética.	5	7
UNIDAD 2			
AE 05	Describir el sistema inmune como un sistema fisiológico que protege de infecciones por microorganismos, identificando sus componentes y estructuras anatómicas relacionadas.	6	8
AE 06	Analizar comparativamente el sistema inmune innato y el adaptativo en su respuesta ante infecciones bacterianas, parasitarias y virales y células tumorales, al reconocer lo propio de lo ajeno.	6	8

SEMESTRE 2

APRENDIZAJES ESPERADOS		OF	CMO
UNIDAD 3			
AE 07	Analizar relaciones entre alteraciones del funcionamiento del sistema inmune y patologías como el sida, alergias y enfermedades autoinmunes.	6	9
AE 08	Evaluar el aporte de conocimientos científicos sobre el sistema inmune en el desarrollo de terapias como vacunas y tratamientos contra el rechazo de trasplantes.	6	9
UNIDAD 4			
AE 09	Analizar aspectos naturales, demográficos, culturales, industriales y económicos, entre otros, de las problemáticas del Cambio Global.	7	12,13
AE 10	Planificar acciones en respuesta a la pérdida de la biodiversidad, de acuerdo a la biología de la conservación.	7	10,11