

La evaluación de la Competencia Científica en PISA

Marco conceptual, actividades de prueba
y resultados

Administración Nacional de Educación Pública
Consejo Directivo Central

Dirección Sectorial de Planificación Educativa
División de Investigación, Evaluación y Estadística
Programa PISA Uruguay

Montevideo, febrero de 2012

Presidente del Consejo Directivo Central

Dr. JOSÉ SEOANE

Consejeros

Mtra. TERESITA CAPURRO

Mtra. NORA CASTRO

Lic. DANIEL CORBO

Prof. NÉSTOR PEREIRA

Director General del Consejo de Educación Inicial y Primaria

Mtro. HÉCTOR FLORIT

Consejera

Mtra. IRUPÉ BUZZETTI

Directora General del Consejo de Educación Secundaria

Prof. JUAN TINETTO

Consejeros

Prof. DANIEL GUASCO

Prof. EMA ZAFFARONI

Director General del Consejo de Educación Técnico Profesional

Prof. WILSON NETTO

Consejeros

Mtro. Téc. CÉSAR GONZÁLEZ

Prof. JAVIER LANDONI

Directora General del Consejo de Formación en Educación

Mag. EDITH MORAES

Consejeros

Lic. SELVA ARTIGAS

Prof. LAURA MOTTA

Director de la División de Investigación, Evaluación y Estadística

Dr. ANDRÉS PERI

Coordinador Nacional del Programa ANEP - PISA

Prof. MARÍA H. SÁNCHEZ

Redactor responsable

Prof. Marcela Armúa

Editor responsable

Prof. María H. Sánchez

INDICE

Introducción	1
Capítulo 1 – Marco conceptual	3
La competencia científica en la evaluación PISA	3
Organización de la competencia científica. Dimensiones.	4
Capítulo 2 – Los niveles de desempeño en PISA	13
Capítulo 3 – Descripción de la prueba.....	19
Capítulo 4 – Actividades de prueba PISA.....	23
Actividades de prueba de los ciclos 2000 y 2003.....	25
Actividades de prueba aplicadas en el ciclo 2006.....	70
Bibliografía.....	177

INTRODUCCIÓN

El presente documento ha sido pensado con el fin de dar a conocer el marco de evaluación y las actividades de prueba del área de Ciencias que se han aplicado en las diferentes ediciones de la evaluación internacional PISA¹ de OCDE. Este material explicita lo que PISA se propone medir en Ciencias y presenta los instrumentos de medida.

En el caso de Ciencias se han hecho públicas las actividades aplicadas en las ediciones 2000 y 2003, así como una selección de las utilizadas en el año 2006, en la que esta área del conocimiento ha sido foco de la evaluación. Otras actividades de ese ciclo han permanecido confidenciales a fin de aplicarlas en ediciones posteriores y permitir el estudio de tendencias en los desempeños de las poblaciones de jóvenes escolarizados de los distintos países participantes.

Es importante tener en cuenta que la lectura y el análisis de las actividades de evaluación que PISA hace públicas ejemplifican el marco teórico en el que se sustenta la evaluación y permiten comprender el modelo de evaluación que propone. En particular las actividades de prueba son útiles para explicar los niveles de desempeño de la escala que genera el estudio con la descripción de los diferentes grados de competencia científica.

Acceder a este material es un derecho de los centros educativos, de los docentes y de los estudiantes que son actores fundamentales en el proceso esta evaluación. El acercamiento a este modelo de evaluación a través de su marco teórico, las actividades de prueba y los resultados obtenidos favorece la reflexión lo que conlleva a un enriquecimiento profesional y como consecuencia genera nuevas perspectivas para las actividades de aula. En este sentido, es totalmente legítimo usar las preguntas de prueba liberadas como ideas para generar nuevos ejercicios de aula. En particular, es valioso en el análisis de los contextos y situaciones que las actividades proponen por su actualidad y transversalidad.

Este material se ha organizado en 4 capítulos, en el primero se presenta el marco conceptual del área a evaluar, en el segundo se describen los niveles de desempeño que logra la población evaluada y en los dos últimos se describe la prueba de ciencias en PISA y se presentan las actividades de evaluación aplicadas que son públicas, con un breve análisis de cada una.

¹ PISA (Programme for International Student Assessment) Programa para la evaluación internacional de estudiantes. Participaron 65 países en su edición 2009.

Capítulo 1

MARCO CONCEPTUAL

1. LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN LA EVALUACIÓN PISA

En PISA 2006 la competencia científica constituyó, por primera vez, el área principal de evaluación.

La definición de *competencia científica* ha sido reelaborada y ampliada a partir de la utilizada en PISA 2000 y 2003. Esto implica no solo una descripción más pormenorizada de la competencia científica, sino también una importante innovación en el enfoque de la evaluación. En los anteriores ciclos de PISA, en los que las Ciencias no eran el área central de evaluación, la competencia científica se definía en los siguientes términos:

La competencia científica es la capacidad de utilizar el conocimiento científico, identificar cuestiones científicas y elaborar conclusiones basadas en evidencias con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones relativas al mundo natural y a los cambios que ha producido en él la actividad humana (OCDE, 1999, 2000, 2003).

Para el ciclo 2006 este concepto se define de la siguiente manera:

*Es la capacidad de emplear el conocimiento científico para **identificar** problemas, adquirir nuevos conocimientos, **explicar** fenómenos científicos y **extraer conclusiones** basadas en evidencias sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Además, involucra la **comprensión** de los **rasgos característicos** de la **ciencia**, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología estructuran nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la **disposición** a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas sobre la ciencia como ciudadano reflexivo. (OCDE, 2006)*

Las afirmaciones iniciales de las dos definiciones son sustancialmente las mismas, puesto que ambas se centran en el uso que hacen los estudiantes del conocimiento científico con el fin de elaborar conclusiones. Tanto en esta área como en las restantes, la evaluación PISA pone énfasis en la aplicación de los conocimientos y habilidades científicas a situaciones concretas de la vida real, y no tanto en los componentes curriculares particulares.

Por otra parte, la definición de 2006 explicita que serán objeto de evaluación, tanto el conocimiento disciplinar de las ciencias como el conocimiento acerca de la ciencia, sus procedimientos y metodología, aspectos que, en la definición utilizada en 2000 y 2003, quedaban comprendidos en una única expresión: “conocimiento científico”.

Ambas definiciones se refieren luego a la aplicación del conocimiento científico con el fin de comprender y tomar decisiones sobre el mundo natural. En PISA 2006 esta parte de la definición se mejora al añadir el conocimiento de las relaciones entre ciencia y tecnología, un aspecto de la competencia científica que, si bien no se llegaba a desarrollar, se suponía en la definición anterior. En el mundo actual, la ciencia y la tecnología se hallan estrechamente ligadas y es frecuente que se den relaciones sinérgicas entre ambas.

A diferencia de la definición de competencia científica utilizada en los ciclos 2000 y 2003, la de 2006 se ha ampliado para incluir de forma explícita distintos aspectos de la actitud de los alumnos ante aquellas cuestiones dotadas de relevancia científica y tecnológica.

Una innovación significativa en los instrumentos de la evaluación 2006 es la inclusión de preguntas a los alumnos acerca de sus actitudes hacia la ciencia, no solo en el cuestionario de estudiante², sino en una serie de preguntas adicionales sobre cuestiones científicas, adjuntas a las preguntas de la prueba relativas a esas mismas cuestiones.

En suma, exceptuada la inclusión del elemento de actitud, la definición de 2006 concuerda conceptualmente con la definición de 2000/2003. Otros cambios, como son el desarrollo del concepto del conocimiento acerca de la ciencia o la noción de la tecnología de base científica, se limitan a enfatizar unos aspectos concretos que ya estaban englobados o implícitos en la definición anterior.

2. ORGANIZACIÓN DE LA COMPETENCIA CIENTÍFICA

2.1 Dimensiones en 2000 - 2003

En estos ciclos la evaluación de la competencia científica se organizó en tres dimensiones: conocimientos científicos; procesos científicos y contextos científicos.

2.1.1 Conocimientos científicos

Los contenidos seleccionados en estos dos ciclos están referidos a temas que corresponden a un amplio abanico de disciplinas: Física, Biología, Química, Medicina, etc. y son los siguientes:

Conocimientos científicos
Estructura y propiedades de la materia
Cambio atmosférico
Cambios físicos y químicos
Transformaciones de la energía
Fuerzas y movimiento
Función y forma
Biología humana
Cambio fisiológico
Biodiversidad
Control genético
Ecosistemas
La Tierra y su lugar en el Universo
Cambio geológico

Fuente: OCDE, 2003

² La evaluación PISA integra una variedad de instrumentos, entre ellos: la prueba y los cuestionarios de Estudiante y de Centro Educativo.

2.1.2 Procesos científicos

Se refieren a los procesos cognitivos implicados en la resolución de problemas científicos.

PISA identificó cinco procesos científicos que se describen a continuación en la siguiente tabla.

Procesos científicos				
Reconocer cuestiones científicamente investigables	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica	Extraer o evaluar conclusiones	Comunicar conclusiones válidas	Demostrar la comprensión de conceptos científicos
Este proceso implica identificar los tipos de preguntas que la ciencia intenta responder, o bien reconocer una cuestión que es, o puede ser, comprobada en una determinada situación.	Conlleva la identificación de las evidencias que son necesarias para contestar a los interrogantes que pueden plantearse en una investigación científica. Asimismo, implica identificar o definir los procedimientos necesarios para la recogida de datos.	Este proceso implica relacionar las conclusiones con la evidencia en la que se basan o deberían basarse. Por ejemplo, al presentar a los estudiantes el informe de una investigación dada para que deduzcan una o varias conclusiones alternativas.	Este proceso valora si es que la expresión de las conclusiones que se deducen a partir de una evidencia es apropiada para una audiencia determinada. Lo que se valora en este proceso es la claridad de la comunicación más que la conclusión expresada.	Se trata de demostrar si existe la comprensión necesaria para utilizar los conocimientos, y también saber exponer la importancia del mismo o usarlo para hacer predicciones o dar explicaciones.

Fuente: OCDE, 2003

Estos procesos científicos se organizaron en tres grupos de capacidades según el tipo de proceso de pensamiento predominante que se requiere para resolver las preguntas que se presentan.

Capacidades científicas
I- Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos.
II- Comprensión de la investigación científica.
III- Interpretación de evidencias y conclusiones científicas.

Fuente: OCDE, 2003

2.1.3 Contextos científicos y áreas de aplicación.

Se refieren a las situaciones o contextos y a las áreas en las que las preguntas de la evaluación están enmarcadas. Estas se agruparon en tres grandes áreas:

Contextos científicos y áreas de aplicación	
Ciencia en la vida y la salud	Salud, enfermedad y nutrición Conservación y manejo sustentable de las especies Interdependencia entre los sistemas biológicos y físicos
Ciencia en la Tierra y el medio	Contaminación Manejo del suelo Tiempo y clima
Ciencia en la tecnología	Biotechnología Uso de la energía Transporte Basura

Fuente: OCDE, 2003

2.2 Dimensiones en 2006

En este ciclo, cuando se revisa el marco teórico de la evaluación en Ciencias se agrega otra dimensión que corresponde a las actitudes hacia las ciencias. Por lo tanto, las dimensiones que incluye la definición de competencia científica para PISA a partir del 2006 son las siguientes: conocimientos o conceptos científicos; capacidades científicas (procesos cognitivos), contextos científicos y actitudes.

2.2.1 Conocimientos científicos

Como se ha señalado, el conocimiento científico en el marco de evaluación de Ciencias en PISA hace referencia tanto al *conocimiento de la ciencia*, o sea los contenidos **disciplinares** relativos a conceptos, leyes, teorías y resultados propios de las disciplinas científicas, como al *conocimiento acerca de la ciencia* en sí misma, es decir, conocimientos sobre aspectos **epistemológicos y metodológicos**.

Conocimiento de la ciencia

Los conocimientos evaluados se seleccionaron de los campos de la física, la química, la biología, las ciencias de la Tierra y el Espacio y la tecnología, atendiendo a los siguientes criterios:

- **Relevancia** para las situaciones vitales. El conocimiento se distingue por la utilidad que tiene para la vida de los individuos.
- Los conocimientos seleccionados deben representar conceptos científicos **significativos** con utilidad duradera.
- Los conocimientos deben ser **adecuados** al desarrollo cognitivo de los alumnos de 15 años.

A partir de estos criterios, se establecieron cuatro categorías o sistemas de conocimientos a abordar por las actividades de prueba que se describen más detalladamente en la tabla que se presenta a continuación.

Conocimiento de la Ciencia
Sistemas físicos
- Estructura de la materia (modelo de partículas, enlaces) - Propiedades de la materia (cambios de estado, conductividad térmica y eléctrica) - Cambios químicos de la materia (reacciones, transmisión de energía, ácidos/ bases) - Movimientos y fuerzas (velocidad, fricción). - La energía y su transformación (conservación, desperdicio, reacciones químicas). - Interacciones de la energía y la materia (ondas de luz y de radio, ondas sónicas y sísmicas).
Sistemas vivos
- Células (estructura, función, ADN, plantas y animales) - Seres humanos (salud, nutrición, [subsistemas – digestión, respiración, circulación, excreción, y sus relaciones], enfermedades, reproducción). - Poblaciones (especies, evolución, biodiversidad, variación genética). - Ecosistemas (cadenas tróficas, flujo de materia y energía). - Biósfera (servicios del ecosistema, sostenibilidad).
Sistemas de la Tierra y el Espacio
- Estructuras de los sistemas de la Tierra (litósfera, atmósfera, hidrósfera). - La energía de los sistemas terrestres (fuentes, clima global) - El cambio de los sistemas terrestres (tectónica de las placas, ciclos geoquímicos, fuerzas constructivas y destructivas). - La historia de la Tierra (fósiles, orígenes y evolución). - La Tierra en el espacio (gravedad, sistemas solares).
Sistemas tecnológicos
- Papel de la tecnología de base científica (soluciona problemas, contribuye a satisfacer necesidades y deseos de los seres humanos, diseña y desarrolla investigaciones). - Relaciones entre la ciencia y la tecnología (las tecnologías contribuyen al progreso científico) - Conceptos (optimización, compensaciones, costos, riesgos, beneficios). - Principios importantes (criterios, limitaciones, innovación, invención, solución de problemas)

Fuente: OCDE, 2006

Conocimiento acerca de la Ciencia

En el siguiente cuadro se muestran las categorías y los ejemplos de contenidos referidos al conocimiento acerca de la Ciencia. La primera de estas categorías, la “Investigación científica”, se centra en la investigación considerada como uno de los procesos esenciales de las ciencias, así como en los diversos componentes de dicho proceso. La segunda categoría, que se encuentra estrechamente ligada a la investigación, la constituyen las “Explicaciones científicas”. Estas son el resultado de la investigación científica. Se podría pensar en la investigación como el método propio de la ciencia (la forma en que los científicos obtienen datos) y en las explicaciones como los objetivos de la ciencia (la forma en que los científicos usan los datos obtenidos). Los ejemplos que se enumeran en el cuadro siguiente se limitan a dar una idea de los significados de las respectivas categorías, sin pretender ofrecer un listado exhaustivo de todos los conocimientos relativos a cada una de ellas.

Conocimiento acerca de la Ciencia
Investigación científica
- Origen de la investigación científica (curiosidad, interrogantes científicas) - Propósito de la investigación (obtener evidencias que ayuden a dar respuesta a las interrogantes científicas, las ideas/modelos/teorías vigentes que orientan la investigación) - Experimentos (diversos interrogantes sugieren diversas investigaciones científicas, diseño de experimentos) - Tipos de datos (cuantitativos [mediciones] ,cualitativos [observaciones]) - Medición (incertidumbre inherente, reproducibilidad, variación, exactitud/precisión de los equipos y procedimientos) - Características de los resultados (empíricos, provisionales, verificables, falsables, susceptibles de autocorrección)
Explicaciones científicas
- Tipos (por ejemplo, hipótesis, teorías, modelos, leyes) - Formación (por ejemplo, representación de datos; papel del conocimiento existente y nuevas evidencias, creatividad e imaginación, lógica) - Reglas (consistentes lógicamente y basadas en evidencias, así como en el conocimiento histórico y actual) - Resultados (producción de nuevos conocimientos, nuevos métodos, nuevas tecnologías; conducen a su vez a nuevas interrogantes e investigaciones)

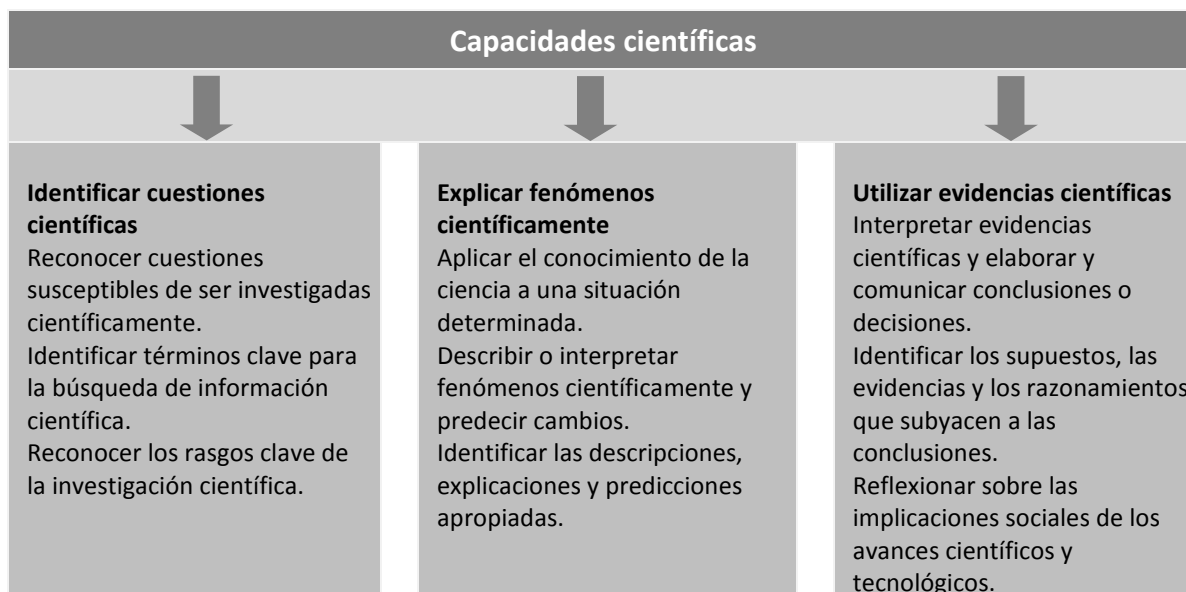
Fuente: OCDE, 2006

2.2.2 Capacidades científicas (procesos científicos)

La evaluación en ciencias, a partir de PISA 2006, da prioridad a las siguientes capacidades: la identificación de cuestiones de orientación científica; la descripción, explicación o predicción de fenómenos sobre la base del conocimiento científico; la interpretación de evidencias y conclusiones y la utilización de estas para tomar y comunicar decisiones.

Entre los procesos cognitivos que involucran las capacidades científicas se cuentan: los razonamientos inductivos/deductivos, el pensamiento crítico e integrado, la conversión de representaciones (por ejemplo, de datos a tablas, de tablas a gráficos), la elaboración y comunicación de argumentaciones y explicaciones basadas en datos, la facultad de pensar en términos de modelos y el empleo de las Ciencias. Todos ellos se fundamentan en la lógica, el razonamiento y el análisis crítico.

En la siguiente figura se presentan algunos de los procesos cognitivos que implican las capacidades científicas seleccionadas por PISA.



Fuente: OCDE 2006

2.2.3 Contextos científicos y áreas de aplicación

Las preguntas propuestas por PISA 2006 hacen referencia a diferentes contextos de la vida cotidiana de los estudiantes, relacionados con su entorno:

- **personal**, el propio alumno, su familia y sus amistades
- **social** más cercano, la comunidad
- **global**, el planeta

Todas ellas se plantean como situaciones de la vida diaria que implican el conocimiento y uso de la ciencia y de la tecnología.

En términos generales, las situaciones planteadas coinciden con las aplicadas en las ediciones PISA 2000 y PISA 2003 sobre la competencia científica en áreas relacionadas con la salud, los recursos naturales, el medio ambiente, los riesgos y los límites de la ciencia y la tecnología.

La evaluación de Ciencias en PISA no es una evaluación de contextos. Lo que se evalúa son capacidades, conocimientos y actitudes, según se presentan o se relacionan con unos determinados contextos. Entonces, a la hora de seleccionar los contextos, es importante tener presente que lo que se pretende **evaluar** en PISA son las **capacidades científicas**, el grado de adquisición de los **conocimientos** y las **actitudes** que han desarrollado los alumnos y que ponen en juego al elaborar las respuestas a las preguntas que plantea la prueba. Los contextos son el medio a través del cual estas dimensiones son evaluadas. Por esto, los contextos que se emplean en los ejercicios de evaluación se eligen atendiendo a su relevancia para los intereses y la vida de los estudiantes, tomando en consideración las diferencias lingüísticas y culturales de los países participantes.

A continuación, se presentan los diferentes contextos y las áreas de aplicación propuestos en la evaluación de Ciencias, en PISA 2006 y 2009.

Contextos Áreas de aplicación	Personal (yo, familia y compañeros)	Social (la comunidad)	Global (la vida en el mundo)
Salud	Conservación de la salud, accidentes, nutrición	Control de enfermedades, transmisión social, elección de alimentos, salud comunitaria	Epidemias, propagación de enfermedades infecciosas
Recursos Naturales	Consumo personal de materiales y energía	Manutención de poblaciones humanas, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, abastecimiento energético	Recursos renovables y no renovables, sistemas naturales, crecimiento demográfico, uso sostenible de los recursos.
Medio Ambiente	Comportamientos respetuosos con el medio, uso y desecho de materiales	Distribución de la población, eliminación de los residuos, impacto medioambiental, climas locales	Biodiversidad, sostenibilidad ecológica, control demográfico, generación y pérdida de suelos
Riesgos	Riesgos naturales y provocados por el hombre, decisiones sobre la vivienda	Cambios rápidos (terremotos, rigores climáticos), cambios lentos y progresivos (erosión costera, sedimentación), evaluación de riesgos	Cambio climático, impacto de las modernas técnicas bélicas
Fronteras de la ciencia y la tecnología	Interés por las explicaciones científicas de los fenómenos naturales, aficiones de carácter científico, deporte y ocio, música y tecnología personal	Nuevos materiales, aparatos y procesos, manipulación genética, tecnología armamentística, transportes	Extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo

Fuente: OCDE, 2006

2.2.4 Actitudes hacia la ciencia

En la definición de competencia científica que se elaboró en PISA 2006, ser competente en ciencias no solo implica ser capaz de identificar cuestiones relacionadas con el mundo científico, explicar fenómenos y utilizar la evidencia para elaborar conclusiones en diferentes contextos relacionados con la ciencia y la tecnología, sino que también implica una serie de creencias, disposiciones, motivaciones y valores relacionados con ellas³.

En 2006 se recabaron datos en cuatro aspectos relacionados con las actitudes hacia las ciencias: *apoyo a la investigación científica, autoconfianza para aprender ciencias, interés por las ciencias y responsabilidad por los recursos y el ambiente*.

Por otra parte, esta evaluación significó una innovación respecto de los otros ciclos, ya que además de recopilar datos sobre las actitudes de los alumnos hacia las ciencias empleando el cuestionario del estudiante, se incluyó, en los cuadernillos de prueba, una serie de preguntas sobre esta temática, relacionadas con los temas que fueron objeto de evaluación.

Tanto en el cuestionario del estudiante como en las preguntas integradas a la prueba, se utilizaron las escalas Likert⁴ para recoger los datos sobre actitudes.

³ Las preguntas sobre esta dimensión sólo se aplicaron en el ciclo 2006, en el que Ciencias fue foco.

⁴ Una escala Likert consiste en un conjunto de ítems en que se presentan afirmaciones o juicios ante los cuales se solicita que se especifique el nivel de acuerdo o desacuerdo con ellas.

Mientras que el cuestionario del estudiante de PISA 2006 recabó datos sobre las cuatro áreas antes mencionadas, el “interés por aprender temas de ciencias” y el “apoyo a la investigación científica” fueron evaluadas además en la propia prueba.

En el caso del interés por el aprendizaje de temas de ciencias, se les preguntaba a los estudiantes cuánto les interesan las afirmaciones presentadas y podían elegir una de las siguientes respuestas: “mucho”, “más o menos”, “poco” o “nada”. Para el análisis de las respuestas se consideró que los alumnos que refirieron “mucho” o “más o menos” manifestaban interés por aprender estos temas. Con respecto a las preguntas que medían el apoyo a la investigación científica, se pidió a los alumnos que expresaran su nivel de acuerdo a una serie de afirmaciones: “muy de acuerdo”, “de acuerdo”, “en desacuerdo” o “muy en desacuerdo”. En este sentido y para su análisis, se consideró que aquellos estudiantes que refirieron estar “muy de acuerdo” o “de acuerdo” evidenciaban apoyar la investigación científica.

Incluir estas preguntas en la prueba de Ciencias permitió a PISA estudiar las actitudes de los alumnos en el contexto de tareas científicas específicas y, por lo tanto, con mayor concreción de lo que hubiera sido posible a partir de preguntas generales sobre su actitud en un cuestionario distinto. Además, ello permitió determinar si las actitudes de los alumnos variaban según el contexto y si sus actitudes se correlacionaban con el rendimiento manifestado en las preguntas individuales o grupos de preguntas (OCDE, 2006).

A continuación se presenta un esquema en el que se resumen las cuatro subescalas de actitudes evaluadas y las subdimensiones en las que se organizaron.

Actitudes	Subdimensiones	
1. Apoyo a la investigación científica	1.1 Índice del valor general de las ciencias	
	1.2 Índice del valor personal de las ciencias	
	1.3 Escala de apoyo a la investigación científica	
2. Autoconfianza por aprender ciencia	2.1 Índice de autoeficacia	
	2.2 Índice de autoconcepto en ciencias	
3. Interés por las ciencias	3.1 Interés en aprender ciencias como asignatura	3.1.a Índice de interés general en las ciencias 3.1.b Índice del disfrute de las ciencias 3.1.c Escala del interés por aprender temas de ciencias
	3.2 Importancia de sacar buenas notas en ciencias	
	3.3 Motivación por aprender ciencias porque es útil	3.3.a Índice de motivación fundamental para aprender ciencias 3.3.b Índice de motivación para aprender ciencias orientada al futuro
	3.4 ¿Esperan los alumnos cursar una carrera científica?	
	3.5 Actividades relacionadas con las ciencias	
4. Responsabilidad por los recursos y el medioambiente	4.1 Sensibilización ante problemas medioambientales	
	4.2 Nivel de preocupación de los alumnos por los problemas medioambientales	
	4.3 Optimismo ante los problemas medioambientales	
	4.4 Responsabilidad por el desarrollo sostenible	

Fuente: ANEP- Programa PISA Uruguay

Capítulo 2

LOS NIVELES DE DESEMPEÑO EN PISA

La evaluación PISA desarrolla escalas que describen el desempeño de los alumnos en función de las respuestas que dan a las preguntas planteadas. La elaboración de estas escalas se ve facilitada por la inclusión de ejercicios con una amplia gama de dificultad. Entre los factores que determinan el grado de dificultad de los ejercicios de evaluación en Ciencias se incluyen:

- la complejidad general del contexto,
- el grado de familiaridad con las ideas, los procesos y las terminologías científicas presentes en las tareas,
- la extensión de la concatenación lógica requerida para responder a la pregunta, esto es, el número de pasos que han de darse para llegar a una respuesta adecuada y el nivel de dependencia lógica que cada paso tenga con respecto al anterior,
- el grado en que se requieran ideas y conceptos científicos abstractos para elaborar la respuesta,
- el nivel de razonamiento, intuición y generalización implícito en la formación de juicios, conclusiones y explicaciones.

El modelo utilizado por PISA para el análisis estadístico de las respuestas, denominado Teoría de Respuesta al Ítem (TRI), permite estimar en forma simultánea el nivel de competencia científica de los estudiantes que son evaluados y la dificultad de los ejercicios resueltos por ellos. De esta forma, se ubican el nivel de competencia del estudiante y de dificultad del ejercicio en una misma escala.

Este modelo estadístico que usa PISA para analizar los datos, implementa procesos iterativos que estiman simultáneamente la probabilidad de que una persona en particular responda en forma correcta a un ejercicio de una prueba, a la vez que, la probabilidad de que un determinado ejercicio de una prueba sea respondido en forma correcta por una persona.

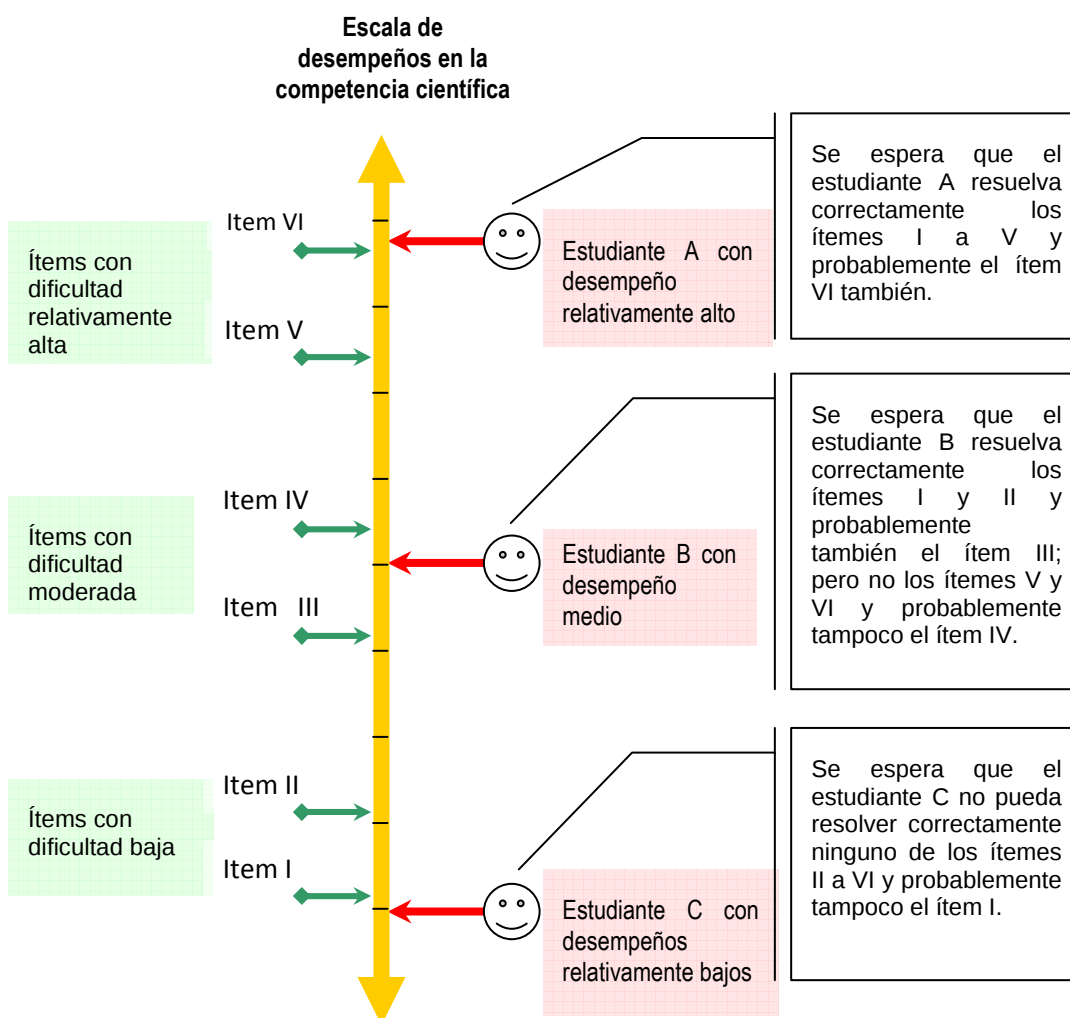
El resultado de estos procedimientos es un conjunto de parámetros que permiten definir una escala continua, sobre la cual se genera una métrica para la competencia científica. En esa escala es posible estimar la ubicación de la habilidad de un estudiante en particular, observando qué grado de competencia científica demuestra al resolver las actividades de la prueba, así como estimar la posición de cada uno de los ejercicios de la prueba de evaluación en la escala, observando qué grado de competencia científica es necesario para resolverlos. Para facilitar la interpretación de la escala se construyen los denominados “niveles de desempeño” que corresponden a tramos de la escala y describen lo que los estudiantes son capaces de hacer con lo que han aprendido en Ciencias.

El desempeño de cada alumno genera una puntuación de acuerdo con la complejidad de las actividades de la prueba que resolvió que lo ubica en un nivel de desempeño en base a la tarea más difícil que cabría esperar que resolviera en la prueba.

Esto no significa que los alumnos siempre serán capaces de realizar los ejercicios correspondientes al nivel en que su puntuación lo ubica o por debajo del nivel de dificultad asociado a su propia posición en la escala. Tampoco significa que nunca podrán realizar correctamente otros más difíciles, sino que los alumnos tienen una probabilidad

comparativamente mayor de poder completar los ejercicios por debajo de su propio nivel (dicha probabilidad aumenta cuanto más se descende en la escala), y es menos probable que puedan completar los que se sitúan en niveles más altos. Esto quiere decir que cuando un estudiante se ubica, por sus desempeños, en un determinado nivel, es porque respondió, en forma correcta al menos a un 60% de las preguntas de ese nivel, así como la gran mayoría de las preguntas de los niveles inferiores y un porcentaje mucho menor de las preguntas que se encuentran en niveles superiores.

La siguiente figura presenta como este modelo probabilístico genera los niveles de desempeño.



Para facilitar la interpretación de las puntuaciones asignadas a los alumnos, se determinó que la escala tuviera una puntuación media de 500 puntos, siendo los dos tercios la proporción de alumnos de los países de la OCDE con puntuaciones entre los 400 y los 600 puntos de esa escala.

En el área Ciencias, en 2006, se establecieron seis niveles de desempeño constituidos por agrupamientos de ítems de dificultad ascendente con el Nivel 6 como el más alto y el Nivel 1 como el más bajo. A este se agrega un nivel “bajo uno” que concentra a los estudiantes que no fueron capaces de responder ni aún las actividades más fáciles propuestas por la prueba y por lo tanto sus desempeños no pueden ser descritos.

El Nivel 2 se estableció como línea de base o umbral de competencia, a partir del cual los alumnos habrían desarrollado las competencias básicas para integrarse y participar plenamente en la sociedad. Esto exige, por ejemplo, capacidades como recordar conceptos científicos simples, usar los resultados de un experimento científico representado en un cuadro de datos como respaldo de una decisión personal, utilizar razonamientos directos y hacer interpretaciones literales de los resultados de una investigación científica.

PISA describe, para cada nivel de desempeño, cuáles son las tareas específicas que los estudiantes que se ubican en cada uno de ellos han sido capaces de realizar.

A continuación se presenta una tabla con la descripción de las tareas que los estudiantes deben ser capaces de realizar para ubicarse en cada uno de los seis niveles de desempeño de la escala global de Ciencias, desde el nivel más alto al más bajo. En las columnas de la izquierda se presenta el porcentaje de estudiantes que se ubicaron en estos niveles en las evaluaciones del 2006 y 2009 para Uruguay y para el promedio de los países de la OCDE.

Tabla 2.1 Descripción de tareas en los niveles de desempeño para la competencia científica

Niveles	Lo que los estudiantes pueden hacer típicamente en cada nivel	% de alumnos en cada Nivel 2006	% de alumnos en cada Nivel 2009
6 (por encima de 707,9 pts)	Los estudiantes pueden consistentemente identificar, explicar y aplicar conocimiento científico y conocimiento acerca de las Ciencias, en variadas y complejas situaciones de la vida. Pueden vincular diferentes fuentes de información y explicaciones y usar evidencia de esas fuentes para justificar decisiones. Son capaces de demostrar clara y consistentemente pensamiento y razonamiento crítico avanzado y están dispuestos a usar esa comprensión científica para sustentar soluciones en situaciones científicas y tecnológicas no familiares. Pueden utilizar el conocimiento científico y desarrollar argumentos para respaldar recomendaciones y decisiones en situaciones que se centren tanto en lo personal, social o global.	OCDE	
		1,3	1,1
		Uruguay	
		0,1	0,1
5 (de 633,3 a menos de 707,9 pts)	Los estudiantes pueden identificar los componentes científicos de muchas situaciones complejas de la vida, pueden aplicar tanto conceptos científicos como <i>conocimiento acerca de las Ciencias</i> a esas situaciones y pueden comparar, seleccionar y evaluar evidencia científica apropiada para responder a situaciones de la vida. Los estudiantes de este nivel pueden usar habilidades de investigación bien desarrolladas, relacionar apropiadamente conocimientos científicos y aportar una visión crítica a estas situaciones. Pueden construir explicaciones basadas en evidencias y argumentos basados en sus propios análisis críticos.	OCDE	
		7,7	7,4
		Uruguay	
		1,3	1,4
4 (de 558,7 a menos de 633,3 pts)	Los estudiantes pueden trabajar eficazmente en situaciones y temas que pueden involucrar fenómenos explícitos que requieren hacer inferencias acerca del rol de la ciencia o de la tecnología. Pueden seleccionar e integrar explicaciones desde las diferentes disciplinas de las ciencias y la tecnología y vincular directamente estas explicaciones con aspectos de la vida cotidiana. Los estudiantes de este nivel son capaces de reflexionar sobre sus acciones y pueden comunicar decisiones usando conocimiento y evidencia científica.	OCDE	
		20,3	20,6
		Uruguay	
		6,9	7,1
3 (484,1 a menos de 558,7 pts)	Los estudiantes pueden identificar temas científicos claramente descritos en diversos contextos. Logran seleccionar hechos y conocimientos para explicar fenómenos y aplicar modelos sencillos o estrategias de investigación. Los estudiantes de este nivel pueden interpretar y usar conceptos científicos de diferentes disciplinas para aplicarlos directamente. Pueden desarrollar breves comunicaciones usando hechos y tomar decisiones basadas en conocimiento científico.	OCDE	
		27,4	28,6
		Uruguay	
		19,7	19,5
2 (409,5 a menos de 484,1 pts)	En el nivel 2, los estudiantes tienen el conocimiento científico adecuado para suministrar posibles explicaciones en contextos familiares o inferir conclusiones basadas en investigaciones simples. Son capaces de efectuar razonamientos directos y hacer interpretaciones literales de resultados de investigaciones científicas o de resolución de problemas tecnológicos.	OCDE	
		24,0	24,4
		Uruguay	
		29,8	29,3

Niveles	Lo que los estudiantes pueden hacer típicamente en cada nivel	% de alumnos en cada Nivel 2006	% de alumnos en cada Nivel 2009
1 (334,9 a menos de 409,5 ptos)	Los estudiantes tienen un conocimiento científico tan limitado que sólo pueden aplicarlo a escasas situaciones que sean familiares. Pueden presentar explicaciones científicas que son obvias y deducibles concretamente de la evidencia que ha sido brindada.	OCDE	
		14,1	13,0
		Uruguay	
		25,4	25,6
Bajo 1 (por debajo de 334,9 ptos)	La prueba no cuenta con actividades que describan lo que son capaces de hacer los estudiantes cuyos desempeños los ubican en este nivel.	OCDE	
		5,2	5,0
		Uruguay	
		16,7	17,0

Fuente: ANEP- PISA Uruguay sobre datos OCDE - PISA 2006 y 2009

Como se puede apreciar en 2006 el 19,2% de los estudiantes del promedio de los países de la OCDE se encontraba en los niveles por debajo del umbral de competencia y en Uruguay este porcentaje correspondía al 42,1. En 2009 la situación no ha cambiado significativamente ni para el promedio de los países de la OCDE ni para Uruguay. En OCDE el 18,0% de los estudiantes se ubicó en estos niveles y en Uruguay el 42,6%.

Con respecto a los niveles superiores tampoco se han producido cambios significativos entre los ciclos 2006 y 2009. Para el promedio de los países de la OCDE el 9,0% de los estudiantes se ubicó en los niveles 5 y 6 en el año 2006 y el 8,5% en el ciclo 2009. En Uruguay este porcentaje es marcadamente inferior que en el promedio de los países de la OCDE, en 2006 el 1,4% de los estudiantes se ubicó en los niveles más altos de la escala y en 2009 fue el 1,5%.

A continuación se presenta una tabla con las preguntas que han sido publicadas de la evaluación PISA 2006 para ejemplificar cada nivel de la escala de desempeños, organizados según las tres capacidades científicas (procesos cognitivos) que PISA plantea.

Mapa de actividades de prueba PISA 2006				
Nivel	Puntos de corte	CAPACIDADES		
		<i>Identificar cuestiones científicas</i>	<i>Explicar fenómenos científicamente</i>	<i>Utilizar evidencias científicas</i>
6	707.9	LLUVIA ÁCIDA Pregunta 5 (717) (Crédito total)	EFFECTO INVERNADERO Pregunta 5 (709)	
5	633.3			EFFECTO INVERNADERO Pregunta 4 (659) (Crédito total)
4	558.7	FILTROS SOLARES Pregunta 4 (574) Pregunta 2 (588) ROPA Pregunta 1 (567)	EJERCICIO FÍSICO Pregunta 5 (583)	FILTROS SOLARES Pregunta 5 (659) (Crédito total) Pregunta 5 (616) (Crédito total) EFFECTO INVERNADERO Pregunta 3 (529)
3	484.8	LLUVIA ÁCIDA Pregunta 5 (513) (Crédito parcial) FILTROS SOLARES Pregunta 3 (499) GRAN CAÑÓN Pregunta 7 (485)	LLUVIA ÁCIDA Pregunta 2 (506) MARY MONTAGU Pregunta 4 (507) EJERCICIO FÍSICO Pregunta 1 (545)	EFFECTO INVERNADERO Pregunta 3 (529)
2	409.5	ALIMENTOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS Pregunta 3 (421)	GRAN CAÑÓN Pregunta 3 (451) MARY MONTAGU Pregunta 2 (436) Pregunta 3 (431) GRAN CAÑÓN Pregunta 5 (411)	LLUVIA ÁCIDA Pregunta 3 (460)
1	334.9		EJERCICIO FÍSICO Pregunta 3 (386) ROPA Pregunta 2 (399)	

Fuente: OCDE 2007

Estas actividades han sido dadas a conocer a fin de ejemplificar el marco de la evaluación así como las tareas que los estudiantes son capaces de hacer en cada nivel de desempeño.

Más adelante, en este documento se presentan estas y otras actividades de evaluación de Ciencias en PISA.

Capítulo 3

DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

La prueba de PISA está integrada por unidades de evaluación denominadas “actividades”. Todas estas actividades constan de un título con su nombre, un “estímulo” que oficia de introducción y de una a cinco preguntas⁵ asociadas a este.

Las preguntas exigen que los estudiantes reflexionen en contextos transversales y sobre asuntos próximos a sus necesidades como ciudadanos. Estas abordan contenidos relevantes que en general se relacionan con los currículos de ciencias y requieren de la puesta en marcha de procesos cognitivos para su resolución. Esto permite poner en evidencia en qué grado el aprendizaje escolar ha construido estructuras de pensamiento sólidas y funcionales en los jóvenes.

Para evaluar las capacidades y los conocimientos científicos definidos en el marco de la evaluación se utilizan cuatro formatos de ejercicios. Por un lado, hay preguntas cerradas en dos versiones: de múltiple opción, en las que el estudiante debe elegir una entre cuatro opciones distintas de respuesta, o de elección múltiple compleja, en la que el alumno elige opciones de respuesta binaria: sí/no; verdadero/falso, referidas a una serie de afirmaciones relacionadas con el estímulo de la actividad. También hay preguntas de respuesta elaborada por el estudiante, que pueden ser cerradas, en las que la respuesta es una palabra o un número únicos, o abiertas, en las que el estudiante desarrolla aproximadamente un párrafo o dos para responder a la pregunta.

En 2006, como ya se mencionó anteriormente, las Ciencias fueron el área foco y por lo tanto las dos terceras partes de la prueba consistieron en ítems de esta área. La prueba de Ciencias constó de 37 actividades con 140 preguntas en total. Esta área tuvo la particularidad de presentar preguntas que evaluaron aspectos cognitivos y otras destinadas a describir actitudes de los estudiantes hacia las ciencias. De los 140 ítems, 108 estaban relacionados con el conocimiento científico, de estos, 62 apuntaban a evaluar los conocimientos disciplinares (conocimientos de las Ciencias), en tanto que hubo 46 para evaluar los conocimientos metodológicos y epistemológicos de las Ciencias. Por último, las restantes 32 preguntas focalizaban su atención en dos de las cuatro categorías de actitudes hacia las ciencias que describió la evaluación PISA 2006. Estaban referidas al “interés por aprender temas de ciencias” y al “apoyo a la investigación científica” Estas preguntas formaron parte de las actividades de la prueba y se ubicaron inmediatamente después de las que evaluaban conocimientos científicos.

En PISA 2009 la prueba de Ciencias constó de 18 actividades, con 53 ítems en total. En este ciclo las actividades de prueba que se utilizaron fueron algunas de las empleadas en la prueba del 2006, denominadas de “anclaje”. Estas se aplican en todos los ciclos con el fin de poder realizar estudios de tendencias y calibrar las nuevas actividades en la misma métrica, lo que asegura la comparabilidad de los datos. En cada área, la primera vez que se aplican estas actividades es en el año en el que el área es foco y desde ese momento se mantienen confidenciales.

⁵ En esta publicación se utilizan como sinónimos las palabras pregunta e ítem.

Las siguientes tablas muestran la distribución de las preguntas según su formato y las dimensiones de la competencia científica (conocimientos, capacidades, contextos y áreas de aplicación) para la prueba 2006 y 2009.

Tabla 3.1 Distribución de los ítems de Ciencias según el formato de pregunta y las dimensiones de la competencia científica que evalúan en PISA 2006

	Número de ítems	Múltiple opción	Múltiple opción compleja	Respuesta construida por el alumno
Distribución de ítems según capacidades científicas				
Identificar cuestiones científicas	24	9	10	5
Explicar fenómenos científicamente	53	22	11	20
Utilizar pruebas científicas	31	7	8	16
Total	108	38	29	41
Distribución de ítems de ciencias según los conocimientos científicos				
a) Conocimiento de la ciencia				
Sistemas físicos	17	8	3	6
Sistemas vivos	25	9	7	9
Sistemas de la Tierra y el Espacio	12	5	2	5
Sistemas tecnológicos	8	2	3	3
<i>Total parcial</i>	62	24	15	23
b) Conocimiento acerca de la ciencia				
Investigación científica	25	9	10	6
Explicaciones científicas	21	5	4	12
<i>Total parcial</i>	46	14	14	18
Total	108	38	29	41
Distribución de ítems de ciencias según las situaciones y los contextos científicos				
a) Área de aplicación				
Salud	26	10	8	8
Recursos naturales	17	7	4	6
Medio ambiente	20	9	3	8
Riesgos	15	5	3	7
Fronteras de la ciencia y la tecnología	27	6	10	11
Otros	3	1	1	1
Total	108	38	29	41
b) Contexto				
Personal (yo, familia y compañeros)	29	13	6	10
Social (la comunidad)	59	21	16	22
Global (la vida en todo el mundo)	20	4	7	9
Total	108	38	29	41

Fuente: ANEP- DICE, sobre datos OCDE PISA 2006

Tabla 3.2 Distribución de los ítems de Ciencias según el formato y las dimensiones de la competencia científica que evalúan en PISA 2009

	Total de ítems	Múltiple opción	Múltiple opción compleja	Respuesta construida por el alumno
<i>Distribución de ítems según capacidades científicas</i>				
Identificar cuestiones científicas	13	4	6	3
Explicar fenómenos científicamente	22	8	7	7
Utilizar pruebas científicas	18	6	4	8
Total	53	18	17	18
<i>Distribución de ítems según los conocimientos científicos</i>				
a) Conocimientos de la ciencia				
Sistemas físicos	6	3	2	1
Sistemas vivos	9	2	3	4
Sistemas de la Tierra y el Espacio	7	3	2	2
Sistemas tecnológicos	4	1	2	1
<i>Total parcial</i>	26	9	9	8
b) Conocimiento acerca de la ciencia				
Investigación científica	14	4	6	4
Explicaciones científicas	13	5	2	6
<i>Total parcial</i>	27	9	8	10
Total	53	18	17	18
<i>Distribución de ítems según las situaciones y los contextos científicos</i>				
a) Área de aplicación				
Salud	9	2	3	4
Recursos naturales	11	5	4	2
Medio ambiente	10	5	1	4
Riesgos	8	1	3	4
Fronteras de la ciencia y la tecnología	12	4	5	3
Otros	3	1	1	1
Total	53	18	17	18
b) Contexto				
Personal (yo, familia y compañeros)	12	5	4	3
Social (la comunidad)	30	10	8	12
Global (la vida en todo el mundo)	11	3	5	3
Total	53	18	17	18

Fuente: ANEP- DICE, sobre datos OCDE PISA 2009

Como se puede observar en la tabla, la capacidad evaluada a través de mayor cantidad de ítems, tanto en 2006 como en 2009 fue “explicar fenómenos científicamente” (49% en 2006 y 42% en 2009 del total de la prueba).

En relación a los contenidos abordados por las preguntas, en la prueba aplicada en 2006 el 57% de las preguntas correspondieron a contenidos disciplinares (conocimiento de la Ciencia) y 43% a contenidos metodológicos (conocimiento acerca de la Ciencia). En cambio en 2009 poco más de la mitad de estas se relacionaba a los conocimientos acerca de la Ciencia (51%) y 49% a los contenidos referidos a las disciplinas científicas (Astronomía, Biología, Física, Geología, Geografía y Química).

En lo concerniente a los contextos en las que se situaron las actividades, tanto en 2006 como en 2009, aproximadamente 6 de cada 10 preguntas se referían al contexto social, 2 de cada 10 al contexto personal y 2 de cada 10 al global.

Con respecto a la distribución de las preguntas teniendo en cuenta su formato, se puede observar que en 2006 el 38% correspondió a ítems de respuesta construida por el alumno, tanto abiertas o cerradas (la mayoría son abiertas), 35% correspondió a preguntas de múltiple opción y 27% a preguntas de múltiple opción compleja.

En la descripción de la prueba, además de los aspectos del marco teórico mencionados en los párrafos anteriores, también se puede tener en cuenta la cantidad de ítems que para ser resueltos involucran, además de la lectura de texto, la de gráficos cartesianos, tablas y/o figuras, mapas o diagramas. En este sentido, 7% de las preguntas incluyen gráficos, 21% incluyen la lectura de tablas y 15% involucran para su resolución el análisis de figuras, mapas o diagramas.

Capítulo 4

LAS ACTIVIDADES DE PRUEBA PISA

En este apartado se reúnen todas las preguntas que evalúan los aspectos cognitivos y las actitudes en el área de Ciencias y que han sido publicadas hasta el momento por PISA. Algunas de estas preguntas se han utilizado en los ciclos 2000, 2003 y 2006, y otras se han empleado en los trabajos piloto previos a cada edición.

Cada actividad comienza con un “estímulo” que presenta una situación que actúa como disparador y a partir de esta se plantean las preguntas. Este estímulo puede ser un texto breve, organizado en párrafos (texto continuo) o uno que presente gráficos, tablas y/o diagramas que tienen información necesaria para resolver alguno de los ítems planteados (texto discontinuo). Cada una de las preguntas que el estudiante debe responder implica principalmente la aplicación de una de las capacidades científicas y requiere el empleo, bien del conocimiento de la ciencia o bien del conocimiento acerca de la ciencia. En la mayoría de los casos, cada actividad evalúa (mediante distintas preguntas, independientes entre sí) más de una capacidad y más de una categoría de conocimiento.

En esta publicación, para cada ítem se presenta una tabla con una breve descripción de sus características (perfil del ítem: contenido, capacidad, formato de pregunta, área, contexto). Asimismo, se incluyen los porcentajes de respuesta correcta y los de omisión de respuesta⁶ en Uruguay y en OCDE para las actividades de los ciclos 2003 y 2006, en los que Uruguay participó. Para las del ciclo 2000 sólo se presentan los porcentajes de respuesta correcta para la OCDE. Por otra parte, las actividades que corresponden al operativo piloto, en los que se validan las actividades a fin de generar el conjunto de preguntas que se aplican en el estudio definitivo, no generan puntajes ni porcentajes de respuestas correctas representativos para la población evaluada.

Para las preguntas en las que los estudiantes desarrollan su respuesta, se exponen los criterios que se tienen en cuenta para valorarlas⁷ y para las actividades de múltiple opción y múltiple opción compleja se presenta la respuesta o respuestas correctas (respectivamente). En particular el concepto de guía de corrección tiene un alto valor pedagógico. Las actividades de prueba de respuesta abierta construida por el estudiante requieren de criterios homogéneos de valoración en la prueba internacional PISA, porque serán codificadas en todos los países participantes por equipo de correctores nacionales y estos juicios deben ser dados sobre bases homogéneas para que los resultados sean luego comparables. En este material se presenta para cada pregunta una descripción de lo que se considera una respuesta de logro completo y algunos ejemplos, así como, la descripción de las respuestas de logro parcial y las sin logro. Esta explicitación del tipo de respuesta esperada es, además de indispensable para la

⁶ La omisión es la ausencia de respuesta. Una pregunta es considerada omitida por el alumno cuando las siguientes preguntas presentadas en el cuadernillo de prueba que le correspondió responder han sido abordadas. En cambio una pregunta se considera no abordada cuando después de ella no hay más trabajo del estudiante en las preguntas siguientes. La omisión de respuesta incide en el puntaje del estudiante en la prueba, en cambio las preguntas no abordadas no son tenidas en cuenta a la hora de ubicar sus desempeños en un nivel de la escala del área evaluada.

⁷ Las actividades abiertas son codificadas por profesores correctores capacitados para la utilización de la guía de corrección, que es traducida desde un único original junto con las actividades de prueba a todas las lenguas en las que se aplica PISA, lo que asegura la comparabilidad de los resultados.

corrección, muy importante a la hora de comprender lo que la pregunta en consideración busca evaluar.

En general, es considerado recomendable elaborar este estilo de guía de corrección para valorar la calidad de los materiales escritos que elaboran los estudiantes. Implica hacer explícitos los criterios que se utilizarán para juzgar las respuestas lo que asegura que los criterios que utilizamos son los mismos para todos los estudiantes y que son conocidos por ellos. Por otra parte, cuando este instrumento se elabora en colaboración con los colegas el material adquiere valor de consenso lo que lo hace didácticamente relevante.

A continuación se presenta una actividad de evaluación para ejemplificar los conceptos mencionados anteriormente.

¡DETENGAN A ESE GERMEN!

Ya en el siglo XI, los médicos chinos manipulaban el sistema inmunitario. Al soplar polvo de costras de un enfermo de viruela en los orificios nasales de sus pacientes, a menudo podían provocar una enfermedad leve que evitaba un ataque más grave posterior. Hacia 1.700, la gente se frotaba la piel con costras secas para protegerse de la enfermedad. Estas prácticas primitivas se introdujeron en Inglaterra y en las colonias americanas. En 1771 y 1772, durante una epidemia de viruela, un médico de Boston llamado Zabdiel Boylston puso a prueba una idea que tenía. Arañó la piel de su hijo de seis años y de otras 285 personas y frotó el pus de las costras de viruela en las heridas. Sobrevivieron todos sus pacientes a excepción de seis.

Estímulo

¡DETENGAN A ESE GERMEN! Pregunta 1

¿Qué idea estaba tratando de poner a prueba Zabdiel Boylston?

Pregunta

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que hagan referencia a estas dos ideas:

- inocular a alguien con viruela le proporciona cierta inmunidad.
- a través de las heridas en la piel, la viruela se introduce en el torrente sanguíneo.

Se consideran **respuestas parcialmente correctas** aquellas que hacen referencia a una sola de las dos ideas anteriores.

Se consideran **respuestas incorrectas** a toda otra respuesta.

Guía de
corrección

ACTIVIDADES DE PRUEBA DE LOS CICLOS 2000 Y 2003

Se presentan las actividades de prueba PISA que fueron aplicadas en las ediciones de la evaluación previas a la del 2006, ciclo en el que se realizó una revisión del marco teórico original desarrollado para los ciclos 2000 y 2003. En la siguiente tabla se listan, en el orden en que aparecen en este documento y se indican los ciclos en los que fueron aplicadas.

Nombre de la Unidad	Ciclo de la Evaluación
Detengan a ese germen	Piloto
Peter Cairney	Piloto
Maíz	Piloto
Clonación	2003
Luz de día	2003
Los autobuses	Piloto
Las moscas	Piloto
La biodiversidad	Piloto
El cambio climático	Piloto
El chocolate	Piloto
Clones de ternero	Piloto
Ozono	2000
Diario de Semmelweis	2000

¡DETENGAN A ESE GERMEN!

Ya en el siglo XI, los médicos chinos manipulaban el sistema inmunitario. Al soplar polvo de costras de un enfermo de viruela en los orificios nasales de sus pacientes, a menudo podían provocar una enfermedad leve que evitaba un ataque más grave posterior. Hacia 1700, la gente se frotaba la piel con costras secas para protegerse de la enfermedad. Estas prácticas primitivas se introdujeron en Inglaterra y en las colonias americanas. En 1771 y 1772, durante una epidemia de viruela, un médico de Boston llamado Zabdiel Boylston puso a prueba una idea que tenía. Arañó la piel de su hijo de seis años y de otras 285 personas y frotó el pus de las costras de viruela en las heridas. Sobrevivieron todos sus pacientes a excepción de seis.

¡DETENGAN A ESE GERMEN! Pregunta 1

¿Qué idea estaba tratando de poner a prueba Zabdiel Boylston?

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que hagan referencia a estas dos ideas:

- inocular a alguien con viruela le proporciona cierta inmunidad.
- a través de las heridas en la piel, la viruela se introduce en el torrente sanguíneo.

Se consideran **respuestas parcialmente correctas** aquellas que hacen referencia a una sola de las dos ideas anteriores.

Se consideran **respuestas incorrectas** otras respuestas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Comprensión de la investigación científica
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Biología humana
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud

COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes deben comunicar por escrito su respuesta, que está relacionada con conocimientos de Biología, específicamente con la temática inmunidad. Para contestar correctamente, deben aplicar conocimientos acerca del funcionamiento del sistema inmunológico e interpretar la información del texto para elaborar una conclusión, en este caso, determinar qué hipótesis estaba tratando de probar el médico Zabdiel Boylston. Por lo tanto, tienen que utilizar la información explícita que presenta el texto del estímulo, así como inferir la que está implícita. A partir del dato brindado de que el médico arañó la piel para provocar una herida, los estudiantes deben deducir que su intención fue introducir al torrente sanguíneo el agente patógeno que causa la viruela. Otra inferencia necesaria es que a partir del contacto de una persona sana con el pus de las costras de la viruela se genera en el organismo una reacción del sistema inmunitario que permite que se prepare para luchar contra esa enfermedad.

¡DETENGAN A ESE GERMEN! Pregunta 2

Indica otras dos informaciones que necesitarías para determinar el grado de éxito del método de Boylston.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que incluyen **las dos** informaciones siguientes:

- El índice de supervivencia sin el tratamiento de Boylston;
- Si los pacientes estuvieron expuestos a la viruela además del tratamiento.

Se consideran **respuestas parcialmente correctas** aquellas que hacen referencia a **uno solo** de los puntos anteriores.

Se consideran **respuestas incorrectas** otro tipo de respuestas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Comprensión de la investigación científica
Proceso	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica
Categoría de conocimiento	Biología humana
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud

COMENTARIOS:

Al igual que el ítem anterior, para contestar a esta pregunta, los estudiantes tienen que escribir sus ideas en un párrafo o dos. Deben mencionar dos datos que se deberían tener en cuenta para determinar el grado de éxito del método utilizado por el médico para evitar la muerte de los pacientes cuando se enfermaran de viruela. Para esto, los alumnos deben poseer conocimientos acerca de las características de las investigaciones científicas en las Ciencias Naturales y aplicarlos para lograr identificar qué información se necesitaría para determinar el éxito del tratamiento.

PETER CAIRNEY

Otra manera que tiene Peter de obtener información para mejorar la seguridad de las carreteras es el uso de una cámara de televisión colocada sobre un poste de 13 metros para filmar el tráfico de una carretera estrecha. Las imágenes muestran a los investigadores cosas tales como la velocidad del tráfico, la distancia entre los coches y qué parte de la carretera utilizan. Después de algún tiempo se pintan líneas divisorias en la carretera. Los investigadores pueden utilizar la cámara de televisión para observar si el tráfico es ahora diferente. ¿Es el tráfico ahora más rápido o más lento? ¿Van los coches más o menos distanciados entre sí que antes? ¿Los automovilistas circulan más cerca del margen de la carretera o más cerca del centro ahora que hay líneas? Cuando Peter conozca todo esto podrá recomendar sobre si hay que pintar o no pintar líneas en carreteras estrechas.

PETER CAIRNEY Pregunta 1

Si Peter quiere estar seguro de que está recomendando lo correcto, quizá deba obtener más información además de sus filmaciones.

De las afirmaciones siguientes, ¿cuál o cuáles le ayudarían a estar más seguro de su recomendación sobre los efectos de pintar líneas en carreteras estrechas?

- | | | |
|---|--|---------|
| A | Hacer lo mismo en otras carreteras estrechas | Sí / No |
| B | Hacer lo mismo en otras carreteras anchas | Sí / No |
| C | Comprobar el número de accidentes un tiempo antes y después de pintar las líneas | Sí / No |
| D | Comprobar el número de coches que utilizan la carretera antes y después de pintar las líneas | Sí / No |

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** cuando seleccionan las opciones: Sí, No, Sí, No, en este orden.

Son **respuestas parcialmente correctas** cuando seleccionan las opciones: Si, No, No, No, en este orden.

Se consideran **respuestas incorrectas** cualquier otra combinación de respuestas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Comprensión de la investigación científica
Proceso	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica
Categoría de conocimiento	Fuerzas y movimiento
Área de aplicación	Las ciencias aplicadas a la Tecnología

COMENTARIOS

Para responder a esta pregunta de múltiple opción compleja, los estudiantes deben analizar la información que se presenta en el texto y aplicar sus conocimientos sobre las características de las investigaciones científicas para determinar, para cada afirmación, si la variable presentada (carretera estrecha o ancha, cantidad de accidentes antes y después de pintar las líneas que debe tener en cuenta, cantidad de autos que utilizan la carretera antes y después de pintar las líneas) influye o no en los resultados de la investigación. Por esto, esta pregunta corresponde a la capacidad “comprensión de la investigación científica”. El contexto de esta pregunta es comunitario, ya que como habitante de una ciudad, le afectan asuntos compartidos como: el transporte y la seguridad.

PETER CAIRNEY Pregunta 2

Supón que Peter se da cuenta de que, tras haber pintado líneas divisorias en un cierto tramo de carretera estrecha, el tráfico cambia tal y como se indica a continuación.

Velocidad	El tráfico va más rápido
Posición	El tráfico se mantiene más cerca de los márgenes de la carretera
Distancia de separación	Ningún cambio

A la vista de estos resultados se decidió que deberían pintarse líneas en todas las carreteras estrechas. ¿Crees que ésta fue la mejor decisión? Explica tus razones para estar a favor o en contra.

Estoy a favor	Razón:
Estoy en contra	Razón:

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que están de acuerdo o en desacuerdo con la decisión por razones coherentes con la información dada.

Por ejemplo:

- De acuerdo porque hay menos posibilidad de chocar si el tráfico se mantiene cerca de los márgenes de la carretera, incluso aunque vaya más rápido;
- De acuerdo porque si el tráfico va más rápido, hay menos necesidad de adelantar;
- En desacuerdo porque, si el tráfico va más rápido y se mantiene la misma distancia entre los coches, esto significa que los conductores no tienen espacio suficiente para detenerse en caso de emergencia.

Se consideran **respuestas incorrectas** las que están a favor o en contra pero que no especifican las razones o dan razones que no tienen relación con el problema.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Comunicar conclusiones válidas
Categoría de conocimiento	Fuerzas y movimiento
Área de aplicación	Las ciencias aplicadas a la Tecnología

COMENTARIOS

En esta pregunta, de respuesta abierta, los estudiantes pueden argumentar a favor o en contra de una decisión, pero para que la respuesta sea correcta el argumento que planteen debe ser coherente con la información que se presenta en el estímulo de la actividad. Por lo tanto, la capacidad que enmarca la pregunta es la “interpretación de evidencias y conclusiones científicas”. Como en el caso anterior el contexto en el que está situada la pregunta es comunitario.

PETER CAIRNEY Pregunta 3

Se aconseja a los conductores que dejen más espacio entre su vehículo y el de delante cuando viajan a mayor velocidad que cuando viajan a menor velocidad, porque los coches que van más rápido necesitan más tiempo para frenar.

Explica por qué un coche que va más rápido necesita más distancia para detenerse que un coche que va más lento.

Razones:

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que mencionan que:

- La mayor inercia de un vehículo que va más rápido significa que, dada la misma fuerza, avanzará más mientras reduce su velocidad que un vehículo que va más lento.

Y

- Cuanto mayor es la velocidad, más tiempo se necesita para reducirla a cero, así que el coche avanzará más en este tiempo.

Se consideran **respuestas parcialmente correctas** las que indican sólo una de las dos ideas anteriores.

Se consideran **respuestas incorrectas** otras respuestas, o repetición de la afirmación.

Por ejemplo:

- Que necesita más tiempo para detenerse debido a su velocidad.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos
Proceso	Demostrar comprensión de conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Fuerzas y movimiento
Área de aplicación	Las ciencias aplicadas a la Tecnología

COMENTARIOS

En esta pregunta, el estudiante debe explicar el fenómeno de detención de un auto, aplicando sus conocimientos científicos acerca de velocidad, tiempo, desplazamiento y aceleración, y de cómo estos conceptos se relacionan entre sí. Por lo tanto, la capacidad a la que se refiere es la de describir, explicar y predecir fenómenos científicos. El contexto es comunitario y el área de aplicación corresponde a las ciencias aplicadas a la tecnología, ya que para resolver lo que se plantea, el alumno debe haber comprendido estos conocimientos de la Física para aplicarlos en una situación relacionada a la tecnología.

PETER CAIRNEY Pregunta 4

Al ver la televisión, Peter ve un coche (A) que va a 45 km/h que es adelantado por otro coche (B) que va a 60 km/h.

¿A qué velocidad le parece que va el coche B a alguien que va viajando en el coche A?

- A 0 km/h
- B 15 km/h
- C 45 km/h
- D 60 km/h
- E 105 km/h

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B: 15 km/h

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Fuerzas y movimiento
Área de aplicación	Las ciencias aplicadas a la Tecnología

COMENTARIOS

En esta pregunta de múltiple opción se plantea una situación en la que entran en juego dos sistemas de referencia. El estudiante debe poner de manifiesto su comprensión de la relatividad en la descripción de un movimiento, es decir, comprender que no es absoluto. Asimismo, tiene que predecir un fenómeno científico en base a la experiencia previa y a la comprensión del concepto de velocidad y la relatividad del movimiento

MAÍZ

Ferwerda señala que el maíz que se utiliza como pienso para el ganado es, en realidad, un tipo de combustible. Las vacas comen maíz para conseguir energía. Pero, según explica Ferwerda, la venta del maíz como combustible en lugar de como pienso podría ser mucho más rentable para los granjeros.

Ferwerda sabe que el medio ambiente recibe cada vez más atención y que la legislación estatal para proteger el medio ambiente cada vez es más compleja. Lo que Ferwerda no acaba de entender es la cantidad de atención que se está dedicando al dióxido de carbono. Se le considera la causa del efecto invernadero. También se dice que el efecto invernadero es la causa principal del aumento de la temperatura media de la atmósfera de la Tierra. Sin embargo, desde el punto de vista de Ferwerda no hay nada malo en el dióxido de carbono. Al contrario, él aduce que las plantas y los árboles lo absorben y lo convierten en oxígeno para los seres humanos.

Él afirma: “Ésta es un área agrícola y los agricultores cultivan maíz. Tiene una etapa larga de crecimiento, absorbe mucho dióxido de carbono y emite mucho oxígeno. Hay muchos científicos que dicen que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero”.

MAIZ Pregunta 1

Ferwerda compara el uso del maíz como combustible con el maíz que se usa como alimento. La primera columna de la tabla siguiente contiene una lista de fenómenos que pueden producirse cuando se quema maíz como combustible.

¿Se producen también esos fenómenos cuando el maíz actúa como combustible en el cuerpo de un animal?

Rodea con un círculo Sí o No para cada una de ellos.

Cuando se quema maíz:	¿Tiene esto lugar también cuando el maíz actúa como combustible en el cuerpo de un animal?
Se consume oxígeno	Sí / No
Se produce dióxido de carbono	Sí / No
Se produce energía	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** cuando eligen las opciones: Sí, Sí, Sí, en este orden. (Todas las partes deben haber sido contestadas correctamente, dado que cualquier error indicaría algún fallo de comprensión del proceso de transformación de alimentos en el cuerpo de un animal).

Se consideran **respuestas incorrectas** cualquier otra combinación de respuestas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Cambios físicos y químicos
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud

COMENTARIOS

Esta pregunta pretende evaluar la capacidad del alumno para aplicar sus conocimientos científicos acerca del proceso de combustión y de la transformación de energía que ocurre en dicha reacción química. Para esto, debe comparar el proceso según tenga lugar en una estufa o en el cuerpo de un animal y, a partir de esto, inferir las similitudes y diferencias que presentan las dos reacciones químicas comparadas.

MAÍZ Pregunta 2

En el artículo se describe la transformación del dióxido de carbono: "...las plantas y los árboles lo absorben y lo convierten en oxígeno..."

Hay más sustancias que participan en esta transformación aparte del dióxido de carbono y el oxígeno. La transformación puede representarse de la siguiente manera:

Escribe en el cuadro el nombre de la sustancia que falta.

Dióxido de carbono + agua $\longrightarrow$ oxígeno +

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que indiquen cualquiera de las opciones siguientes: glucosa, azúcar, hidrato(s) de carbono, sacárido(s), almidón.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida restringida
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos
Proceso	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica
Categoría de conocimiento	Transformaciones de la energía
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud

COMENTARIOS

Esta pregunta de respuesta restringida implica que el estudiante tiene que reconocer que la ecuación que se presenta corresponde a la fotosíntesis y relacionar este proceso con la formación de glúcidos. Se aceptan como respuestas correctas glucosa, azúcar, hidrato(s) de carbono, sacárido(s), almidón. Por lo tanto, la capacidad involucrada es la descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos, en este caso la fotosíntesis.

MAÍZ Pregunta 3

Al final del artículo, Ferwerda se refiere a los científicos que dicen que el dióxido de carbono no constituye la causa principal del efecto invernadero.

Carolina encuentra la siguiente tabla, en la que se muestran ciertos resultados de las investigaciones sobre los cuatro gases principales causantes del efecto invernadero.

Efecto invernadero relativo por molécula de gas

<i>Dióxido de carbono</i>	<i>Metano</i>	<i>Óxido nitroso</i>	<i>Clorofluorocarbonos</i>
<i>1</i>	<i>30</i>	<i>160</i>	<i>17.000</i>

A partir de esta tabla, Carolina concluye que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero. No obstante, esta conclusión es prematura. Estos datos deben combinarse con otros datos para poder concluir si el dióxido de carbono es o no la causa principal del efecto invernadero.

¿Qué otros datos debe conseguir Carolina?

- A Datos sobre el origen de los cuatro gases.
- B Datos sobre la absorción de los cuatro gases que realizan las plantas.
- C Datos sobre el tamaño de cada uno de los cuatro tipos de moléculas.
- D Datos sobre la cantidad de cada uno de los cuatro gases en la atmósfera.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D: Datos sobre la cantidad de cada uno de los cuatro gases en la atmósfera.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Estructura y propiedades de la materia
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente

COMENTARIOS

El objetivo de esta pregunta es evaluar si el alumno puede interpretar la información de la tabla e inferir qué datos se requieren para poder extraer conclusiones basadas en evidencias científicas, en este caso, si el dióxido de carbono es o no la principal causa del efecto invernadero.

CLONACIÓN

Lee el siguiente artículo de periódico y contesta a las preguntas que se presentan a continuación.

¿Una máquina copiadora de seres vivos?

Sin lugar a dudas, si hubiera habido elecciones para escoger el animal del año 1997, ¡Dolly hubiera sido la ganadora! Dolly es la oveja escocesa que puedes ver en la fotografía. Pero Dolly no es una oveja cualquiera. Es un clon de otra oveja. Un clon significa: una copia. Clonar significa copiar a partir “de un original”. Los científicos han conseguido crear una oveja (Dolly) que es idéntica a otra oveja que hizo las funciones de “original”.

El científico escocés Ian Wilmut fue el que diseñó “la máquina copiadora” de ovejas. Tomó un trozo muy pequeño de la ubre de una oveja adulta (oveja 1).

A este pequeño trozo le sacó el núcleo, después introdujo el núcleo en un óvulo de otra oveja (oveja 2). Pero, anteriormente, había eliminado de ese óvulo todo el material que hubiera podido determinar las características de la oveja 2 en otra oveja producida a partir de dicho óvulo. Ian Wilmut implantó el óvulo manipulado de la oveja 2 en otra oveja hembra (oveja 3). La oveja 3 quedó preñada y tuvo un cordero: Dolly.

Algunos científicos piensan que, en pocos años, será también posible clonar seres humanos. Pero muchos gobiernos ya han decidido prohibir por ley la clonación.



CLONACIÓN Pregunta 1

¿A qué oveja es idéntica Dolly?

- A Oveja 1.
- B Oveja 2.
- C Oveja 3.
- D Al padre de Dolly.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se considera **correcta** la respuesta A: La oveja 1.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos	
Proceso	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica	
Categoría de conocimiento	Control genético	
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud.	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE	
	61,4%	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	64,7%	55,3%
Porcentaje de omisión PISA 2003	1,5%	4,3%
Puntaje PISA 2003	494	

COMENTARIOS

Esta pregunta evalúa la comprensión de los procesos mediante los cuales se lleva a cabo una clonación. Esto se describe detalladamente en el texto, y los estudiantes deben leerlo cuidadosamente para extraer la información requerida. Necesitan saber que los núcleos celulares contienen el material que determinará las características de la descendencia. Asimismo tienen que comprender que como el núcleo se extrajo de una célula somática es, por lo tanto, diploide. Por esto, las células que se originen a partir de la división celular de esta célula tendrán idéntica información a la del núcleo de la célula de la primera oveja, y esto determinará que las características genéticas de Dolly sean idénticas a la de esta oveja.

CLONACIÓN Pregunta 2

En el texto se describe la parte de la ubre que se usó como “un trozo muy pequeño”. A partir del texto del artículo puedes deducir a qué se refiere con “un trozo muy pequeño”.

Este “trozo muy pequeño” es

- A Una célula.
- B Un gen.
- C El núcleo de una célula.
- D Un cromosoma.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A: una célula

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos	
Proceso	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica	
Categoría de conocimiento	Control genético	
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud.	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE	
	45,4%	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	48,7%	42,8%
Porcentaje de omisión PISA 2003	1,3%	4,1%
Puntaje PISA 2003	572	

COMENTARIOS

Esta pregunta evalúa la comprensión que los estudiantes han alcanzado sobre la estructura de las células eucariotas, ya que deben relacionar la información que presenta el texto: (“A este pequeño trozo le sacó el núcleo”) con sus conocimientos acerca de las células y deducir que solo estas tienen un núcleo como parte de su estructura.

CLONACIÓN Pregunta 3

En la última frase del artículo se dice que muchos gobiernos ya han decidido prohibir por ley la clonación de seres humanos.

A continuación se mencionan dos posibles razones para esta decisión.

¿Son científicas estas razones?

Rodea con un círculo Sí o No para cada caso.

Razón:	¿Es una razón científica?
Los seres humanos clonados podrían ser más sensibles a algunas enfermedades que los seres humanos normales.	Sí / No
Las personas no deberían asumir el papel de un Creador.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** si optan por Sí, No, en este orden.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Comprensión de la investigación científica	
Proceso	Reconocer cuestiones científicamente investigables	
Categoría de conocimiento	Control genético	
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud.	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE	
	61,0%	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	62,1%	64,7%
Porcentaje de omisión PISA 2003	1,0%	2,8%
Puntaje PISA 2003	507	

COMENTARIOS

Este es un ítem de múltiple opción compleja que exige que los estudiantes muestren que pueden distinguir entre afirmaciones fundadas en evidencias científicas de las que no lo son. Uno de los aspectos del marco conceptual que PISA destaca es la noción de que los estudiantes comprendan la investigación y el razonamiento científicos.

La pregunta presenta dos razones que los gobiernos esgrimen para prohibir la clonación humana. Una de ellas se relaciona con el hecho de que los clones humanos podrían ser más susceptibles a las enfermedades (razón que podría considerarse científica), mientras que la otra se refiere a que las personas no deberían adoptar el rol de “Creador” (razón muy válida para mucha gente, pero que no puede considerarse científica).

LUZ DEL DÍA

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

LA LUZ DEL DÍA 22 JUNIO DE 2002

Hoy, cuando el Hemisferio Norte celebre su día más largo, los australianos tendrán su día más corto.

En Melbourne*, Australia, el Sol saldrá a las 7:36 y se pondrá a las 17:08, proporcionando 9 horas y 32 minutos de luz.

Compara el día de hoy con el día más largo del año del Hemisferio Sur, que será el 22 de diciembre, en el que el Sol saldrá a las 5:55 y se pondrá a las 20:42, proporcionando 14 horas y 47 minutos de luz.

El presidente de la Sociedad Astronómica, el señor Perry Vlahos, dijo que la existencia de cambios de estaciones en los Hemisferios Norte y Sur estaba relacionada con los 23 grados de inclinación del eje de la Tierra.

*Melbourne es una ciudad de Australia cuya latitud está alrededor de 38 grados sur con respecto al Ecuador.

LUZ DEL DÍA Pregunta 1

¿Qué frase explica por qué hay día y noche en la Tierra?

- A La Tierra gira sobre su eje.
- B El Sol gira sobre su eje.
- C El eje de la Tierra está inclinado.
- D La Tierra gira alrededor del Sol.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A: La Tierra rota sobre su eje.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos	
Proceso	Demostrar comprensión de conceptos científicos	
Categoría de conocimiento	La Tierra y su lugar en el Universo	
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE	
	38,7%	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	42,6%	29,5%
Porcentaje de omisión PISA 2003	3,9%	6,6%
Puntaje PISA 2003	592	

COMENTARIOS

Esta es una pregunta de múltiple opción que exige que los estudiantes sean capaces de relacionar la rotación de la Tierra sobre su eje con el fenómeno del día y la noche. Para esto, debe distinguir este fenómeno del de las estaciones, que se producen debido a la inclinación del eje de la Tierra y su traslación alrededor del Sol. Por lo tanto, la capacidad a la que hace referencia esta pregunta es la de demostrar comprensión de conceptos científicos. Las cuatro alternativas dadas son afirmaciones científicamente correctas, pero solo la opción A responde a la pregunta planteada.

LUZ DEL DÍA Pregunta 2

La Figura representa los rayos del Sol iluminando la Tierra.

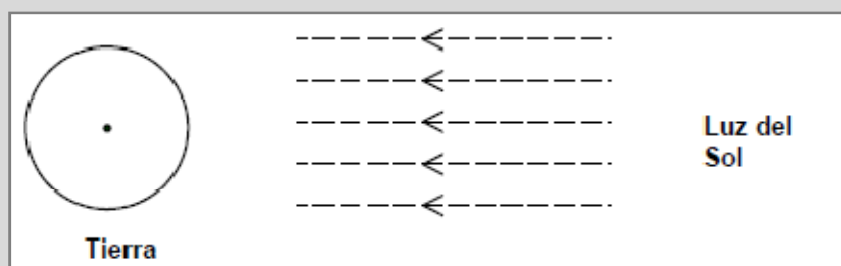


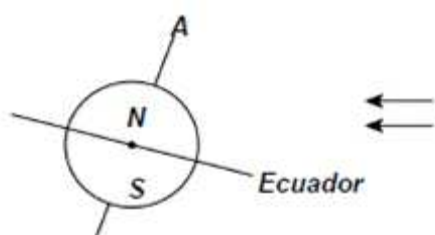
Figura: rayos de luz del Sol

Imagina que es el día más corto en Melbourne.

Marca el eje de la Tierra, el Hemisferio Norte, el Hemisferio Sur y el Ecuador en la Figura. Pon etiquetas a todas las partes de tu respuesta.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas en las que el diagrama contiene el Ecuador inclinado hacia el Sol con un ángulo entre 10° y 45° , el eje de la Tierra inclinado hacia el Sol dentro del rango de 10° y 45° de la vertical, y están correctamente etiquetados los hemisferios norte y sur (o sólo uno y el otro implícito).



Se consideran **respuestas parcialmente correctas** aquellas en las que el diagrama contiene el ángulo de inclinación del eje entre 10° y 45° , los hemisferios norte y sur correctamente etiquetados (o sólo uno y el otro implícito), **pero** el ángulo de inclinación del Ecuador no está entre 10° y 45° ; o falta el Ecuador.

También, las que muestran el ángulo de inclinación del Ecuador está entre 10° y 45° , los hemisferios norte y sur correctamente etiquetados (o sólo uno y el otro implícito), **pero** el ángulo de inclinación del eje no está entre 10° y 45° ; o falta el eje.

O las que presentan el ángulo de inclinación del Ecuador está entre 10° y 45° , y el ángulo de inclinación de la Tierra está entre 10° y 45° , **pero** no están correctamente etiquetados los hemisferios norte y sur (o sólo uno y el otro implícito, o faltan ambos).

Se consideran **respuestas incorrectas** aquellas en las que el único rasgo correcto es el etiquetado de los hemisferios norte y sur (o solo uno y el otro implícito). El único rasgo correcto es el ángulo de inclinación entre 10° y 45° . No hay rasgos correctos, u otras respuestas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

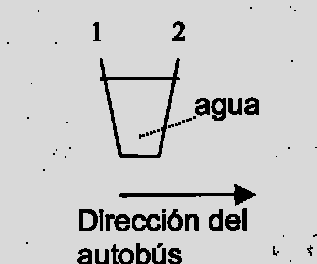
Formato	Respuesta construida cerrada	
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos	
Proceso	Demostrar comprensión de conceptos científicos	
Categoría de conocimiento	La Tierra y su lugar en el Universo	
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE	
	17,8%	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	18,6%	13,3%
Porcentaje de omisión PISA 2003	24,1%	33,5%
Puntaje PISA 2003	720 (respuestas correctas) 667 (respuestas parcialmente correctas)	

COMENTARIOS

Esta es una pregunta de respuesta cerrada que exige a los estudiantes la aplicación de un modelo conceptual para elaborar un diagrama que muestre las relaciones entre la rotación de la Tierra sobre su eje inclinado y su orientación respecto al Sol, en un día corto de una ciudad del hemisferio sur. Además, deben colocar en este diagrama la posición del Ecuador con un ángulo de 90° respecto del eje inclinado de la Tierra y la ubicación correcta de los hemisferios.

LOS AUTOBUSES

Un autobús circula por un tramo recto de carretera. Raimundo, el conductor del autobús, tiene un vaso de agua sobre el panel de mandos:



De repente, Raimundo tiene que frenar violentamente.

LOS AUTOBUSES Pregunta 1

¿Qué es más probable que le ocurra al agua del vaso inmediatamente después que Raimundo frene violentamente?

- A El agua permanecerá horizontal.
- B El agua se derramará por el lado 1.
- C El agua se derramará por el lado 2.
- D El agua se derramará, pero no sabes si lo hará por el lado 1 o por el lado 2.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción C: El agua se derramará por el lado 2.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos
Proceso	Demostrar comprensión de conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Fuerzas y movimiento
Área de aplicación	Las ciencias aplicadas a la Tecnología

COMENTARIOS

Esta pregunta de múltiple opción requiere que los estudiantes apliquen sus conocimientos científicos acerca del principio de inercia, las fuerzas y el movimiento a una situación cotidiana relacionada con el transporte urbano. Cuando el ómnibus se detiene bruscamente, el agua del vaso continúa moviéndose en la dirección en la que se estaba moviendo el ómnibus, debido al principio de inercia, y probablemente se derramará hacia delante.

LOS AUTOBUSES Pregunta 2

El autobús de Raimundo, como la mayoría de los autobuses, funciona con un motor diesel. Estos autobuses contribuyen a la contaminación del medio ambiente.

Un compañero de Raimundo trabaja en una ciudad donde se usan trolebuses que funcionan con un motor eléctrico. El voltaje necesario para este tipo de motores eléctricos es suministrado por cables eléctricos (como en los trenes eléctricos). La electricidad procede de una central que utiliza carbón.

Los partidarios del uso de trolebuses en la ciudad argumentan que este tipo de transporte no contribuye a la contaminación del aire. ¿Tienen razón los partidarios del trolebús? Explica tu respuesta.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que afirman que la central eléctrica o la combustión del carbón también contribuyen a la contaminación del aire.

Por ejemplo:

- “No, porque la central eléctrica, también contamina el aire”.
- “Sí, pero esto es cierto sólo para los trolebuses; ya que, sin embargo, la combustión del carbón contamina el aire”.

Se consideran **respuestas incorrectas** las que afirman no o sí, sin una explicación correcta.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Transformaciones de energía
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente

COMENTARIOS

Esta pregunta se centra en la contaminación del aire y sus posibles fuentes contaminantes. La contaminación atmosférica constituye una gran preocupación en todos los ciudadanos y es importante que los estudiantes puedan tomar decisiones con fundamento sobre este tema. El texto que introduce esta pregunta presenta la conclusión, deducida por algunas personas, de que los trolebuses no contribuyen a la contaminación atmosférica. Los estudiantes tienen que evaluar la validez de esta conclusión, usando la información dada en el texto del estímulo y sus conocimientos acerca de los productos que se emiten a la atmósfera a partir de la combustión del carbón en las centrales termoeléctricas. Para que sus respuestas sean valoradas como correctas, los estudiantes deben mencionar que la central eléctrica de carbón que genera la energía para que funcionen los trolebuses contamina el aire y, por lo tanto, no es válida la conclusión a la que llegaron las personas que planteaban que los trolebuses no producen sustancias contaminantes.

LAS MOSCAS

Lee la siguiente información y contesta a las preguntas que siguen.

Un granjero estaba trabajando con vacas lecheras en una explotación agropecuaria experimental. La población de moscas en el establo donde vivía el ganado era tan grande que estaba afectando a la salud de los animales. Así que el granjero roció el establo y el ganado con una solución de insecticida A. El insecticida mató a casi todas las moscas. Algún tiempo después, sin embargo, el número de moscas volvió a ser grande. El granjero roció de nuevo el establo y el ganado con el insecticida. El resultado fue similar a lo ocurrido la primera vez que los roció. Murió la mayoría de las moscas, pero no todas. De nuevo, en un corto período de tiempo, la población de moscas aumentó y otra vez fue rociada con el insecticida. Esta secuencia de sucesos se repitió cinco veces: entonces fue evidente que el insecticida A era cada vez menos efectivo para matar las moscas. El granjero observó que se había preparado una gran cantidad de la solución del insecticida y se había utilizado en todas las rociadas. Por eso, pensó en la posibilidad de que la solución de insecticida se hubiera descompuesto con el tiempo.

Fuente: Teaching About Evolution and the Nature of Science. National Academy Press, Washington, DC, 1998, p. 75

LAS MOSCAS Pregunta 1

La suposición del granjero es que el insecticida se descompone con el tiempo. Explica brevemente cómo se podría comprobar esta suposición.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son **correctas** las respuestas del tipo:

- Respuestas que mencionan el control de las tres variables (tipo de moscas, edad del insecticida y exposición). Por ejemplo:
 - Compara los resultados de un nuevo lote de insecticida con los resultados del antiguo lote en dos grupos de moscas de la misma especie que no hayan sido, previamente expuestas al insecticida.
- Respuestas que mencionan el control de dos de las tres variables (tipo de moscas edad del insecticida y exposición). Por ejemplo:
 - Compara los resultados de un nuevo lote de insecticida con los resultados del antiguo lote en las moscas del establo.
- Respuestas que mencionan el control de sólo una de las tres variables (tipo de moscas, edad del insecticida, etc.). Por ejemplo:
 - Analizar (químicamente) las muestras del insecticida, a intervalos regulares, para observar si cambia a lo largo del tiempo.

Se consideran **parcialmente correctas** las respuestas del tipo de:

- Rociar a las moscas con un nuevo lote de insecticida, pero sin mencionar la comparación con el lote antiguo.
- Analizar (químicamente) las muestras del insecticida pero sin mencionar la comparación de análisis a lo largo del tiempo. Nota: Puntuar 1 si se menciona enviar las muestras de insecticida a un laboratorio.

Otras respuestas se consideran **incorrectas**.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Comprensión de la investigación científica
Proceso	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica
Categoría de conocimiento	Cambios físicos y químicos
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)

COMENTARIOS

El uso de los insecticidas en la agricultura, tiene cada vez mayor importancia. Algunas formas de producción intensiva de alimentos implican un elevado uso de insecticidas y herbicidas. Hoy en día se sabe que su efectividad tiende a disminuir por su uso continuado. Sin embargo, en casos específicos como el presentado en esta unidad, podrían existir otras razones para el desarrollo de defensas en los organismos elegidos. Lo importante es la deducción del granjero sobre la pérdida de efectividad del insecticida A. Se pide a los estudiantes que identifiquen el tipo de evidencia necesaria con el fin de demostrar esta suposición. Para estudiar esta cuestión se necesitan conocimientos científicos del efecto que producen en el insecticida a la descomposición y el cambio químico del preparado. Existen varios modos científicamente válidos que sirven para demostrar si la transformación en el insecticida fue la responsable de la reducción de su efecto. Uno es la aproximación experimental que implica la comparación entre los lotes nuevos y los antiguos, en una prueba control. Las variables que se necesitan para controlar dicha prueba son los tipos de moscas, la edad del insecticida y la cantidad de exposición al insecticida. No obstante, se aceptan las respuestas en las que no se hace referencia a estas variables, ya que a menudo están implícitas. Se da una puntuación parcial a las respuestas que sugieren algún procedimiento relevante pero no suficiente para hacer la comparación necesaria.

LAS MOSCAS Pregunta 2

La suposición del granjero es que el insecticida se descompone con el tiempo. Da dos explicaciones alternativas de por qué «el insecticida A es cada vez menos efectivo»:

Explicación 1:

Explicación 2:

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que dan **dos** de las siguientes explicaciones:

- Las moscas con resistencia al insecticida sobreviven y se la transmiten a las futuras generaciones (también asignar esta puntuación si usa la palabra inmunidad, aunque no es exactamente lo mismo que defensa).
- Un cambio en las condiciones medio ambientales (como la temperatura).
- Un cambio en la forma de aplicar el insecticida (incluyendo la variación en la cantidad usada).

Se consideran **respuestas parcialmente correctas** las que sólo dan **una** explicación de las anteriores.

Se consideran **incorrectas** otras respuestas, incluyendo la de la llegada al establo de nuevas moscas procedentes de las áreas próximas (no rociadas).

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Extraer y evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Cambios fisiológicos
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)

COMENTARIOS

El estímulo de esta unidad presenta observaciones a partir de las cuales se puedan extraer diferentes conclusiones. La pregunta se centra en dar otras explicaciones posibles para la disminución de la efectividad del insecticida, además de la sugerida por el granjero.

En el caso de las respuestas que se refieren a la resistencia de las moscas, se necesitan conocimientos científicos del cambio fisiológico y de la posible y consecuente resistencia hereditaria. Esta última es una de las respuestas dada por la mayor parte de los estudiantes evaluados en la prueba piloto del programa PISA.

Por ejemplo: “Con el uso continuado del mismo insecticida, las moscas se hicieron inmunes a su composición”.

Las otras dos explicaciones que se aceptan implican el reconocimiento de la posibilidad de cambios en las condiciones ambientales y un cambio en la manera de aplicar el insecticida (conclusiones que pueden deducirse de la evidencia disponible).

BIODIVERSIDAD

Lee este artículo del periódico y contesta a las siguientes preguntas.

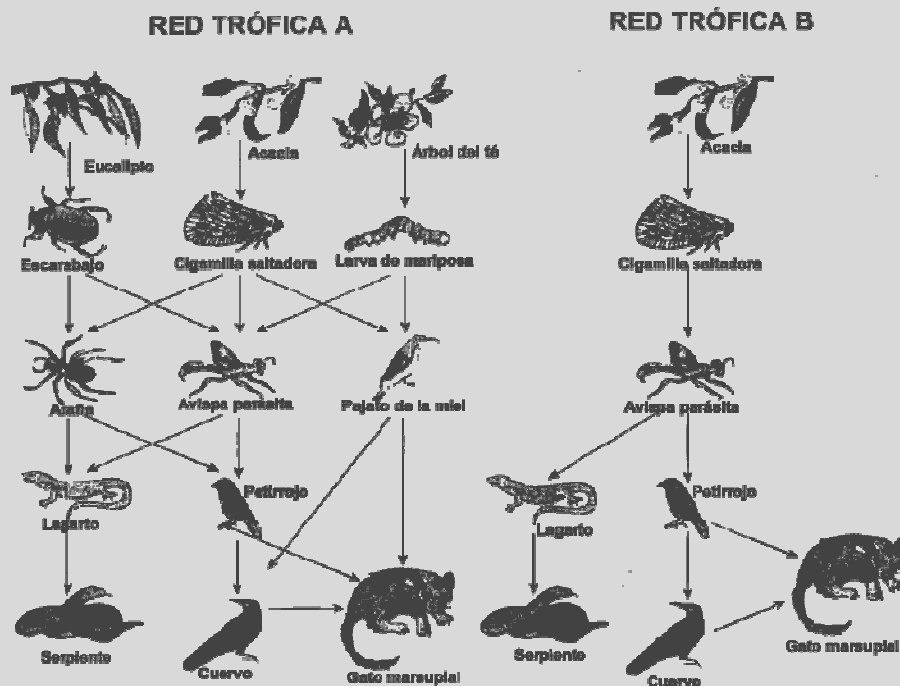
LA BIODIVERSIDAD ES LA CLAVE PARA LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Un ecosistema que mantiene una biodiversidad alta (es decir, una amplia variedad de seres vivos) se adapta con mayor probabilidad a los cambios medioambientales causados por el hombre que un ecosistema con poca biodiversidad.

Consideremos las dos redes tróficas representadas en el diagrama. Las flechas van desde el organismo que es comido hasta el que se lo come. Estas redes tróficas son muy simples en comparación con las redes tróficas de los ecosistemas reales, pero aun así reflejan una gran diferencia entre los ecosistemas más diversos y los menos diversos.

La red trófica B representa una situación con biodiversidad muy baja, donde en algunos niveles el flujo de alimento incluye sólo un tipo de organismo. La red trófica A representa a un ecosistema más diverso y, por lo tanto, con más alternativas en los flujos de alimento.

En general, la pérdida de biodiversidad debería ser considerada seriamente, no sólo porque los organismos que se están extinguiendo representan una gran pérdida tanto por razones éticas como utilitarias (beneficios útiles), sino también porque los organismos que sobrevivan serán más vulnerables a la extinción, en el futuro.



Fuente: Adaptado de Steve Malcolm: «Biodiversity is the key to managing environment», en *The Age*, 16 de agosto de 1994.

LA BIODIVERSIDAD Pregunta 1

En el artículo se dice que “La red trófica A representa un ecosistema más diverso y, por lo tanto, con más alternativas en los flujos de alimento”.

Observa la RED TRÓFICA A. Sólo dos animales de esta red trófica tienen tres fuentes directas de alimentación ¿Qué animales son?

- A El gato marsupial y la avispa parásita.
- B El gato marsupial y el cuervo.
- C La avispa parásita y la cigarrilla saltadora.
- D La avispa parásita y la araña.
- E El gato marsupial y el pájaro de la miel.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La respuesta correcta es la opción A: El gato marsupial y la avispa parásita.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción.
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica
Categoría de conocimiento	Ecosistema
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud (Conservación y uso sostenible de las especies)

COMENTARIOS

La conservación de gran variedad de especies tiene consecuencias de largo alcance en una escala global y durante un largo periodo, aunque su importancia no sea percibida como inmediatamente obvia en la vida diaria. El impacto que produce la extinción de las especies, que puede suceder por numerosas razones, incluyendo las relacionadas con la actividad humana, puede notarse de forma inesperada. La comprensión de la cadena de sucesos y sus consecuencias depende del conocimiento de la interdependencia que existe entre los seres vivos y de la destreza en el uso de este conocimiento para predecir cómo los cambios en la población de determinados seres vivos pueden afectar a otros seres vivos. Las redes tróficas constituyen un modo útil de presentar y explicar este tipo de relaciones y se encuentran en todos los currículos de Ciencias del mundo. Esta actividad sobre la biodiversidad presenta dos redes tróficas, representando una de ellas un ecosistema más diverso que la otra. La pregunta requiere que los estudiantes apliquen a esta situación sus conocimientos acerca de las redes tróficas y de su forma de representarlas. Para esto, no tienen por qué conocer los animales específicos incluidos en ellas, deben “leer” e interpretar correctamente el esquema, teniendo en cuenta que las flechas indican la dirección del flujo de energía y no qué individuo se come a cuál. Esta es una confusión bastante común en los adolescentes que no han adquirido una comprensión de la representación, mediante esquemas, de las relaciones que se establecen en las redes tróficas.

LA BIODIVERSIDAD Pregunta 2

Las redes tróficas A y B se encuentran en lugares diferentes. Supón que las cigarrillas saltadoras se extinguieron en ambos lugares. ¿Cuál de las siguientes sería la mejor predicción y explicación del efecto que tendría este hecho en las redes tróficas?

- A El efecto sería mayor en la red trófica A porque la avispa parásita sólo tiene una fuente de comida en la red A.
- B El efecto sería mayor en la red trófica A porque la avispa parásita tiene varias fuentes de comida en la red A
- C El efecto sería mayor en la red trófica B porque la avispa parásita sólo tiene una fuente de comida en la red B.
- D El efecto sería mayor en la red trófica B porque la avispa parásita tiene varias fuentes de comida en la red B.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción C: El efecto sería mayor en la red trófica B porque la avispa parásita sólo tiene una fuente de comida en la red B.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Extraer y evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Ecosistema
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud (conservación y uso sostenible de las especies)

COMENTARIOS

Esta pregunta de múltiple opción estudia si los estudiantes comprenden el impacto ambiental producido por los cambios en los ecosistemas. Para contestarla, los estudiantes deben interpretar correctamente el esquema que representa las dos redes tróficas, compararlas y reconocer que el mayor impacto ambiental se produce cuando cambia una población en un ecosistema menos diverso. La respuesta correcta es aquella que combina la elección de la red trófica correcta con el argumento válido.

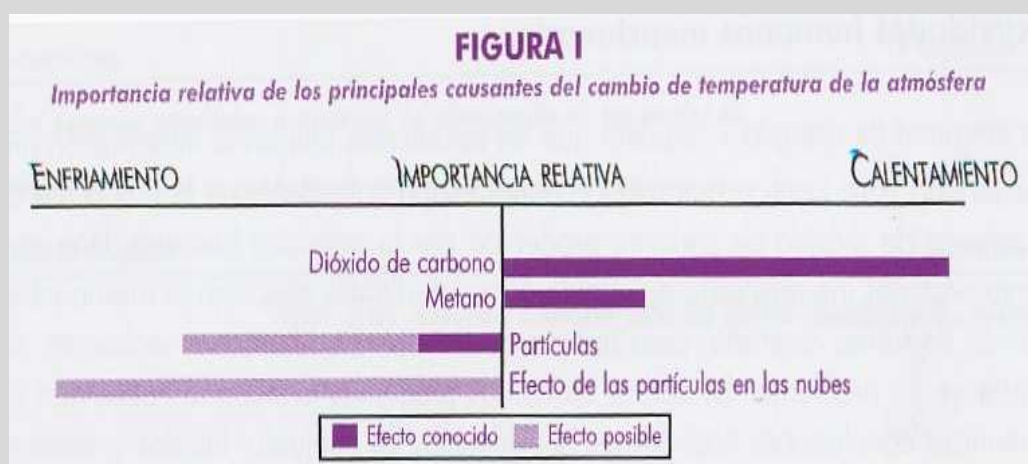
EL CAMBIO CLIMÁTICO

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

¿Qué actividades humanas contribuyen al cambio climático?

La combustión del carbón, la gasolina y el gas natural, así como la deforestación y diversas prácticas agrícolas e industriales, están alterando la composición de la atmósfera y contribuyendo al cambio climático. Estas actividades humanas han llevado a un aumento de la concentración de partículas y gases del efecto invernadero, en la atmósfera.

La importancia relativa de los principales causantes del cambio de temperatura se representa en la figura 1.



La figura 1 muestra que el aumento de las concentraciones de dióxido de carbono y de metano produce un calentamiento. El aumento de las concentraciones de partículas da lugar a dos tipos de enfriamientos, llamados “Partículas” y “Efectos de las partículas en las nubes”.

Las barras que se extienden desde la línea del centro hacia la derecha indican un calentamiento. Las barras que se extienden desde la línea del centro hacia la izquierda indican un enfriamiento. Los efectos relativos de las “Partículas” y “Efectos de las partículas en las nubes” son bastante dudosos: en cada caso, el efecto posible está dentro del intervalo representado por la barra gris clara.

Fuente: Us Global Change Research Information Office. Adaptado de <http://www.gcric.org/ipcc/qa/04.html>

EL CAMBIO CLIMÁTICO Pregunta 1

Utiliza la información de la figura 1 para desarrollar un argumento que apoye la reducción de la emisión de dióxido de carbono por las actividades humanas mencionadas.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son **correctas** las respuestas que indican que:

- El dióxido de carbono es, relativamente, el mayor causante del calentamiento global y/o las consecuencias del aumento del dióxido de carbono son conocidas.
- El dióxido de carbono es relativamente, el mayor causante de calentamiento global y/o las consecuencias del aumento del dióxido de carbono son conocidas, pero también menciona que deben tenerse en cuenta los posibles efectos de las partículas.

Se consideran **incorrectas** otras respuestas, incluyendo ejemplos como:

- No indica que el dióxido de carbono es, relativamente, el mayor causante del calentamiento global.
- No se centra en el hecho de que las consecuencias del aumento del dióxido de carbono son conocidas, pero también menciona que deben tenerse en cuenta los posibles efectos de las partículas.
- Indica que un aumento de la temperatura tendrá malas consecuencias en la Tierra.
- Se centra en las actividades que contribuyen al aumento de la emisión de dióxido.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Comunicar conclusiones válidas
Categoría de conocimiento	Cambio atmosférico
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente (tiempo y clima)

COMENTARIOS

La pregunta requiere que los estudiantes utilicen la información proporcionada para justificar una acción determinada sobre la reducción de la emisión de dióxido de carbono producida por la actividad humana. La pregunta evalúa la capacidad de comunicar conclusiones basadas en la evidencia. Es un ejemplo de la precaución con la que tiene que utilizarse la información científica en casos complejos. Las respuestas dependen del conocimiento de temas científicos, tales como por qué el enfriamiento y calentamiento influyen en el cambio climático y cómo el dióxido de carbono, el metano y las partículas en el aire pueden ser los causantes de estos efectos. No obstante, el objetivo es construir un argumento a partir de los datos proporcionados y evaluar la capacidad de comunicarlo de una forma adecuada. En este ejemplo, se valora como respuesta correcta la que identifica la relación existente entre la información dada y el argumento propuesto, y se consideran incorrectas las respuestas que no argumenten correctamente a favor de la reducción en la emisión, aunque mencione las actividades que contribuyen a la producción de dióxido de carbono.

EL CHOCOLATE

Lee el siguiente resumen de un artículo del periódico *Daily Mail* del 30 de marzo de 1998 y responde a las preguntas que le siguen.

Un artículo de periódico contaba la historia de una estudiante de 22 años, llamada Jessica, que siguió una dieta basada en el chocolate. Pretendía mantenerse saludable, con un peso estable de 50 kilos, mientras comía 90 barritas de chocolate a la semana y prescindía del resto de la comida, con la excepción de una «comida normal» cada cinco días. Una experta en nutrición comentó:

“Estoy sorprendida de que alguien pueda vivir con una dieta como ésta. Las grasas le proporcionan la energía necesaria para vivir, pero no sigue una dieta equilibrada. En el chocolate existen algunos minerales y nutrientes, pero no obtiene las vitaminas suficientes. Más adelante, podría sufrir serios problemas de salud.”

EL CHOCOLATE Pregunta 1

En un libro en el que se habla de valores nutricionales se mencionan los siguientes datos acerca del chocolate. Supón que todos estos datos son aplicables al tipo de chocolate que come, frecuentemente, Jessica. También, considera que cada barrita de chocolate que come tiene un peso de 100 gramos.

Tabla 1

Contenido nutritivo de 100 g de chocolate

Proteínas	Grasas	Hidratos de Carbono	Minerales		Vitaminas			Energía Total
			Calcio	Hierro	A	B	C	
5 g	32 g	51 g	50 mg	4 mg	-	0,20 mg	-	2142 kJ

Según los datos de la tabla 100 gramos de chocolate contienen 32 gramos de grasas y proporcionan 2142 kJ de energía. La nutricionista afirmó: «Las grasas le proporcionan la energía para vivir...». Si alguien come 100 gramos de chocolate, ¿toda su energía (2142 KJ) procede de los 32 gramos de grasas?

Explica tu respuesta utilizando los datos de la tabla.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son **correctas** las respuestas que señalan “no” y explican que parte de la energía procede de los hidratos de carbono, de las proteínas o de los hidratos de carbono junto con las proteínas.

Se consideran **respuestas parcialmente correctas** aquellas que señalan “no” y explican que parte de la energía procede de los hidratos de carbono, de las proteínas o de los hidratos de carbono junto con las proteínas **y también** de las vitaminas y/o los minerales.

Son **incorrectas** las respuestas que:

- Indican “sí”.
- Indican “no” sin explicación.
- Indican “no” con un comentario sin importancia.
- Indican “no” con la explicación de que, además, sólo los minerales y/o las vitaminas proporcionarán energía.
- Indican “no” explicando que otros componentes del chocolate (sin precisarlos) aportarán energía.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Demostrar comprensión de los conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Transformaciones de energía
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)

COMENTARIOS

La pregunta presenta información sobre el valor nutritivo del chocolate que, se supone, es aplicable al chocolate que consume Jessica. Según esos datos, el chocolate contiene, además de grasas, proteínas e hidratos de carbono, algunos minerales y vitaminas. La cuestión que se plantea se refiere a los aportes energéticos de estos componentes y requiere el conocimiento de que esta energía puede proceder de las grasas, los hidratos de carbono y, en algunos casos de las proteínas, y no de los minerales ni de las vitaminas, que tienen otras funciones en la dieta equilibrada. Por lo tanto, la pregunta requiere no sólo recordar conocimientos sino también aplicarlos a una situación de la vida real.

Se consideran correctas las respuestas que indican que la energía procede, además de las grasas, de los hidratos de carbono y de las proteínas (de uno o de ambos) del chocolate.

Por ejemplo: *“No, porque los hidratos de carbono, por ejemplo, proporcionan incluso más energía que las grasas”*. Esta respuesta se considera correcta porque, aunque la energía que aporta un gramo de hidrato de carbono es menor que la de un gramo de grasas, posiblemente, el estudiante observó en la tabla que existe mayor cantidad de hidratos de carbono en 100 gr de chocolate.

La puntuación parcial se da cuando el estudiante indica que la energía proviene, además, de las proteínas y de los hidratos de carbono, lo que es correcto, pero agregan que las vitaminas y/o los minerales también lo hacen. Asignarle valor energético a las vitaminas y/o a los minerales es una idea previa bastante frecuente en el conocimiento cotidiano.

EL CHOCOLATE Pregunta 2

Los expertos en nutrición afirman que Jessica "...no obtiene las vitaminas suficientes". Una de esas vitaminas que no contiene el chocolate es la vitamina C. Quizás podría compensar esta carencia de vitamina C incluyendo algún alimento que contenga un alto porcentaje de vitamina C en "la comida normal que hace cada cinco días".

Aquí tienes una lista de tipos de alimentos

1. Pescado.
2. Fruta.
3. Arroz.
4. Vegetales.

¿Qué dos tipos de alimentos, de los que aparecen en esta lista, recomendarías a Jessica para que pudiera compensar la carencia de vitamina C?

- A 1 y 2
- B 1 y 3
- C 1 y 4
- D 2 y 3
- E 2 y 4
- F 3 y 4

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Es **correcta** la opción E: 2 y 4.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Demostrar comprensión de los conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Cambios fisiológicos
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)

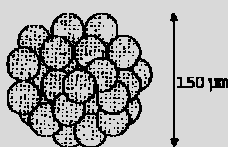
COMENTARIOS

Esta pregunta de múltiple opción requiere que los estudiantes apliquen sus conocimientos acerca de los grupos de alimentos y los nutrientes que los constituyen, para poder elegir las frutas y los vegetales como los grupos de alimentos que se caracterizan por ser fuente de vitamina C, entre otras. Este tipo de conocimiento es necesario para que los estudiantes puedan tomar decisiones fundamentadas sobre sus propias dietas y sobre las de otras personas.

LOS CLONES DEL TERNERO

Lee el siguiente artículo sobre el nacimiento de cinco terneros.

En febrero de 1993 un equipo de investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias en Bresson-Villiers (Francia) logró producir cinco clones de terneros. La producción de los clones (animales con el mismo material genético, aunque nacidos de cinco vacas diferentes) fue un proceso complicado. Primero, los investigadores extrajeron alrededor de treinta óvulos de una vaca (supongamos que el nombre de la vaca era Blanca 1) Los investigadores sacaron el núcleo de cada uno de los óvulos extraídos de Blanca 1. Después, los investigadores cogieron un embrión de otra vaca (la llamaremos Blanca 2) Este embrión tenía alrededor de treinta células.



Los investigadores separaron la bola de células de Blanca 2 en células individuales. Después los investigadores quitaron el núcleo de cada una de estas células individuales. Cada núcleo fue inyectado, separadamente, en cada una de las treinta células procedentes de Blanca 1 (células a las que anteriormente se les había quitado su núcleo).

Por último, los treinta óvulos inyectados se implantaron en treinta vacas portadoras. Nueve meses más tarde, cinco de las vacas portadoras parieron los clones de ternero.

Uno de los investigadores dijo que una aplicación a gran escala de esta técnica de clonación podría ser económicamente rentable para los ganaderos.

Fuente: Corinne Bensimon, Libération, marzo de 1993

LOS CLONES DEL TERNERO Pregunta 1

Los resultados confirmaron la idea principal estudiada en los experimentos franceses en vacas ¿Cuál fue la idea principal que se estudió en este experimento?

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que aportan una idea principal aceptable, por ejemplo:

- “Comprobar si es posible la clonación de los terneros”.
- “Determinar el número de clones de ternero que se podrían producir”.

Son **respuestas incorrectas** las que:

- no mencionan a los terneros o a la clonación.
- repiten literalmente que “una aplicación a gran escala de esta técnica de clonación podría ser económicamente rentable para los criadores de vacas”.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Comprensión de la investigación científica
Proceso	Reconocer cuestiones científicamente investigables
Categoría de conocimiento	Control genético
Área de aplicación	Las ciencias aplicadas a la Tecnología (biotecnología)

COMENTARIOS SOBRE EL PREGUNTA

Para contestar esta pregunta los alumnos deben explicar por escrito qué pregunta consideran que los científicos querían contestar a partir del experimento realizado. Esto implica que reconozcan una pregunta que puede ser estudiada en una investigación científica, en este caso, relacionada con conocimientos sobre la división celular y el significado genético del núcleo celular, dos contenidos correspondientes a la Biología.

LOS CLONES DEL TERNERO Pregunta 2

¿Cuál de la/s siguiente/s frases es/son verdadera/s? Marca con un círculo Sí o No, en cada caso.

Frases	
Los cinco terneros tienen el mismo tipo de genes:	Sí/No
Los cinco terneros tienen el mismo sexo:	Sí/No
El pelo de los cinco terneros es del mismo color:	Sí/No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las respuestas correctas son las que optan por Sí, Sí, Sí.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Demostrar comprensión de los conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Control genético
Área de aplicación	Las ciencias aplicadas a la tecnología (biotecnología)

COMENTARIOS

En esta pregunta de múltiple opción compleja, los estudiantes deben contestar sobre tres afirmaciones si son verdaderas o falsas aplicando conceptos relacionados a la Genética. Las respuestas correctas implican que comprenden que un clon tiene la misma información genética que su progenitor (es decir, su mismo genotipo) y, por lo tanto, tendrá las mismas características fenotípicas (sexo y color de pelo, en este caso). Por esto, la capacidad que deben poner en juego cuando responden esta pregunta es demostrar comprensión de conceptos científicos en un contexto científico.

OZONO

Lee el siguiente fragmento de un artículo sobre la capa de ozono.

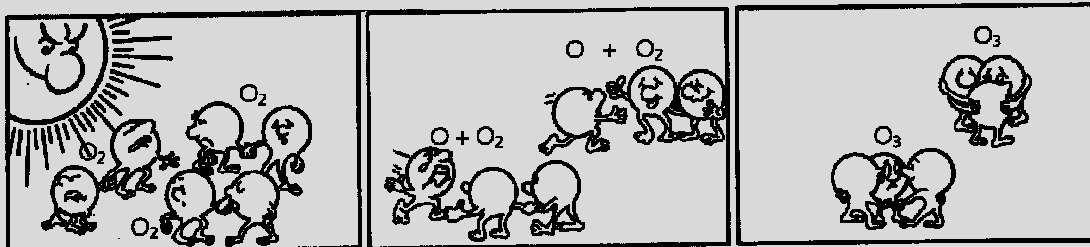
La atmósfera es un océano de aire y un recurso natural imprescindible para mantener la vida en la Tierra. Desgraciadamente, las actividades humanas basadas en intereses nacionales o personales están dañando de forma considerable a este bien común, reduciendo notablemente la frágil capa de ozono que actúa como un escudo protector de la vida en la Tierra.

Las moléculas de ozono están formadas por tres átomos de oxígeno, a diferencia de las moléculas de oxígeno que consisten en dos átomos de oxígeno. Las moléculas de ozono son muy poco frecuentes: menos de diez por cada millón de moléculas de aire. Sin embargo, durante miles de millones de años, su presencia en la atmósfera ha jugado un papel esencial en la protección de la vida sobre la Tierra. Dependiendo de dónde se localice, el ozono puede proteger o perjudicar la vida en la Tierra. El ozono en la troposfera (hasta 10 kilómetros por encima de la superficie de la Tierra) es ozono “malo” y puede dañar los tejidos pulmonares y las plantas. Pero alrededor del 90 por ciento del ozono que se encuentra en la estratosfera (entre 10 y 40 kilómetros por encima de la superficie de la Tierra) es ozono “bueno” y juega un papel beneficioso al absorber la peligrosa radiación ultravioleta (UV-B) procedente del Sol.

Sin esta capa beneficiosa de ozono, los seres humanos serían más sensibles a cierto tipo de enfermedades provocadas por la incidencia cada vez mayor de los rayos ultravioleta del Sol. En las últimas décadas la cantidad de ozono ha disminuido. En 1974 se planteó la hipótesis de que los gases clorofluorocarbonos (CFC) podrían ser la causa de esta disminución. Hasta 1987, la evaluación científica de la relación causa-efecto no era tan suficientemente convincente como para involucrar a los clorofluorocarbonos. Sin embargo, en septiembre de 1987, diplomáticos de todo el mundo se reunieron en Montreal (Canadá) y se pusieron de acuerdo para fijar unos límites estrictos al uso de los clorofluorocarbonos.

OZONO Pregunta 1

En el texto anterior no se menciona cómo se forma el ozono en la atmósfera. De hecho, cada día se forma una cierta cantidad de ozono a la vez que otra cantidad de ozono se destruye. La siguiente tira cómica ilustra el modo en que se forma el ozono.



Fuente: Deliger den Himmel, emahfte 1, Instituto de Física, Universidad de Oslo, agosto 1997

Supón que tienes un tío que intenta entender el significado de esta tira. Sin embargo, no estudió Ciencias en el colegio y no entiende qué trata de explicar el autor de los dibujos. Tu tío sabe que en la atmósfera no hay hombrecillos pero se pregunta qué representan éstos hombrecillos en la tira, qué significan estos extraños símbolos O_2 y O_3 y qué procesos se describen en la tira.

Supón que tu tío sabe:

- que O es el símbolo del oxígeno, y
- lo que son los átomos y las moléculas.

Escribe una explicación de la tira cómica para tu familiar. En tu explicación, utiliza las palabras átomos y moléculas del mismo modo en el que se utilizan en las líneas 6 y 7 del texto.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **correctas** las respuestas que mencionen los siguientes tres aspectos:

- Primer aspecto: una o algunas moléculas de oxígeno (cada una formada por dos átomos de oxígeno) se dividen en átomos de oxígeno (dibujo 1).
- Segundo aspecto: la división (de las moléculas de oxígeno) tiene lugar bajo la influencia de la luz del Sol (dibujo 1).
- Tercer aspecto: los átomos de oxígeno se combinan con otras moléculas de oxígeno para formar moléculas de ozono (dibujos 2 y 3).

Ejemplos:

- Cuando el Sol brilla sobre la molécula de O_2 los dos átomos se separan. Los dos átomos de O buscan otras moléculas de O_2 para unirse con ellas. Cuando se juntan el O y el O_2 forman un O_3 que es el ozono.
- La tira ilustra la formación del ozono. Si una molécula de oxígeno es afectada por el Sol, se divide en dos distintos átomos. Estos átomos, O, flotan buscando una molécula para unirse a ella; se juntan con moléculas de O_2 y forman una molécula de O_3 con la unión de los tres átomos; O_3 forma el ozono.
- Los muñequitos son O, o átomos de oxígeno. Cuando se juntan dos forman O_2 o moléculas de oxígeno. El Sol hace que se descompongan y formen oxígeno de nuevo. Los átomos de O_2 se juntan con moléculas de O_2 creando O_3 que es el ozono.

En el caso de las **respuestas parcialmente correctas** hay dos puntuaciones, una mayor que incluye aquellas que sólo mencionen correctamente **dos de los tres** aspectos.

Por ejemplo:

- El Sol descompone las moléculas de oxígeno en átomos simples. Los átomos se fusionan en grupos. Los átomos forman grupos de 3 átomos juntos.
- Cada uno de los hombrecillos es un átomo de oxígeno, O_2 es una molécula de oxígeno y O_3 es un grupo de átomos unidos. Los procesos mostrados son un par de átomos de oxígeno (O_2) dividiéndose y luego juntándose con otros dos pares que forman dos grupos de 3 (O_3).
- Los hombrecillos son átomos de oxígeno. O_2 significa una molécula de oxígeno (como un par de hombrecillos que se dan la mano) y O_3 significa tres átomos de oxígeno. Los dos átomos de oxígeno de una pareja se dividen y uno se junta con cada uno de los otros pares y de los tres pares, se forman dos conjuntos de moléculas de oxígeno (O_3).
- El oxígeno es dividido por la radiación del Sol. Se parte por la mitad. Los dos lados se juntan con otras “partículas” de oxígeno formando ozono.
- La mayor parte del tiempo en ambientes de oxígeno puro (O_2) el oxígeno viene en parejas

de dos, así que hay tres pares de 2. Un par tiene mucho calor y se separan para irse a otro par, haciendo O_3 en lugar de O_2 .

Y la otra puntuación de las **respuestas parcialmente correctas** son las que sólo mencionan correctamente **uno de los tres** aspectos.

Por ejemplo:

- Las moléculas de oxígeno se están separando. Forman átomos de O. Y algunas veces hay moléculas de ozono. La capa de ozono sigue igual porque se forman nuevas moléculas y otras mueren.
- O representa una molécula de oxígeno, O_2 =oxígeno, O_3 =ozono. A veces, las dos moléculas de oxígeno, juntándose, son separadas por el Sol. Las moléculas solas se juntan con otro par para formar ozono (O_3).
- Las moléculas de "O" (oxígeno) se ven forzadas a juntarse con O_2 (2 x moléculas de oxígeno) para formar O_3 (3 x moléculas de oxígeno) por el calor del Sol. *[No hay puntuación por el segundo aspecto porque el Sol no participa en la formación de ozono resultante de $O + O_2$ sino sólo en la separación de las uniones en O_2]*

Las **respuestas incorrectas** son las que mencionan incorrectamente los tres aspectos

Ejemplos:

- El Sol (rayos ultravioleta) quema la capa de ozono y al mismo tiempo la está destruyendo también. Los señores chiquitos son las capas de ozono y se escapan del Sol porque hace mucho calor. *[No pueden acreditarse puntos, ni siquiera por mencionar la influencia del Sol.]*
- El Sol está quemando el ozono en el primer dibujo. En el segundo dibujo están escapando y lloran y en el tercer dibujo están abrazándose con lágrimas en los ojos.
- Mira tío, es muy fácil. "O" es una partícula de oxígeno, los números cerca de "O" aumentan la cantidad de partículas en el grupo.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos
Proceso	Comunicar conclusiones válidas
Categoría de conocimiento	Cambios físicos y químicos
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	28,4%
Puntaje PISA 2000	682

COMENTARIOS

En esta pregunta se evalúa si el alumno es capaz de utilizar información que se encuentra en el estímulo, tanto en el texto como en la historieta, para elaborar una explicación sobre la formación del ozono. Para esto debe interpretar la información que se representa en la historieta y relacionarla con la que se encuentra en el texto para complementarla. En el texto se menciona la composición química del dióxigeno y del ozono, se habla de moléculas y de átomos. Los alumnos tienen que comprender que una molécula está constituida por átomos, además deben interpretar que cada uno de los personajes de la historieta son átomos y que cuando están de la mano constituyen moléculas. Además, deben interpretar, a partir de lo que

observan en la historieta, que los rayos solares actúan sobre las moléculas de oxígeno rompiendo sus enlaces y dejando libres átomos de oxígeno que reaccionarán con moléculas de dióxígeno para formar ozono. El contexto de esta pregunta es global porque se enmarca en un fenómeno que afecta a la comunidad mundial.

OZONO Pregunta 2

El ozono también se forma durante las tormentas eléctricas. Esto produce el olor característico que aparece después de esas tormentas. El autor del texto diferencia entre “ozono malo” y “ozono bueno”.

De acuerdo con el artículo, ¿el ozono que se forma durante las tormentas eléctricas es “ozono malo” u “ozono bueno”?

Escoge la respuesta correcta que va seguida de la explicación correcta según el texto.

	¿Ozono bueno o malo?	Explicación
A	Malo	Se forma cuando hace mal tiempo
B	Malo	Se forma en la troposfera.
C	Bueno	Se forma en la estratosfera
D	Bueno	Huele bien

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La respuesta correcta es la opción B — Malo. Se forma en la troposfera.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica
Categoría de conocimiento	La Tierra y su lugar en el universo
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	34,8%
Puntaje PISA 2000	642

COMENTARIOS

A partir de la información brindada en el texto, el estudiante puede deducir que el “ozono malo” es el que se forma en las tormentas, dado que se localiza en la tropósfera. El contexto de esta pregunta también es global y el área de aplicación corresponde a las ciencias de la Tierra y el medio ambiente debido a que es una temática relacionada a las características de una de las capas de la atmósfera.

OZONO Pregunta 3

En el texto inicial se dice: “Sin esta capa beneficiosa de ozono, los seres humanos serían más sensibles a cierto tipo de enfermedades provocadas por la incidencia cada vez mayor de los rayos ultravioleta del Sol”.

Nombra una de estas enfermedades específicas.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que se refieran al cáncer de piel.

Por ejemplo:

- Cáncer de piel.
- Melanoma. *[Nota: esta respuesta puede considerarse correcta, a pesar del hecho de que tiene una falta de ortografía.]*

Se consideran **respuestas incorrectas** las referidas a otros tipos específicos de cáncer. P.ej.

- Cáncer de pulmón.

O bien: Respuestas que sólo se refieran al cáncer. Por ej.

- Cáncer.

Otras respuestas incorrectas

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Demostración de la comprensión de conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Cambios fisiológicos
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	53,8%
Puntaje PISA 2000	547

COMENTARIOS

El objetivo de este ítem de respuesta abierta es evaluar si el alumno vincula el cáncer de piel con el adelgazamiento de la capa de ozono. Al igual que en las preguntas anteriores, el contexto es global, pero el área de aplicación corresponde a las ciencias de la vida y la salud, ya que se trata de una consecuencia para la salud humana.

OZONO Pregunta 4

Al final del texto, se menciona una reunión internacional en Montreal. En esta reunión se discutieron muchas cuestiones sobre la posible reducción de la capa de ozono. Dos de esas cuestiones se presentan en la tabla de abajo.

¿Pueden contestarse las preguntas presentadas en la tabla de abajo mediante una investigación científica?

Rodea con un círculo Si o No, para cada caso.

Pregunta	¿Se puede responder mediante la investigación científica?
¿Las incertidumbres científicas acerca de la influencia de los CFC en la capa de ozono, deberían ser una razón para que los gobiernos no tomen medidas de actuación?	Sí / No
¿Cuál será la concentración de CFC en la atmósfera en el año 2002 si la liberación de CFC en la atmósfera continúa en la misma proporción que hasta ahora?	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son **correctas** las respuestas que indiquen No y Si, en ese orden.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Comprensión de la investigación científica
Proceso	Reconocimiento de cuestiones científicamente investigables
Categoría de conocimiento	La Tierra y su lugar en el universo
Área de aplicación	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	54,6%
Puntaje PISA 2000	529

COMENTARIOS

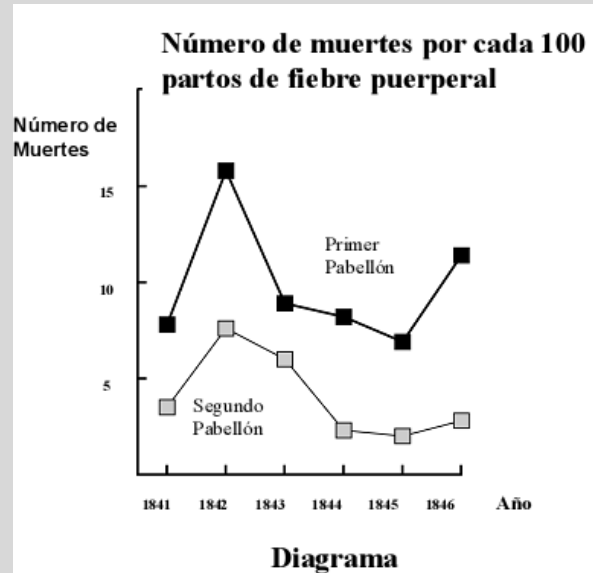
El objetivo de la pregunta es evaluar si el alumno es capaz de reconocer cuestiones que son posibles de investigar por las Ciencias Naturales.

SEMMELWEIS

El diario de Semmelweis. Texto1

“Julio de 1846. La semana próxima ocuparé el puesto de Director del Primer Pabellón de la clínica de maternidad en el Hospital General de Viena. Me alarmé cuando me enteré del porcentaje de pacientes que mueren en esa clínica. En este mes, han muerto allí no menos de 36 de las 208 madres, todas de fiebre puerperal. Dar a luz un niño es tan peligroso como una neumonía de primer grado”.

Estas líneas del diario del Dr. Ignaz Semmelweis (1818 -1865) dan una idea de los efectos devastadores de la fiebre puerperal, una enfermedad contagiosa que acabó con muchas mujeres después de los partos. Semmelweis recopiló datos sobre el número de muertes por fiebre puerperal en ambos Primer y Segundo Pabellón del Hospital (ver el diagrama).



Los médicos, entre ellos Semmelweis, desconocían completamente la causa de la fiebre puerperal. El diario de Semmelweis decía:

“Diciembre de 1846. ¿Por qué mueren tantas mujeres de esta fiebre después de dar a luz sin ningún problema? Durante siglos la ciencia nos ha dicho que es una epidemia invisible que mata a las madres. Las causas pueden ser cambios en el aire o alguna influencia extraterrestre o un movimiento de la misma tierra, un terremoto.”

Hoy en día, poca gente consideraría una influencia extraterrestre o un terremoto como posible causa de la fiebre. Pero en la época en que vivió Semmelweis, mucha gente, incluso científicos, ¡lo pensaba! Ahora sabemos que la causa está relacionada con las condiciones higiénicas. Semmelweis sabía que era poco probable que la fiebre fuera causada por una influencia extraterrestre o por un terremoto. Se fijó en los datos que había recopilado (ver el diagrama) y los utilizó para intentar convencer a sus colegas.

EL DIARIO DE SEMMELWEIS Pregunta 1

Supón que eres Semmelweis. Da una razón (basada en los datos que recopiló Semmelweis) de por qué la fiebre puerperal es improbable que sea causada por terremotos.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que se refieran a la diferencia entre el número de muertes (por cada 100 partos) en ambos pabellones.

Por ejemplo:

- El hecho de que el primer pabellón tuviera una alta proporción de muertes de mujeres comparado con la de las mujeres en el segundo pabellón obviamente muestra que no tenía nada que ver con los terremotos.
- En el Pabellón 2 murió menos gente, por lo que no podía haber habido un terremoto sin que causara el mismo número de muertes en cada pabellón.
- Porque en el segundo pabellón no es tan alto el número de muertes, tal vez tuvo algo que ver con el Pabellón 1.
- Es poco probable que los terremotos causen la fiebre porque la proporción de muertes es muy diferente para los dos pabellones.

Se consideran **parcialmente correctas** aquellas respuestas que se refieren a que los terremotos no ocurren frecuentemente.

Por ejemplo:

- Sería poco posible que fuera causada por terremotos porque los terremotos no pasan todo el tiempo.

O también las respuestas que se refieran al hecho de que los terremotos también afectan a las personas fuera de los pabellones.

- Si fuera un terremoto, las mujeres fuera del hospital también habrían tenido fiebre puerperal.
- Si la razón fuera el terremoto, todo el mundo tendría fiebre puerperal cada vez que hubiera un terremoto (no sólo en los pabellones 1 y 2).

Además son parcialmente correctas las respuestas que se refieran a la idea de que cuando ocurren los terremotos, los hombres no contraen fiebre puerperal.

- Si un hombre estuviera en el hospital y llegara el terremoto, no le daría fiebre puerperal, por lo que los terremotos no pueden ser la causa.
- Porque le da a las mujeres y no a los hombres.

Se valoran como **respuestas incorrectas** las que afirmen (sólo) que los terremotos no pueden causar la fiebre.

- Un terremoto no puede influenciar a una persona o hacerla que se enferme.
- Un temblorcito no puede ser peligroso.

También las que afirmen (sólo) que la fiebre tiene que ser causada por otra causa (correcta o incorrecta)

- Los terremotos no emiten gases venenosos. Son causados por placas de la Tierra que se doblan y chocan entre ellas.
- Porque no tienen nada que ver una con la otra y sólo es superstición.

- Un terremoto no tiene influencia en el embarazo. La razón es que los doctores no estaban suficientemente especializados.

Además las respuestas que sean combinaciones de las dos anteriores.

- No es probable que la fiebre puerperal sea causada por terremotos, pues muchas mujeres mueren después de haber dado a luz sin problemas. La ciencia nos enseña que es una epidemia invisible que mata a las madres.
- La muerte es causada por bacterias y los terremotos no pueden influenciarlas.

Otras respuestas incorrectas.

- Creo que fue un gran terremoto que tembló mucho.
- En 1843 las muertes bajaron en el Pabellón 1 y menos en el Pabellón 2.
- Porque no había terremotos en los pabellones y de todos modos les dio. *[Nota: el supuesto de que no había terremotos en ese entonces no es correcto.]*

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones
Categoría de conocimiento	Biología humana
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	25,0%
Puntaje PISA 2000	666

COMENTARIOS

Esta pregunta de respuesta abierta requiere que los estudiantes identifiquen datos y evidencias, para luego relacionarlos y evaluar varias conclusiones usando una cadena de razonamientos que no está explícita en el texto. Para esto, deben identificar los datos en la tabla que muestran que el número de muertes en un pabellón es mayor que en el otro y que esta diferencia no podría ser explicada por un evento, como un terremoto, que sucedería en los dos pabellones por igual. Por esta razón la capacidad que está relacionada a esta pregunta es interpretar evidencias y conclusiones científicas para elaborar conclusiones. El formato de pregunta abierta es adecuado para este ítem ya que puede existir una gama de respuestas diferentes que se consideren correctas, siempre que para argumentar utilicen los datos de la tabla. Si las respuestas no consideran estos datos, pero señalan una explicación coherente, son consideradas como respuestas parcialmente correctas.

El diario de Semmelweis. Texto 2

La disección era una parte de la investigación que se llevaba a cabo en el hospital. El cadáver de una persona se abrió para encontrar una causa de su muerte. Semmelweis se dio cuenta de que los estudiantes que trabajaban en el Primer Pabellón, participaban habitualmente en las disecciones de mujeres que habían muerto el día anterior, antes de hacer el reconocimiento médico a las mujeres que acababan de dar a luz. No se preocupaban mucho de lavarse después de las disecciones. Algunos, incluso estaban orgullosos del hecho de que, por su olor, se pudiera decir que habían estado trabajando en el depósito de cadáveres, ya que eso ¡demostraba lo trabajadores que eran!

Uno de los amigos de Semmelweis murió después de haberse hecho un corte durante una de esas disecciones. La disección de su cuerpo puso de manifiesto que tenía los mismos síntomas que las madres que habían muerto por la fiebre puerperal. Esto le dio a Semmelweis una nueva idea.

EL DIARIO DE SEMMELWEIS Pregunta 2

La nueva idea de Semmelweis tenía que ver con el alto porcentaje de mujeres que morían en los pabellones de maternidad y con el comportamiento de los estudiantes.

¿Cuál era esta idea?

- A Hacer que los estudiantes se lavasen después de las disecciones debería producir una disminución de los casos de fiebre puerperal.
- B Los estudiantes no debían participar en las disecciones porque podían cortarse.
- C Los estudiantes huelen porque no se lavan después de una disección.
- D Los estudiantes quieren demostrar que son trabajadores, lo que les hace descuidados cuando hacen un reconocimiento médico a las mujeres.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La respuesta correcta es la opción A: Hacer que los estudiantes se lavaran después de las disecciones debería llevar a una reducción de los casos de fiebre puerperal.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos
Proceso	Reconocimiento de cuestiones científicamente investigables
Categoría de conocimiento	Biología humana
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	63,3%
Puntaje PISA 2000	493

COMENTARIOS

En este ítem de múltiple opción los estudiantes deben reconocer la hipótesis que Semmelweis elaboró a partir de sus observaciones. Para realizar esto, deben relacionar la información del primer texto con la brindada en el segundo, que aporta nuevos datos acerca de lo que le sucedió a un amigo que se había cortado con un bisturí contaminado y las condiciones higiénicas del trabajo de los estudiantes en el pabellón en el que había más muertes.

EL DIARIO DE SEMMELWEIS Pregunta 3

Semmelweis tuvo éxito en sus intentos de reducir el número de muertes producidas por la fiebre puerperal. Pero incluso hoy, la fiebre puerperal sigue siendo una enfermedad difícil de eliminar.

Las fiebres que son difíciles de curar son todavía un problema en los hospitales. Muchas medidas de rutina sirven para controlar este problema. Entre estas medidas está la de lavar las sábanas a elevadas temperaturas.

Explica por qué las altas temperaturas (al lavar las sábanas) reducen el riesgo de que los pacientes contraigan una fiebre.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que se refieran a la muerte de las bacterias.

Por ejemplo

- Porque con el calor se morirán muchas bacterias.
- Las bacterias no soportarán la temperatura alta.
- Las bacterias se quemarán con la temperatura alta.
- Las bacterias se cocinarán. *[Nota: Aunque “quemar” y “cocinar” no son correctas científicamente, cada una de las dos últimas respuestas pueden considerarse, en conjunto, como correctas.]*

También respuestas que se refieran a matar microorganismos, gérmenes o virus.

Por ejemplo:

- Porque el calor fuerte mata a los pequeños organismos que causan las enfermedades.
- Hace demasiado calor para que los gérmenes sobrevivan.

O respuestas que se refieren a eliminar (no matar) las bacterias. Por ejemplo:

- Las bacterias desaparecerán.
- El número de bacterias disminuirá.
- Con altas temperaturas desaparecen las bacterias al lavar.

Además, respuestas que se refieran a la esterilización de las sábanas. Por ejemplo:

- Se esterilizarán las sábanas.

Se consideran **respuestas incorrectas** las que se refieran a la eliminación de la enfermedad.

- Porque la temperatura del agua caliente mata cualquier enfermedad en las sábanas.
- La alta temperatura mata casi toda la fiebre de las sábanas, lo que deja menos oportunidad de contaminación.

U otras respuestas incorrectas.

Por ejemplo:

- Para que no se enfermen por el frío.
- Bueno, cuando lavas algo, se van los gérmenes con el agua sucia.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Demostración de la comprensión de conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Biología humana
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	67,3%
Puntaje PISA 2000	467

COMENTARIOS

Para explicar por qué las altas temperaturas reducen la posibilidad de enfermarse y desarrollar fiebre, los estudiantes deben relacionar las altas temperaturas con la eliminación de bacterias o virus que producen enfermedades. Esta información no se explica en el texto, por lo tanto, aplican conocimientos que han adquirido previamente, relacionados a que las enfermedades infecciosas pueden ser producidas por bacterias o virus y que estos son eliminados por las altas temperaturas.

EL DIARIO DE SEMMELWEIS Pregunta 4

Muchas enfermedades pueden curarse utilizando antibióticos. Sin embargo, el éxito de algunos antibióticos frente a la fiebre puerperal ha disminuido en los últimos años.

¿Cuál es la razón de este hecho?

- A Una vez fabricados, los antibióticos pierden gradualmente su actividad.
- B Las bacterias se hacen resistentes a los antibióticos.
- C Esos antibióticos sólo ayudan frente a la fiebre puerperal, pero no frente a otras enfermedades.
- D La necesidad de esos antibióticos se ha reducido porque las condiciones de la salud pública han mejorado considerablemente en los últimos años.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La respuesta correcta es la opción B: Las bacterias se vuelven resistentes a los antibióticos.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
Proceso	Demostración de la comprensión de conceptos científicos
Categoría de conocimiento	Biodiversidad
Área de aplicación	Las ciencias de la vida y la salud
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2000	OCDE
	59,9%
Puntaje PISA 2000	508

COMENTARIOS

La temática que aborda esta pregunta es muy relevante ya que la automedicación se ha convertido en un problema a nivel mundial, debido a que el uso indiscriminado de los antibióticos ha generado la resistencia de algunas bacterias patógenas en muchos de estos. La comprensión de este fenómeno es fundamental para desarrollar en los ciudadanos la conciencia necesaria para evitar este problema. Para responder a esta pregunta, los alumnos deben demostrar comprensión de conceptos científicos como reproducción, selección natural y evolución.

ACTIVIDADES DE PRUEBA APLICADAS EN EL CICLO PISA 2006

A continuación se presentan las actividades del ciclo 2006 que se han hecho públicas así como las del operativo piloto realizado en el año 2005.

Algunas de estas actividades constan de preguntas que abordan contenidos científicos y, además, preguntas acerca de las actitudes de los estudiantes hacia las cuestiones sobre las que están siendo evaluados. Este es un enfoque innovador, ya que no solo se les pregunta lo que opinan sobre la ciencia en el cuestionario de estudiante, sino que también se incluye este aspecto en la prueba de la evaluación. Estas preguntas se refieren al Interés por aprender temas de ciencias por parte de los alumnos, o a su apoyo a la investigación científica. Para esto se utilizan escalas Likert con opciones como “Muy interesado”, “Algo interesado”, “Poco interesado”, “Nada interesado” que recaban las opiniones de los estudiantes acerca de su grado de interés en los temas que plantean las unidades de evaluación. En los cuadernillos de prueba, los ítems de actitud se presentan en un cuadro sombreado para recordar a los alumnos que, para cada una de las aseveraciones, deben marcar la casilla que indica su propia opinión y se les aclara al inicio de cada uno de los cuadernillos que: “NO HAY UNA RESPUESTA CORRECTA para estas preguntas y, aunque no contarán en tu puntuación final, es muy importante que las respondas de forma veraz”.

En la siguiente tabla se presenta el ordenamiento de los ítems en este apartado y el año en el que fueron aplicados.

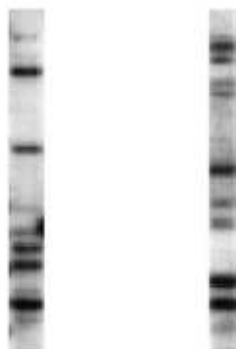
Capturar al asesino	Piloto 2005
El paludismo	Piloto 2005
Estudio sobre la leche en la escuela	Piloto 2005
Agua para beber	Piloto 2005
Caries dental	Piloto 2005
Cirugía mayor	Piloto 2005
Comportamiento del pez espina	Piloto 2005
El convertidor catalítico	Piloto 2005
Tránsito de Venus	Piloto 2005
El ultrasonido	Piloto 2005
La evolución	Piloto 2005
Generación de energía eólica	Piloto 2005
Brillo labial	Piloto 2005
Mezcla para hacer pan	Piloto 2005
Fumar tabaco	Piloto 2005
Viruela del ratón	Piloto 2005
¿Riesgo para la salud?	Piloto 2005
Acción del calor	Piloto 2005
La luz de las estrellas	Piloto 2005
Efecto invernadero	PISA 2000, 2003 y 2006
Ropa	PISA 2000, 2003 y 2006
El Gran Cañón	PISA 2006
Filtros solares	PISA 2006
Mary Montagu	PISA 2006
Lluvia ácida	PISA 2006
Ejercicio físico	PISA 2006
Cultivos genéticamente modificados	PISA 2006

CAPTURAR AL ASESINO

EMPLEO DEL ADN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE UN ASESINO

Smithville, ayer: Un hombre ha fallecido hoy en Smithville después de recibir múltiples puñaladas. Según fuentes policiales, había señales de lucha y parte de la sangre hallada en la escena del crimen no se corresponde con la sangre de la víctima. Sospechan que dicha sangre pertenece al asesino.

Para ayudar a capturar al culpable, los miembros de la policía científica han elaborado un perfil de ADN de la muestra de sangre. Tras ser comparado con los perfiles de ADN de los criminales convictos que se almacenan en las bases de datos informatizadas, no se ha hallado ningún perfil que concuerde con el de la muestra.



Individuo A

Individuo B

Foto de perfiles típicos de ADN pertenecientes a dos individuos. Las barras se corresponden con distintos fragmentos del ADN de cada uno de los individuos. Cada persona posee un patrón de barras diferente. Al igual que sucede con las huellas dactilares, los patrones que siguen las barras permiten identificar a las personas.

La policía ha arrestado a un habitante de la localidad al que se vio discutiendo con la víctima el mismo día horas antes. Ha pedido permiso para recoger una muestra de ADN de los sospechosos.

Según el sargento Brown de la policía de Smithville: «Se trata tan solo de extraer una muestra mediante un inofensivo raspado de la cara interna de la mejilla. A partir de esa muestra, los científicos pueden extraer el ADN y conformar un perfil de ADN como los que aparecen en la ilustración».

Dejando a un lado los casos de gemelos idénticos, las posibilidades de que dos personas compartan el mismo perfil de ADN son de 1 entre 100 millones.

CAPTURAR AL ASESINO Pregunta 1:

En este artículo periodístico se menciona una sustancia denominada ADN. ¿Qué es el ADN?

- A Una sustancia presente en las membranas celulares que impide que se salga el contenido de la célula.
- B Una molécula que contiene las instrucciones para la fabricación de nuestros cuerpos.
- C Una proteína presente en la sangre que ayuda a transportar oxígeno a los tejidos.
- D Una hormona de la sangre que ayuda a regular el contenido de glucosa en las células del cuerpo.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B: Una molécula que contiene las instrucciones para la fabricación de nuestros cuerpos

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicos
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Social

COMENTARIOS

Este ítem de múltiple opción requiere que los alumnos apliquen sus conocimientos de la Biología con el fin de identificar la descripción adecuada del concepto de ADN.

CAPTURAR AL ASESINO Pregunta 2

¿Cuál de las siguientes preguntas no puede ser respondida mediante pruebas científicas?

- A ¿Cuál fue la causa médica o fisiológica del fallecimiento de la víctima?
- B ¿En quién pensaba la víctima cuando murió?
- C ¿Constituye el raspado de la mejilla una forma segura de recoger muestras de ADN?
- D ¿Poseen los gemelos idénticos exactamente el mismo perfil de ADN?

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B: ¿En quién pensaba la víctima cuando murió?

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Identificación de cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (Conocimiento acerca de la ciencia) / Sistemas vivos (Conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Social

COMENTARIOS

Esta pregunta evalúa el conocimiento que tienen los alumnos sobre el tipo de cuestiones que pueden ser investigadas científicamente. En este caso, requiere identificar una cuestión que no puede ser investigada científicamente. A su vez, presupone conocimientos de Biología que se supone posee un alumno de 15 años.

CAPTURAR AL ASESINO Pregunta 3

¿Cómo estás de interesado en la siguiente información?

Marca una sola casilla en cada fila.

	<i>Muy interesado</i>	<i>Algo interesado</i>	<i>Poco interesado</i>	<i>Nada interesado</i>
a) Saber más sobre el empleo del ADN en la resolución de delitos.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) Aprender más sobre cómo se realiza un perfil de ADN.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c) Comprender mejor cómo se pueden resolver los delitos recurriendo a la ciencia.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

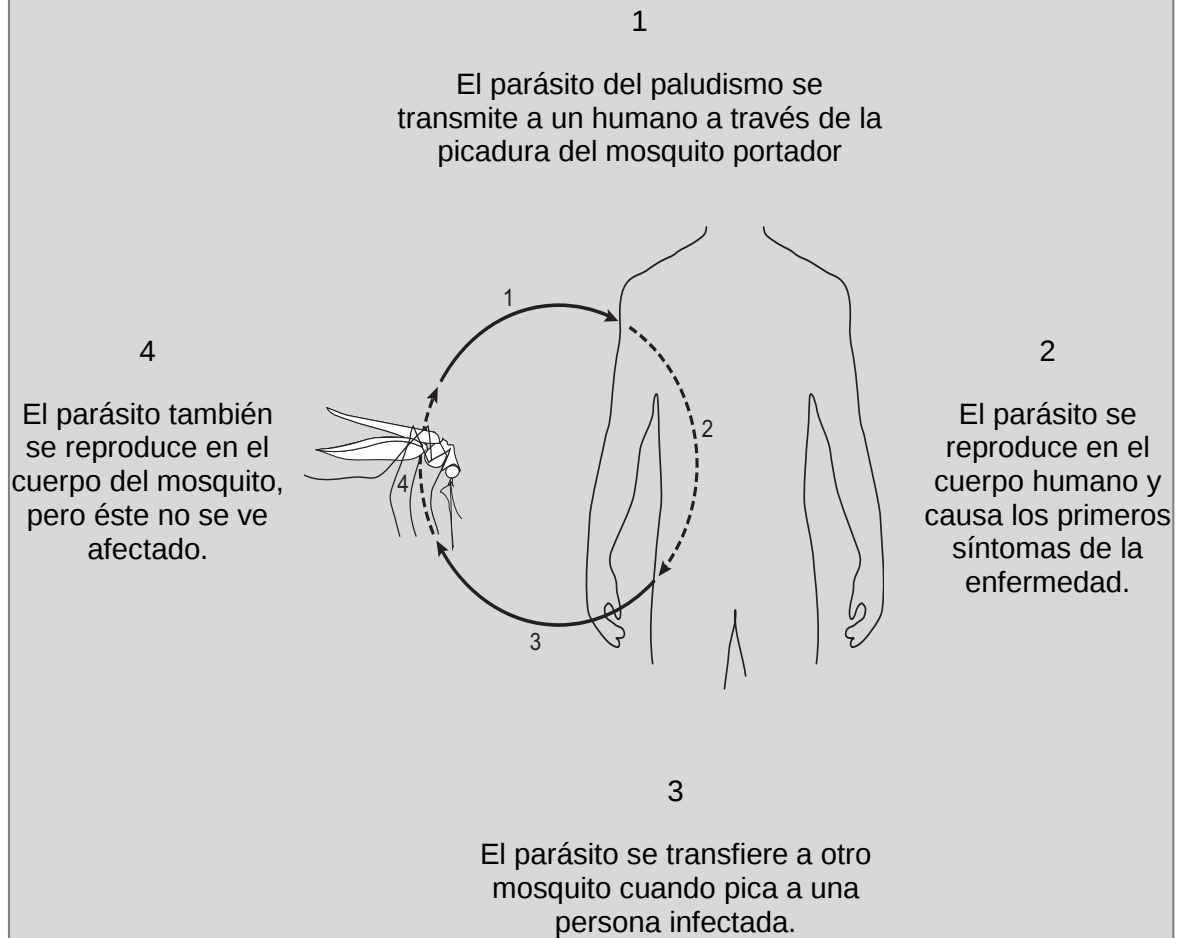
Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Esta pregunta recaba información acerca de las actitudes de los estudiantes en relación a su interés por temas científicos, en este caso, en referencia al ADN y su relación con la resolución de delitos.

EL PALUDISMO

El paludismo es causa de más de millón y medio de muertes cada año. La lucha contra el paludismo está actualmente en crisis. Los mosquitos transmiten el parásito del paludismo de una persona a otra. El mosquito portador del paludismo se ha vuelto resistente a muchos insecticidas. Asimismo, las medicinas contra el parásito del paludismo son cada vez menos eficaces.



Ciclo de vida del parásito del paludismo

EL PALUDISMO Pregunta 1

A continuación se presentan tres acciones para prevenir la propagación del paludismo. ¿Cuáles de las etapas (1, 2, 3 y 4) del ciclo de vida del parásito del paludismo, se ven **directamente** afectadas por cada una de las acciones? Encierra en un círculo la(s) etapa(s) pertinente(s) para cada acción (una sola acción puede afectar más de una etapa).

Métodos para prevenir la propagación del paludismo	Etapas afectadas del ciclo vital del parásito			
Dormir debajo un mosquitero	1	2	3	4
Tomar medicinas contra el paludismo	1	2	3	4
Utilizar insecticidas contra los mosquitos	1	2	3	4

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que eligen [1 y 3]; [2]; y [1, 3 y 4] en este orden.

Se valoran como **respuestas parcialmente correctas** cuando contestan dos de las tres filas correctas, o bien una (o más) correctas, pero ninguna incorrecta, en cada fila.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)

COMENTARIOS

Esta pregunta requiere que los alumnos extraigan una serie de conclusiones sobre el ciclo vital del mosquito basándose en las pruebas científicas que se presentan en el texto. Para esto los estudiantes deben interpretar una representación estándar (modelo) de un ciclo vital y relacionar la información presente en este diagrama con la información que se presenta en el texto.

LA LECHE EN LAS ESCUELAS

En 1930, se realizó un estudio a gran escala en las escuelas de cierta región de Escocia. Durante cuatro meses, algunos alumnos recibieron leche gratis y otros no. Los maestros elegían qué alumno recibía la leche. Esto fue lo que sucedió:

- 5 000 escolares recibieron una cantidad de leche no pasteurizada cada día escolar;
- Otros 5 000 escolares recibieron la misma cantidad de leche pasteurizada; y
- 10 000 escolares no recibieron leche en absoluto.

Al principio y al final del estudio se midió el peso y la estatura de los 20000 niños.

LA LECHE EN LAS ESCUELAS Pregunta 1

¿Es posible que las siguientes fueran las preguntas de investigación del estudio? Encierra en un círculo “Sí” o “No” para cada pregunta.

¿Es posible que esta sea una pregunta de investigación del estudio?	¿Sí o No?
¿Qué se debe hacer para pasteurizar la leche?	Sí / No
¿Qué efecto tiene beber leche adicional en los niños que asisten a la escuela?	Sí / No
¿Qué efecto tiene la pasteurización de la leche en el crecimiento de los niños?	Sí / No
¿Cómo le afecta a la salud de los escolares vivir en diferentes regiones de Escocia?	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **correctas** las cuatro respuestas en el siguiente orden No, Sí, Sí, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Histórico

COMENTARIOS

En esta pregunta de múltiple opción compleja los estudiantes deben identificar los posibles objetivos del estudio. Por esta razón corresponde a la capacidad “identificar cuestiones científicas” y a “conocimiento acerca de la ciencia” en la categoría “investigación científica”.

LA LECHE EN LAS ESCUELAS Pregunta 2

En promedio, los niños que recibieron leche durante el estudio aumentaron de altura y de peso más que los niños que no recibieron leche.

Una conclusión posible del estudio es, por lo tanto, que los niños que toman mucha leche crecen más rápido que los que no lo hacen.

Para tener confianza en esta conclusión, indica un supuesto que debe hacerse respecto a los dos grupos de escolares del estudio.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las respuestas correctas hacen referencia al supuesto de que ambos grupos de escolares no fueran significativamente diferentes en modo alguno: por ejemplo, en cuanto a la dieta en su casa, en su etapa de crecimiento.

- Ambos grupos de escolares tendrían que haber tenido la misma dieta en algún otro momento para que ésta fuera una conclusión confiable.
- Que los dos grupos de escolares se escogieran al azar.

Son valoradas como incorrectas otras respuestas.

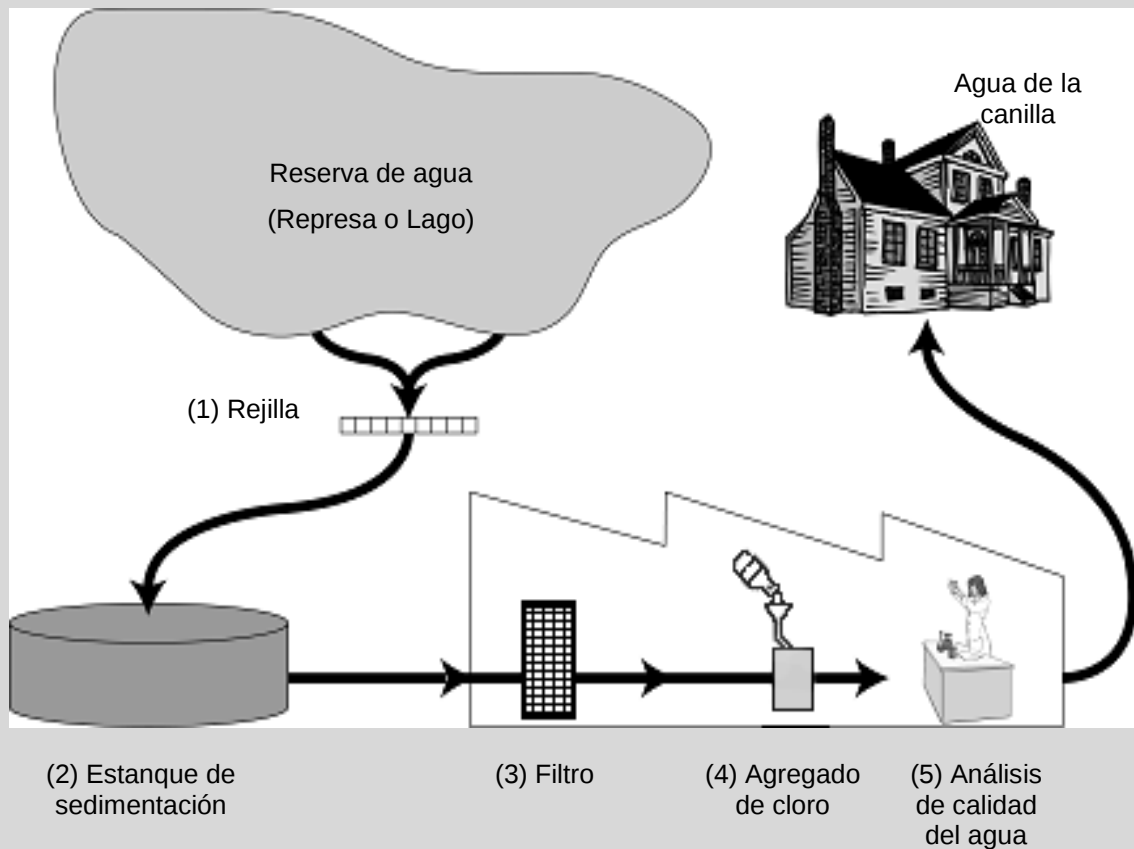
CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Histórico

COMENTARIOS

Esta pregunta de respuesta abierta corresponde a la capacidad de “identificar cuestiones científicas”, ya que se relaciona con el diseño de la investigación e implica que los estudiantes apliquen conocimientos metodológicos, por lo que corresponde a un “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría “investigación científica”. El Contexto de esta pregunta y la anterior es histórico, ya que se refiere a un estudio realizado en un momento determinado en Escocia.

AGUA PARA BEBER



La figura anterior muestra cómo se logra que el agua suministrada a las casas de las ciudades sea potable.

AGUA PARA BEBER Pregunta 1

Es importante tener una reserva de agua potable. El agua que se encuentra bajo la superficie de la tierra se llama **agua subterránea**.

Propone una razón de por qué hay menos contaminación por bacterias y partículas en el agua subterránea que en el agua de fuentes superficiales como lagos y ríos.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** son las que se refieran a que el agua subterránea se filtra a través de la tierra.

- Cuando pasa a través de la arena y el polvo el agua se limpia.
- Ha sido filtrada naturalmente.
- Porque cuando el agua baja atravesando la tierra será filtrada por las piedras y la arena.

Respuestas que se refieran a que el agua subterránea está encapsulada y, por lo tanto, protegida de una posible contaminación; o a que el agua de la superficie se contamina más fácilmente.

- El agua subterránea está dentro de la tierra y por lo tanto la contaminación del aire no puede ensuciarla.
- Porque el agua subterránea no está destapada, está debajo de algo.
- Los lagos y ríos pueden estar contaminados por el aire, y la gente nada en ellos, etc., por eso no está limpia.

Otras respuestas correctas.

- El agua subterránea es agua sin mucha comida para las bacterias, así que éstas no sobrevivirán ahí.

Se consideran **respuestas incorrectas** aquellas que se refieran a que el agua subterránea está muy limpia (ya se dio la información).

- Porque la han limpiado.
- Porque hay basura en lagos y ríos.
- Porque hay menos bacterias.

Respuestas que se refieran obviamente a los procesos de limpieza mostrados en la figura del estímulo.

- Porque el agua subterránea atraviesa un filtro y se le agrega cloro.
- El agua subterránea atraviesa un filtro que la limpia totalmente.

Otras respuestas incorrectas.

- Porque siempre se está moviendo.
- Porque no se revuelve y por eso no se sube el lodo del fondo.
- Porque el agua subterránea viene de las montañas, que obtienen agua de la nieve derretida y del agua.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas de la Tierra y el Espacio (conocimiento de la ciencia).
Área de aplicación	Recursos naturales.
Contexto	Global.

COMENTARIOS

La disponibilidad de agua limpia apta para ser bebida es un problema que repercute de manera significativa en la vida cotidiana de la población en todas las partes del mundo. Esta pregunta hace hincapié en dos aspectos de la calidad del agua: la contaminación causada por las partículas y por las bacterias. Para responderla, hay que aplicar los conocimientos científicos que explican por qué las aguas subterráneas no tratadas están menos contaminadas que las aguas superficiales no tratadas.

AGUA PARA BEBER Pregunta 2

El agua suele limpiarse mediante varios pasos en los que se usan diferentes técnicas. En el proceso de limpieza mostrado en la figura hay cuatro pasos (numerados 1-4). En el segundo paso, el agua se recoge en un estanque de sedimentación.

¿Cómo contribuye este paso a hacer el agua más limpia?

- A Las bacterias del agua mueren.
- B Se añade oxígeno al agua.
- C La gravilla y la arena se van al fondo.
- D Las sustancias tóxicas se descomponen.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. La grava y la arena se van al fondo.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Elección múltiple
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

COMENTARIOS

En esta actividad el contexto que se plantea es el proceso de potabilización del agua acumulada en embalses y lagos, antes de distribuirla a las viviendas. Esta pregunta implica reconocer o deducir la finalidad del depósito de sedimentación. Por tanto, los alumnos deben aplicar sus conocimientos sobre los procesos de sedimentación, entendidos como un efecto gravitacional que afecta a las partículas presentes en el agua y, además, comprender que este proceso puede ser utilizado como un método para separar sistemas heterogéneos en los que una fase sólida pulverizada se encuentra en suspensión en una fase líquida.

AGUA PARA BEBER Pregunta 3

En el cuarto paso del proceso de limpieza se agrega cloro al agua. ¿Por qué se agrega cloro al agua?

.....
.....

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que se refieran a remover, eliminar o descomponer bacterias.

- Para quitarle las bacterias.
- El cloro elimina bacterias.

Se consideran **respuestas incorrectas** como:

- El agua se hace menos ácida y no hay algas.
- Bacterias.
- Es como el fluoruro.

COMENTARIOS

Al igual que en el ejercicio anterior, este se trata de un contexto relevante para la vida cotidiana, pues es importante que los ciudadanos tengan ciertas nociones sobre los tratamientos que se aplican al agua que beben. Al abordar esta pregunta los estudiantes deben aplicar el conocimiento de los efectos del cloro en los organismos vivos para explicar por qué se añade cloro al agua. La categoría de conocimiento es, por tanto, «Sistemas vivos».

AGUA PARA BEBER Pregunta 4

Supongamos que los científicos que han hecho el análisis del agua en la planta de agua potable, descubren que hay unas bacterias nocivas en el agua **después** de que se ha completado el proceso de limpieza.

¿Qué se debe hacer en la casa con esa agua antes de beberla?

.....
.....

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que se refieran a hervir el agua.

- Hervirla.
- Calentarla y así las bacterias se morirán.
- Hervirla o filtrarla

También las que se refieran a otros métodos de limpieza que sea posible hacer en casa con seguridad.

- Tratar el agua con tabletas de cloro o gotas
- Usar un filtro micropore.

Son **respuestas incorrectas** las que se refieran a métodos “profesionales” de limpieza, imposibles de llevar a cabo en casa con seguridad.

- Mezclarla con cloruro en una cubeta y luego beberla.

- Más cloruro, químicos y dispositivos biológicos.
- Destilar el agua.

U otras respuestas como:

- Volver a purificarla.

COMENTARIOS

Para responder esta pregunta, los alumnos deben saber cómo se pueden matar o eliminar las bacterias presentes en el agua recurriendo a métodos que puedan aplicarse en el hogar. La categoría de conocimiento es, por tanto, “Sistemas vivos”.

AGUA PARA BEBER Pregunta 5

¿Puede el agua para beber contaminada causar los siguientes problemas de salud? Encierra en un círculo “Sí” o “No” en cada caso.

¿Puede el agua para beber contaminada causar este problema de salud?	¿Sí o No?
Diabetes	Sí / No
Diarrea	Sí / No
VIH/SIDA	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **correctas** las cuatro respuestas en el siguiente orden: No, Sí, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Elección múltiple compleja.
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia).
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal.

COMENTARIOS

Esta pregunta evalúa los conocimientos de los estudiantes en relación con las enfermedades de transmisión hídrica. Para responder, tienen que diferenciar las enfermedades infecciosas que son transmitidas por el agua, de las que no lo son. Deben recordar algunos conocimientos de Biología para dar una respuesta correcta, por eso corresponde a la categoría de conocimientos “Sistemas vivos”.

AGUA PARA BEBER

¿Cuánto te interesa obtener la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Saber cómo se analiza el agua para medir el grado de contaminación por bacterias	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Aprender más acerca del tratamiento químico en las plantas de agua potable.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Aprender qué enfermedades se transmiten en el agua potable	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

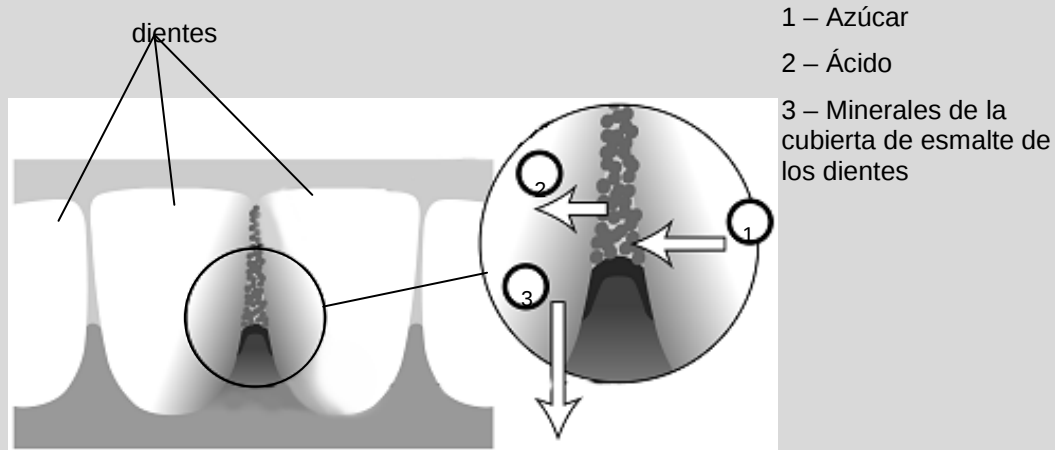
COMENTARIOS

Esta pregunta se diseñó para evaluar el interés de los alumnos por aprender más sobre cuestiones científicas relacionadas con el consumo de agua. Figura al final de la unidad para que los alumnos hayan tenido ocasión de familiarizarse con el contexto antes de responder a una pregunta sobre sus opiniones.

Los alumnos demuestran su interés indicando en qué medida desean adquirir información sobre tres aspectos diferenciados de la contaminación del agua y sus tratamientos potabilizadores.

CARIES DENTAL

Las bacterias que viven en la boca causan la caries dental. Las caries han sido un problema desde el siglo XVIII, cuando la expansión de la industria de la caña de azúcar hizo este producto disponible.



Hoy en día, sabemos mucho acerca de las caries. Por ejemplo:

- Las bacterias que causan las caries se alimentan de azúcar.
- El azúcar se convierte en ácido.
- El ácido daña la superficie de los dientes.
- Cepillar los dientes ayuda a prevenir las caries.

CARIES DENTAL Pregunta 1

¿Qué papel juegan las bacterias en la caries dental?

- A Las bacterias producen esmalte.
- B Las bacterias producen azúcar.
- C Las bacterias producen minerales.
- D Las bacterias producen ácido.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. Las bacterias producen ácido.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

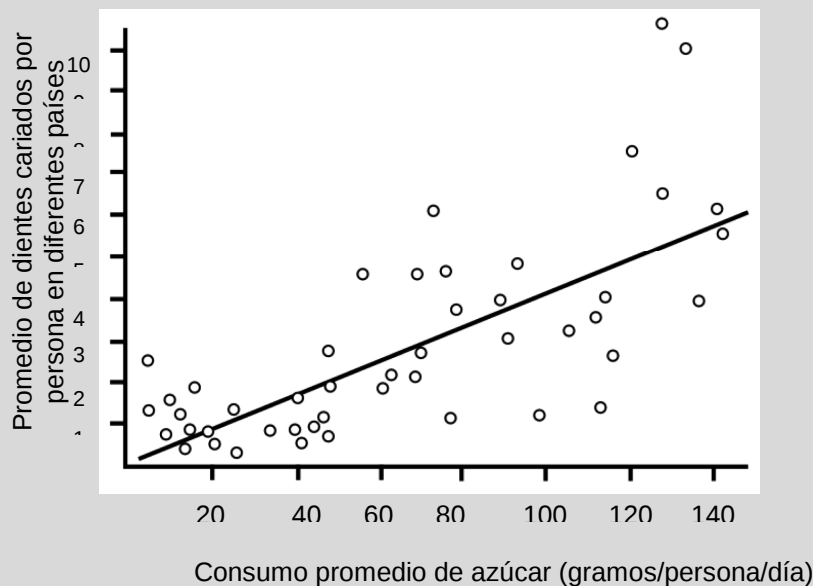
Formato	Múltiple opción
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia).
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal.

COMENTARIOS

La información sobre la caries se suministra mediante un diagrama y un texto asociado. Los alumnos deben seleccionar la conclusión que se deriva de la información proporcionada. Para responder, los estudiantes deben apelar a la capacidad de utilizar determinadas evidencias para extraer una conclusión, ya que la información necesaria se brinda en el estímulo, por esto los conocimientos que aplican están relacionados al “conocimiento acerca de la ciencia”.

CARIES DENTAL Pregunta 2

La siguiente gráfica muestra el consumo de azúcar y la cantidad de caries en diferentes países. Cada país está representado por un punto en la gráfica.



¿Cuál de las afirmaciones siguientes está respaldada **por los datos que aparecen en la gráfica?**

- A En algunos países la gente se cepilla los dientes con más frecuencia que en otros.
- B Cuanto más azúcar consume la gente, mayores son las probabilidades de tener caries.
- C En los últimos años la tasa de caries se ha incrementado en muchos países.
- D En los últimos años el consumo de azúcar se ha incrementado en muchos países.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B: Cuanto más azúcar consume la gente, mayores son las probabilidades de tener caries.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Al igual que en la pregunta anterior, la categoría de conocimiento es “explicaciones científicas” y la capacidad, “utilizar evidencias científicas”. Sin embargo, en este caso, los datos (evidencias) se suministran en un gráfico. Para interpretarlo correctamente hay que comprender cuáles son las variables representadas en él (promedio de dientes con caries por persona en función del consumo de azúcar).

CARIES DENTAL Pregunta 3

Un país tiene un número alto de dientes cariados por persona.

¿Se pueden responder las siguientes preguntas acerca de la caries dental en ese país mediante experimentos científicos? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada pregunta.

¿Se puede responder esta pregunta acerca de la caries dental mediante experimentos científicos?	¿Sí o No?
¿Cuál sería el efecto en la caries dental de poner fluoruro en el suministro de agua?	Sí / No
¿Cuánto debería costar una consulta con el dentista?	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** corresponden a: Sí, No en este orden.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

COMENTARIOS

Este ítem requiere que los alumnos sean capaces de discriminar las preguntas que se pueden responder mediante una investigación científica de las que no pueden serlo. Por lo tanto, corresponde a conocimientos acerca de la metodología científica, “conocimiento acerca de la ciencia” y a la capacidad “identificar cuestiones científicas”.

CARIES DENTAL Pregunta 4

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Observar por un microscopio cómo son las bacterias que provocan la caries	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) Obtener información sobre el desarrollo de una vacuna que prevenga la caries	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c) Comprender por qué los alimentos sin azúcar pueden provocar caries	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Este ítem fue diseñado con objeto de evaluar el interés de los alumnos por los aspectos científicos relacionados con las caries dentales. Al igual que sucede con todos los demás ejercicios de actitud, figura al final de la unidad para que de ese modo los alumnos hayan tenido ocasión de familiarizarse con el contexto antes de que se les pregunte sobre sus opiniones.

CIRUGÍA MAYOR

La cirugía mayor, realizada en quirófanos equipados especialmente para ello, es necesaria para curar muchas enfermedades.



CIRUGÍA MAYOR Pregunta 1

Cuando se someten a una cirugía mayor, los pacientes son anestesiados para no sentir ningún dolor. Con frecuencia se administra la anestesia en forma de gas a través de una máscara facial que cubre la nariz y la boca del paciente.

¿Participan los siguientes sistemas del cuerpo humano en la acción de los gases anestésicos? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada sistema.

¿Participa este sistema en la acción de los gases anestésicos?	¿Sí o No?
Sistema digestivo	Sí / No
Sistema nervioso	Sí / No
Sistema respiratorio	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** corresponden a: No, Sí, Sí en este orden.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

COMENTARIOS

El contexto de esta unidad cumple el requisito «relevancia para la vida cotidiana», ya que es normal que algún miembro del grupo familiar o de las amistades de los estudiantes pueda ser sometido a algún tipo de intervención quirúrgica en algún momento. Para responder esta pregunta, los estudiantes tienen que aplicar sus conocimientos acerca de los aparatos y sistemas del organismo que intervienen en la acción de los gases anestésicos. Tienen que saber que el hecho de que los anestésicos sean gases implica que interviene el aparato respiratorio y, además, que la acción de estos gases se da sobre el funcionamiento del sistema nervioso.

CIRUGÍA MAYOR Pregunta 2

Explica por qué se esterilizan los instrumentos quirúrgicos usados en los quirófanos.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** son aquellas en las que el estudiante menciona tanto la necesidad de asegurarse de que no haya bacterias en los instrumentos, **como también** el hecho que los instrumentos entran en el cuerpo del paciente.

Por ejemplo:

- Para evitar que las bacterias entren en el cuerpo e infecten al paciente.

Las **respuestas parcialmente correctas** son aquellas en las que el estudiante menciona la necesidad de cerciorarse de que no haya bacterias, **pero** no el hecho que los instrumentos entran en el cuerpo del paciente.

- Para matar a los gérmenes que tienen los instrumentos.
- Para no infectar al paciente.

También son respuestas parcialmente correctas las que mencionan el hecho que los instrumentos entran en el cuerpo del paciente, **pero** no la necesidad de cerciorarse de que no tengan bacterias.

Ejemplo:

- Porque entran en el cuerpo con los cortes que se hacen con la cirugía.

Otras respuestas son consideradas **incorrectas**, por ejemplo:

- Para mantenerlos limpios.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

COMENTARIOS

Para responder esta pregunta, los estudiantes tienen que aplicar conocimientos de Biología y explicar que los instrumentos quirúrgicos contienen bacterias y estas ingresarían al organismo cuando se los utiliza en la intervención.

CIRUGÍA MAYOR Pregunta 3

Los pacientes pueden estar imposibilitados para comer y beber después de la cirugía, así es que se les suministra un líquido por goteo (infiltración) que contiene agua, azúcares y sales minerales. A veces también se añaden antibióticos y tranquilizantes al líquido.

¿Por qué son importantes los azúcares que se agregan al líquido para el paciente durante el período postoperatorio?

- A Porque impiden la deshidratación.
- B Porque controlan el dolor durante el postoperatorio.
- C Porque curan las infecciones postoperatorias.
- D Porque proporcionan la nutrición necesaria.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. Porque proporcionan la nutrición necesaria.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

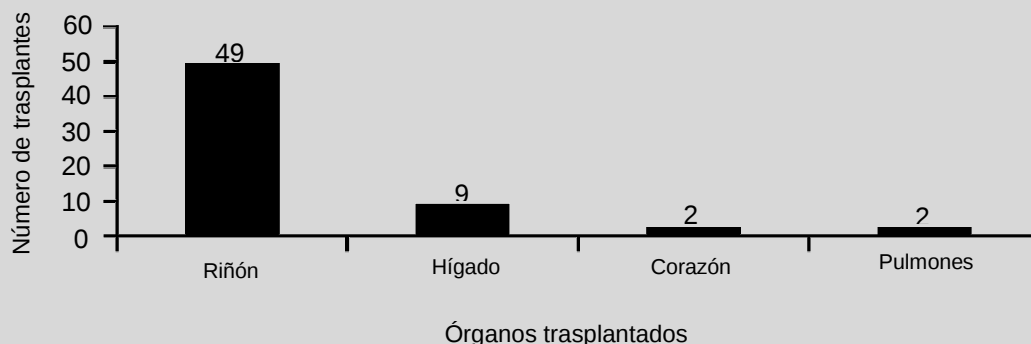
Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

COMENTARIOS

Esta pregunta de múltiple opción exige que los estudiantes infieran a partir de la información que se brinda en el estímulo (en el periodo postoperatorio los pacientes no pueden beber ni recibir alimentos por vía oral) que necesitan recibir nutrientes por otra vía, en este caso el líquido por goteo (suero). Además, tienen que recordar que los glúcidos (azúcares), presentes en el suero, son los nutrientes que aportan la energía necesaria para el normal funcionamiento del organismo durante este período de recuperación.

CIRUGÍA MAYOR Pregunta 4

Los trasplantes de órganos implican una cirugía mayor y cada vez son más comunes. En la gráfica siguiente, se da el número de trasplantes realizados en un hospital durante 2003.



De la gráfica anterior, ¿pueden obtenerse las conclusiones siguientes? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada conclusión.

¿Puede obtenerse esta conclusión de la gráfica?	¿Sí o No?
Si se trasplantan los pulmones, también debe hacerse un trasplante de corazón.	Sí / No
Los riñones son los órganos más importantes del cuerpo humano.	Sí / No
La mayoría de los pacientes que tienen un trasplante han padecido una enfermedad del riñón.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** son aquellas que eligen: No, No, Sí en ese orden.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes deben interpretar datos científicos expresados gráficamente y elaborar, a partir de ellos, las conclusiones pertinentes. Para contestarla correctamente no es necesario recurrir a ninguna información exterior a la que se suministra en el estímulo. En consecuencia, los estudiantes deben aplicar conocimientos acerca de la ciencia, en este caso la lectura e interpretación de los datos de una gráfica y utilizar estas evidencias científicas para elaborar conclusiones.

CIRUGÍA MAYOR Pregunta 5

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Aprender cómo se esterilizan los instrumentos quirúrgicos.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) Saber acerca de los diferentes tipos de anestésicos que se usan.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c) Entender cómo se controla el nivel de conciencia de un paciente durante la cirugía.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

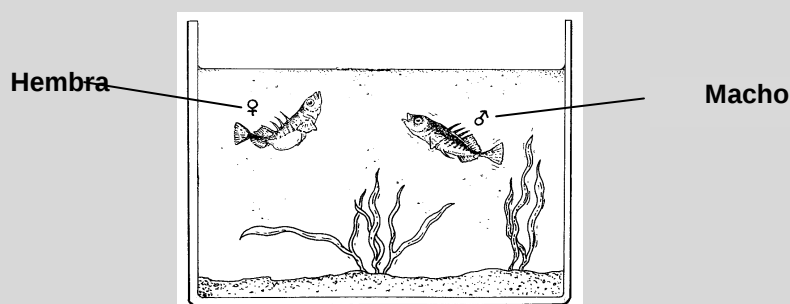
Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Este ítem fue diseñado con el objetivo de evaluar el interés de los estudiantes por diversos aspectos relacionados con las intervenciones quirúrgicas.

COMPORTAMIENTO DEL PEZ ESPINA

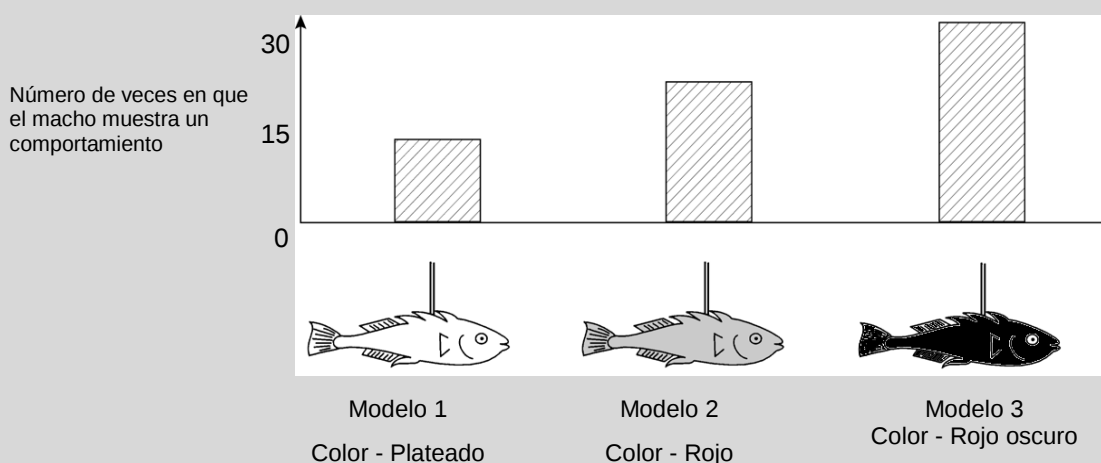
El pez espina es un pez fácil de mantener en un acuario.



- Durante la época de apareamiento la barriga del pez espina macho cambia de color plateado a rojo.
- El pez espina macho atacará a cualquier macho rival que entre en su territorio, y tratará de expulsarlo.
- Si una hembra de color plateado se acerca, él tratará de guiarla a su nido para que ella ponga ahí sus huevos.

En un experimento, un alumno quiere investigar qué determinará que el pez espina muestre un comportamiento agresivo.

El pez espina macho está solo en la pecera del alumno. El alumno fabricó tres modelos de cera enganchados a pedazos de alambre. Los cuelga por separado en la pecera, durante el mismo tiempo. Después, el alumno cuenta cuántas veces el pez espina macho reacciona agresivamente empujando la figura de cera.



Los resultados de este experimento se muestran a continuación.

COMPORTAMIENTO DEL PEZ ESPINA Pregunta 1

¿Qué pregunta intenta responder este experimento?

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se considera **respuestas correctas** por ejemplo:

- ¿Qué color provoca un comportamiento agresivo más fuerte en el pez espina macho?
- ¿Reacciona el pez espina macho más agresivamente a un modelo pintado de rojo que a uno pintado de color plateado?
- ¿Hay alguna relación entre el color y el comportamiento agresivo?
- ¿Causa el color del pez que el macho se ponga agresivo?

Se consideran **incorrectas** otras respuestas (incluidas todas aquellas que no hagan referencia al color del estímulo/modelo/pez)

- ¿Qué color provocará la conducta agresiva del espinoso macho? *[Falta el aspecto comparativo.]*
- ¿Determina el color del espinoso hembra la agresividad del macho? *[El primer experimento no se ocupa del género del pez.]*
- ¿Ante cuál de los modelos reacciona con más agresividad el espinoso macho? *[Debe hacerse mención expresa del color del modelo/pez.]*

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

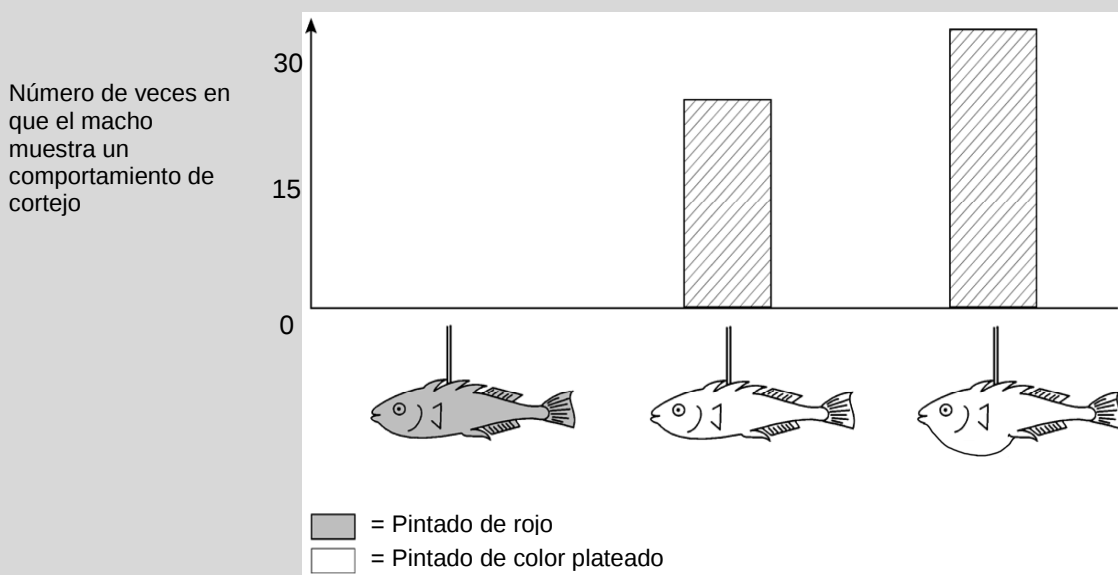
COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes deben identificar qué se pretende responder con el experimento que está descrito en el estímulo de la actividad. Para esto cuentan con toda la información en el texto y por lo tanto los conocimientos científicos que deben aplicar están relacionados a la comprensión de la metodología de la investigación científica.

COMPORTAMIENTO DEL PEZ ESPINA Pregunta 2

Durante la época de apareamiento, si el pez espina macho ve a una hembra, tratará de atraerla con un comportamiento de cortejo que se parece a una danza. En un segundo experimento, se investiga este comportamiento de cortejo.

Nuevamente, se usan tres modelos de cera enganchados a pedazos de alambre. Uno está pintado de rojo, y dos de color plateado; de estos, uno tiene la barriga plana y el otro la barriga redonda. El alumno cuenta cuántas veces (en un lapso determinado) el pez espina macho reacciona a cada modelo mostrando un comportamiento de cortejo. Los resultados de este experimento se muestran a continuación.



De tres alumnos, cada uno saca una conclusión basada en los resultados de este segundo experimento.

De acuerdo con la información que aparece en la gráfica, ¿son correctas sus conclusiones? Encierra en un círculo "Sí" o "No" para cada conclusión.

Según la información que aparece en la gráfica, ¿es esta conclusión correcta?	¿Sí o No?
El color rojo provoca un comportamiento de cortejo en el pez espina macho.	Sí / No
Un pez espina hembra con barriga plana provoca más reacciones en un pez espina macho	Sí / No
El pez espina macho reacciona con más frecuencia ante una hembra de barriga redonda que ante una hembra de barriga plana.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son **correctas** las tres respuestas en el siguiente orden: No, No, Sí.

Otras respuestas son **incorrectas**.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

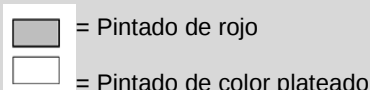
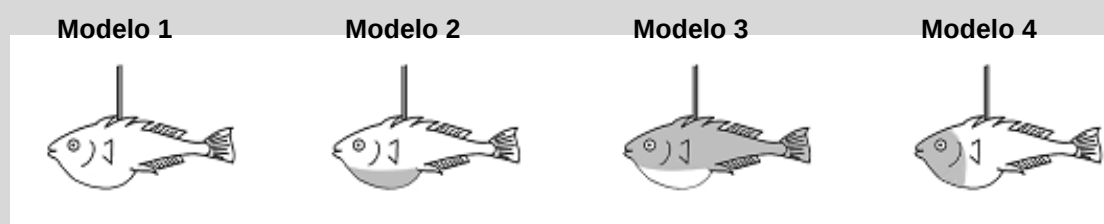
COMENTARIOS

En este ítem los estudiantes deben extraer la información del gráfico para poder decidir si cada afirmación corresponde a una conclusión basada en estos datos (evidencias). Por lo tanto, corresponde a la capacidad “utilizar evidencias científicas” y a la categoría de conocimientos “explicaciones científicas” referente al conocimiento acerca de la ciencia.

COMPORTAMIENTO DEL PEZ ESPINA Pregunta 3

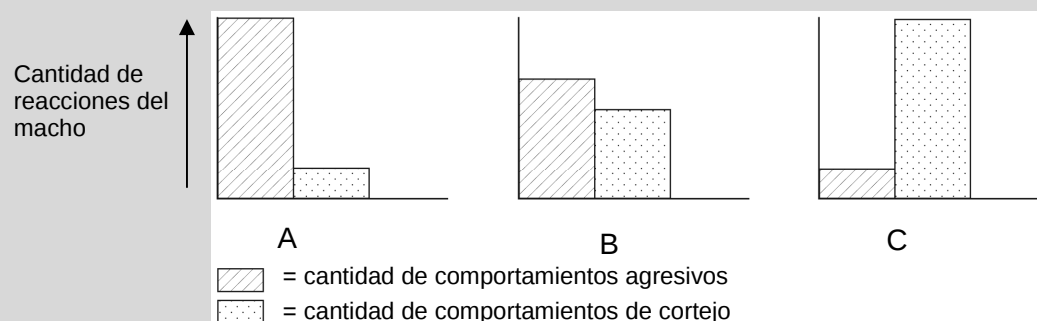
Los experimentos han demostrado que los peces espina machos reaccionan con un comportamiento agresivo ante modelos con **barriga roja** y con un comportamiento de cortejo ante modelos con **barriga plateada**.

En un tercer experimento, se usaron los cuatro modelos siguientes:



Los tres diagramas siguientes muestran las posibles reacciones de un pez espina macho a cada uno de los modelos anteriores.

¿Cuál de estas reacciones predecirías con cada uno de los cuatro modelos?



Escribe A, B, o C como resultado para cada modelo.

	Reacción
Modelo 1	
Modelo 2	
Modelo 3	
Modelo 4	

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las cuatro **respuestas correctas** en el siguiente orden: C, A, C, B.

Se valoran como **respuestas parcialmente correctas** cuando tres de las cuatro anotaciones correctas.

Otras respuestas se consideran **incorrectas**.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida cerrada
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

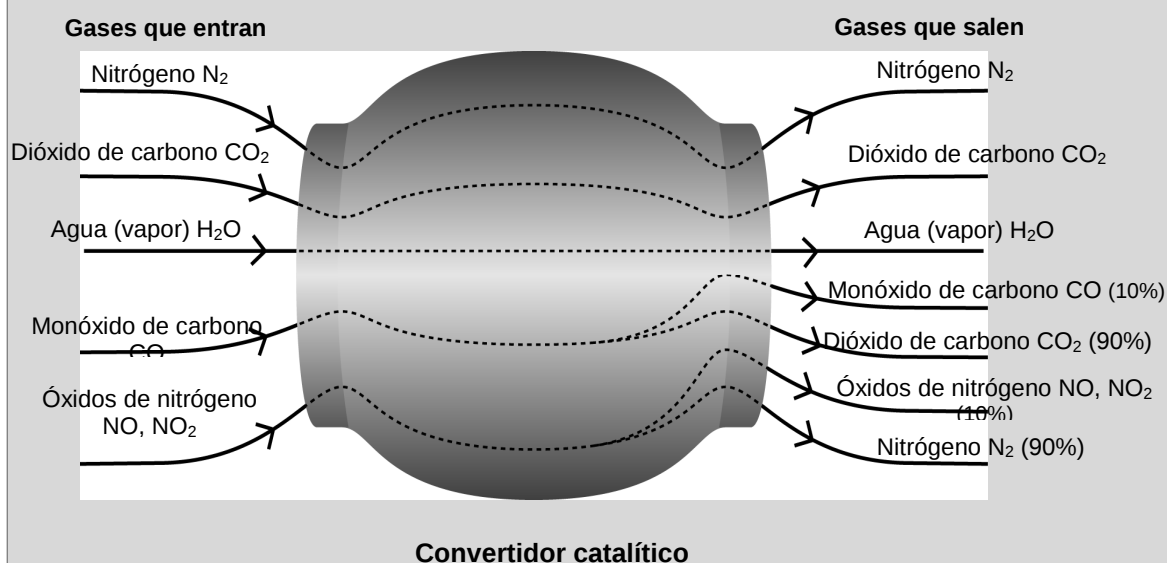
COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes tienen que utilizar la información que se les presenta en el texto, la gráfica y el diagrama para poder identificar qué reacción corresponde a cada modelo. Al igual que la pregunta anterior corresponde a conocimientos acerca de la ciencia, a la categoría “explicaciones científicas” y a la capacidad de utilizar evidencias, en este caso de diferentes fuentes, para elaborar conclusiones.

EL CONVERTIDOR CATALÍTICO

La mayoría de los coches modernos están equipados con un convertidor catalítico que disminuye el daño que los humos del caño de escape producen en la gente y el ambiente.

Cerca de 90% de los gases del escape se transforman en menos perjudiciales. Aquí se muestra cómo entran algunos gases al convertidor y cómo salen de él.



EL CONVERTIDOR CATALÍTICO Pregunta 1

Utiliza la información de la figura anterior para poner un *ejemplo* de cómo consigue el catalizador hacer que los gases de escape resulten menos nocivos.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son valoradas como **respuestas correctas** aquellas que mencionan la conversión del monóxido de carbono, o de óxidos de nitrógeno, en otros compuestos.

- El monóxido de carbono se convierte en dióxido de carbono.
- Los óxidos de nitrógeno se convierten en nitrógeno.
- El monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno dañinos se convierten en dióxido de carbono y nitrógeno menos dañinos.

Son valoradas como **incorrectas** otras respuestas, por ejemplo:

- Los gases se vuelven menos dañinos.
- Purifica el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno. [*No es lo bastante concreta.*]

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia) / Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Medio ambiente
Contexto	Social

COMENTARIOS

La contaminación atmosférica causada por los gases emitidos por los motores de combustión de los vehículos es un tema relevante para la vida cotidiana de la mayoría de los ciudadanos, aunque no sea percibido en la misma medida por los habitantes del campo que por los de las ciudades. Para resolver este ítem los estudiantes deben interpretar y analizar la información presente en el diagrama del estímulo y elegir un ejemplo que muestre la transformación de los gases nocivos que ingresan en el catalizador en otros gases menos nocivos.

Si los estudiantes abordan esta unidad con algún conocimiento previo sobre los gases que son tóxicos o perjudiciales para el medio ambiente y los que no lo son, este ítem podría clasificarse como «conocimiento de la ciencia», categoría «Sistemas físicos». Sin embargo, en la información que suministra el diagrama, el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno son los únicos gases cuya cantidad se ve reducida por efecto del catalizador, lo cual permite deducir que uno de ellos, o ambos, son los gases perjudiciales sin recurrir a conocimientos disciplinares. El contenido científico de sus reflexiones consistirá en interpretar un diagrama. Por esto es que se puede incluir esta pregunta también como «conocimiento acerca de la ciencia», categoría «explicaciones científicas».

EL CONVERTIDOR CATALÍTICO Pregunta 2

Dentro del convertidor catalítico los gases se transforman. Explica qué sucede desde el punto de vista de los **átomos** Y las **moléculas**.

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son valoradas como **respuestas correctas** aquellas que expresan el concepto esencial de que los átomos se reacomodan para formar diferentes moléculas, usando **ambos** términos.

- Las moléculas se descomponen y los átomos se combinan otra vez para formar diferentes moléculas.
- Los átomos se reacomodan para formar diferentes moléculas.

Son valoradas como **respuestas parcialmente correctas** las que expresan el concepto esencial de recombinación, pero sin mencionar expresamente tanto los átomos como las moléculas, O que no distinguen suficientemente entre las funciones respectivas de átomos y moléculas.

- Los átomos se recombinan para formar unas sustancias diferentes.
- Las moléculas se transforman en otras moléculas distintas.
- Los átomos y las moléculas se combinan y se separan para formar gases menos perjudiciales. [No se distinguen suficientemente los distintos papeles desempeñados por átomos y moléculas.]
- $2(\text{NO}_2) = \text{N}_2 + 2\text{O}_2$

Son consideradas **incorrectas** otras respuestas, incluidas las que se limiten a exponer lo que ya se ha dicho en el estímulo.

- El monóxido de carbono se transforma en dióxido de carbono.
- Las moléculas se descomponen en átomos más pequeños. *[No se menciona que los átomos se recombinan.]*

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Medio ambiente
Contexto	Social

COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes tienen que aplicar conocimientos de Química relacionados con las reacciones químicas y con los elementos que intervienen en ellas (átomos y moléculas). La información necesaria para contestar a la pregunta no es aportada por el estímulo de la actividad, sino que los estudiantes deben recordar conocimientos trabajados en clase sobre las características de los átomos, las moléculas y las reacciones químicas y aplicarlos a esta situación para explicar que en una reacción química los átomos se reacomodan para formar moléculas diferentes a las que había en el inicio de la reacción.

EL CONVERTIDOR CATALÍTICO Pregunta 3

Examina los gases emitidos por el convertidor catalítico. ¿Cuál es uno de los problemas que los ingenieros y científicos que trabajan en el convertidor catalítico deben tratar de resolver para producir gases emitidos por el caño de escape menos dañinos?

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son valoradas como **respuestas correctas** aquellas que se refieran a la necesidad de lograr una reducción de los gases nocivos que se liberan en la atmósfera. Por ejemplo:

- No todo el monóxido de carbono se convierte en dióxido de carbono.
- La conversión de los óxidos de nitrógeno en nitrógeno no es suficiente.
- Aumentar el porcentaje de monóxido de carbono que se convierte en dióxido de carbono y el porcentaje de óxidos de nitrógeno que se convierte en nitrógeno.
- El dióxido de carbono que se produce debería ser retenido para no liberarlo en la atmósfera.

Otras respuestas son consideradas **incorrectas**. Por ejemplo:

- Una transformación más completa de los gases nocivos en gases que fueran menos nocivos. *[Debería mencionarse al menos uno de los gases de escape perjudiciales.]*
- Deberían tratar de que salieran menos gases nocivos.
- Deberían encontrar una forma de reutilizar los gases de escape nocivos.
- Deberían tratar de diseñar un vehículo que funcionara con otro combustible líquido.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Medio ambiente
Contexto	Social

COMENTARIOS

Para responder correctamente esta pregunta, los estudiantes deben utilizar los datos del estímulo y conocimientos que han adquirido previamente y elaborar una conclusión referida a la reducción de los gases nocivos emitidos por el caño de escape de los vehículos.

EL CONVERTIDOR CATALÍTICO Pregunta 4:

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Conocer las cantidades de gases tóxicos que producen los distintos carburantes de los autos.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) Comprender mejor lo que ocurre dentro de un catalizador.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c) Conocer más sobre vehículos que no emitan gases tóxicos.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

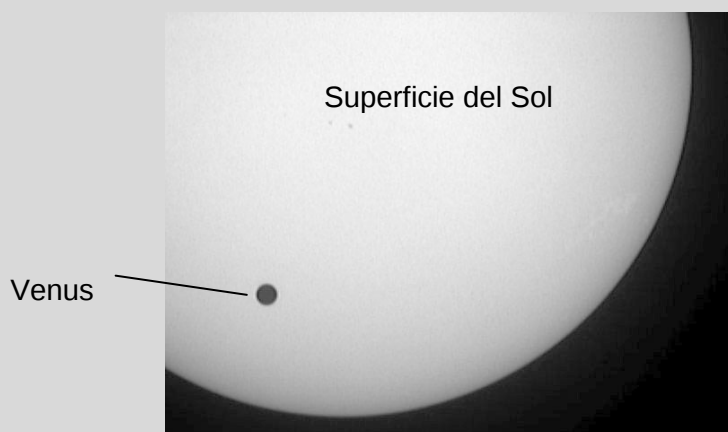
COMENTARIOS

Este ítem indaga acerca del interés de los estudiantes por conocer más acerca de los gases tóxicos emitidos por los caños de escape de los vehículos y los dispositivos inventados por el hombre para disminuir estas emisiones a la atmósfera.

TRÁNSITO DE VENUS

El 8 de junio de 2004, el planeta Venus pudo verse desde muchos sitios en la Tierra, pasando frente al Sol. Esto se llama un “tránsito” de Venus y sucede cuando la órbita de Venus lo lleva a ubicarse entre el Sol y la Tierra. El tránsito anterior ocurrió en 1882 y se prevé que ocurrirá otro en 2012.

A continuación se muestra una ilustración del tránsito de Venus en 2004. Para obtenerla se dirigió un telescopio al Sol y se proyectó la imagen sobre una superficie blanca.



TRÁNSITO DE VENUS Pregunta 1

¿Por qué se observó el tránsito proyectando la imagen sobre una superficie blanca, en lugar de hacerlo directamente a través del telescopio?

- A La luz del Sol era demasiado brillante e impedía que se viera Venus.
- B El Sol es lo suficientemente grande para verlo sin necesidad de aumentos.
- C Mirar el Sol a través de un telescopio puede dañar los ojos.
- D Había que reducir el tamaño de la imagen proyectándola en una tarjeta blanca.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción C. Mirar el Sol a través de un telescopio puede dañar los ojos.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal

COMENTARIOS

El contexto de la unidad se ocupa del Sistema Solar, sin embargo, esta pregunta se relaciona con conocimientos biológicos. Se trata de evaluar hasta qué punto los estudiantes son conscientes del peligro que supone para los ojos, la exposición directa a luz solar y, por tanto, corresponde a un conocimiento disciplinar relacionado con los “sistemas vivos» y su área de aplicación es la salud.

TRÁNSITO DE VENUS Pregunta 2

Contemplados desde la Tierra, ¿cuál de los siguientes planetas puede verse en tránsito delante del Sol en ciertas épocas?

- A Mercurio
- B Marte
- C Júpiter
- D Saturno

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A. Mercurio.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas de la Tierra y el Espacio (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Global

COMENTARIOS

Para responder correctamente a esta pregunta, los estudiantes deben inferir que los únicos tránsitos visibles desde la Tierra son los de aquellos planetas que se encuentran entre la Tierra y el Sol.

TRÁNSITO DE VENUS Pregunta 3

Varias palabras han sido subrayadas en la afirmación siguiente.

Los astrónomos predicen que, tal como se ve desde Neptuno, habrá un tránsito de Saturno cruzando por delante de la superficie del Sol, en algún momento del presente siglo.

De las palabras subrayadas, ¿cuáles resultarían las tres más útiles para realizar una búsqueda en una biblioteca o en Internet con objeto de averiguar el momento en que se producirá ese tránsito?

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que se refieran solamente a Tránsito/Saturno/Neptuno. Por ejemplo:

- Saturno/Neptuno/Tránsito.

Otras respuestas, como las que incluyan 4 palabras son valoradas como **incorrectas**.

- Tránsito/Saturno/Sol/Neptuno.
- Astrónomos/Tránsito/Saturno/Neptuno.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida cerrada
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia).
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Uno de los aspectos de la capacidad de identificar cuestiones científicas es la localización de palabras clave para la búsqueda de información científica sobre un determinado tema, según ha quedado definida en el Contexto de la evaluación. En la actividad la búsqueda de información en Internet es una actividad sumamente relevante para la mayoría de los ciudadanos en el mundo. Es por esta razón que el contexto de esta pregunta resulta muy significativo para los estudiantes.

EL ULTRASONIDO

En muchos países, pueden tomarse imágenes de un feto (un bebé en desarrollo) gracias a la formación de imágenes mediante el ultrasonido (ecografía). El uso de ultrasonido se considera seguro tanto para la madre como para el feto.



La doctora sostiene una sonda y la mueve por todo el abdomen de la madre. Las ondas de ultrasonido se transmiten hacia el interior del abdomen. Adentro del abdomen, se reflejan desde la superficie del feto. Estas ondas reflejadas son recogidas nuevamente por la sonda y retransmitidas a una máquina que puede producir una imagen.

EL ULTRASONIDO Pregunta 1

Para formar una imagen, la máquina de ultrasonido necesita calcular la **distancia** entre el feto y la sonda.

Las ondas de ultrasonido se mueven a través del abdomen a una velocidad de 1540 m/s. ¿Qué medida debe tomar la máquina para calcular la distancia?

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** cuando el estudiante mide cuánto se tarda la onda de ultrasonido en ir desde la sonda hasta la superficie del feto y reflejarse.

Por ejemplo:

- El tiempo que se tarda la onda en moverse desde la sonda y de regreso.
- El tiempo de recorrido de la onda.
- El tiempo.
- Tiempo. Distancia = velocidad / tiempo. *[Aunque la fórmula es incorrecta, el alumno ha identificado correctamente que la variable que falta es «el tiempo».]*
- Debe averiguar en qué momento el ultrasonido localiza al bebé.

Otras respuestas son **incorrectas**, por ejemplo:

- La distancia.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

El contexto de esta actividad tiene gran importancia para la vida de los ciudadanos. Esta primera pregunta, sin embargo, difiere de las dos siguientes de la unidad, pues se centra en el contenido científico que subyace a la tecnología, en lugar de, en el efecto o la función de la tecnología aplicada. En esta pregunta los estudiantes deben aplicar sus conocimientos de Física, relacionados con la cinemática, particularmente la ecuación que relaciona la velocidad media, el desplazamiento y el tiempo. De esta manera, pueden deducir que la máquina calcula la distancia entre el feto y la sonda a partir de la medida del tiempo transcurrido.

EL ULTRASONIDO Pregunta 2

La imagen de un feto también puede obtenerse usando rayos X. Sin embargo, se recomienda a las mujeres evitar la aplicación de rayos X al abdomen durante el embarazo.

¿Por qué una mujer debe evitar que le tomen rayos X durante el embarazo?

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que afirman que los rayos X son perjudiciales para el feto.

- Los rayos X dañan el feto.
- Los rayos X pueden provocar una mutación en el feto.
- Los rayos X pueden provocar defectos de nacimiento.
- Porque el bebé podría verse afectado por las radiaciones.

Se valoran como **incorrectas** otras respuestas, como por ejemplo:

- Los rayos X no ofrecen una imagen clara del feto.
- Los rayos X emiten radiación.
- El niño puede contraer el síndrome de Down.
- La radiación es dañina. *[No es suficiente. Ha de mencionarse de forma explícita el daño potencial que puede causar al feto (el bebé).]*
- Puede hacer que a la mujer le resulte más difícil tener otro bebé. *[Se trata de una razón para evitar una sobreexposición a los rayos X en general.]*

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal

COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes deben aplicar sus “conocimientos de la ciencia” relacionados con la Biología, para explicar las consecuencias para el feto de la exposición de una mujer embarazada a los rayos X.

EL ULTRASONIDO Pregunta 3

¿Puede obtenerse respuesta a las siguientes preguntas mediante una exploración con ultrasonido a una mujer embarazada?

Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada pregunta.

¿Puede un examen de ultrasonido responder esta pregunta?	¿Sí o No?
¿Hay más de un bebé?	Sí / No
¿De qué color son los ojos del bebé?	Sí / No
¿Tiene el bebé el tamaño adecuado?	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las tres **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No, Sí.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Para responder esta pregunta los estudiantes tienen que aplicar su conocimiento de la naturaleza del ultrasonido y de lo que este es capaz de detectar; por esto corresponde a la categoría “Sistemas físicos”. No obstante, también podría darse una respuesta partiendo de un conocimiento personal de la tecnología de captación de imágenes por ultrasonido, lo cual simplificaría considerablemente la pregunta. Esta circunstancia contribuyó a que finalmente se decidiera no incluir la unidad en el estudio principal.

EL ULTRASONIDO Pregunta 4

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Comprender por qué el ultrasonido puede penetrar en el cuerpo sin dañarlo	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Aprender más sobre las diferencias entre los rayos X y el ultrasonido	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Conocer otras aplicaciones médicas del ultrasonido	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Esta pregunta tiene como objetivo relevar información acerca del interés de los estudiantes en temas referentes al ultrasonido, los rayos X y sus aplicaciones médicas. Es, por tanto, un ítem cuyo contexto está claramente orientado hacia la salud.

LA EVOLUCIÓN



La mayoría de los caballos de la actualidad tienen una silueta alargada y pueden correr muy rápido.

Los científicos han descubierto esqueletos fósiles de animales parecidos a los caballos. Consideran que son los antepasados de los caballos de hoy en día. Los científicos han podido también determinar la época en la que vivieron esas especies fósiles.

La tabla siguiente proporciona información sobre tres de estos fósiles y sobre el caballo actual.

Nombre	Hyracotherium	Meshippus	Merychippus	Equus (caballo actual)
Periodo de existencia	Entre 55 y 50 millones de años atrás	Entre 39 y 31 millones de años atrás	Entre 19 y 11 millones de años atrás	Hace 2 millones de años al presente
Esqueleto de la pata (misma escala)				

LA EVOLUCIÓN Pregunta 1

¿Qué información de la tabla proporciona una prueba concluyente de que los caballos actuales son el resultado de una evolución a lo largo del tiempo de las tres especies fósiles? Proporciona detalles.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** las que hagan referencia a un cambio gradual a lo largo del tiempo en la estructura esquelética de las patas.

- Los esqueletos de las patas son muy similares, pero han ido cambiando gradualmente.
- Los dácilos/dedos de las patas se fusionaron a lo largo del período que se extiende entre hace 55 millones de años y hace 2 millones de años.
- El número de dedos ha disminuido.

Las respuestas incompletas se consideran **parcialmente correctas**, por ejemplo:

- La pata ha cambiado.
- Los dedos de la pata cambiaron.

Otras respuestas son **incorrectas**:

- Las patas traseras.
- Se llaman Hippius.
- Conforme pasa el tiempo, el caballo ha perdido millones de años.
- Las mutaciones genéticas han causado transformaciones. *[Es correcta, pero no responde a la pregunta]*.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Global

COMENTARIOS

Para contestar esta pregunta los alumnos deben interpretar, analizar y comparar la información presente en el estímulo, (en el texto y en la tabla) para elaborar una explicación basada en estas evidencias. Debido a esto la pregunta corresponde a un “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría “explicaciones científicas”.

Aunque el grado de relevancia cotidiana del conocimiento que se evalúa en esta unidad tal vez no sea muy alto, el ejercicio trata uno de los grandes temas de la ciencia.

LA EVOLUCIÓN Pregunta 2

¿Qué otras investigaciones pueden realizar los científicos para descubrir cómo evolucionaron los caballos en el transcurso del tiempo?

Encierra en un círculo "Sí" o "No" por cada una de estas afirmaciones.

¿Ayudaría esta investigación a determinar cómo han evolucionado los caballos con el tiempo?	¿Sí o No?
Comparar el número de caballos que han vivido en distintos periodos	Sí / No
Buscar los esqueletos que pertenecieron a los antepasados del caballo que vivieron entre 50 y 40 millones de años atrás.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las dos **respuestas correctas** en el siguiente orden: No, Sí.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Global

COMENTARIOS

En este ítem se pregunta qué otras pruebas habría que buscar para tratar de dar respuesta a un interrogante científico. Para tal fin, es necesario poseer ciertos conocimientos sobre la evolución y la selección natural, es decir, conocimientos de la ciencia. No obstante, el principal requisito en materia de conocimiento consiste en determinar en qué medida son válidos los experimentos que se proponen. Es por esto que a este ítem se lo clasifica como “conocimiento acerca de la ciencia”, categoría “Investigación científica”.

LA EVOLUCIÓN Pregunta 3

¿Cuál de las siguientes afirmaciones se ajusta mejor a la teoría científica de la evolución?

- A No se puede creer esta teoría porque no es posible ver a las especies cuando cambian.
- B La teoría de la evolución es posible para los animales, pero no puede aplicarse a los seres humanos.
- C La evolución es una teoría científica que generalmente se basa en gran cantidad de observaciones.
- D La evolución es una teoría cuya validez ha sido demostrada mediante experimentos científicos.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción C. La evolución es una teoría científica que generalmente se basa en gran cantidad de observaciones.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Global

LA EVOLUCIÓN Pregunta 4

¿Cuánto te interesa en la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

		<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a)	Saber cómo pueden identificarse los fósiles.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b)	Aprender más sobre el desarrollo de la teoría de la evolución.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c)	Entender mejor la evolución del caballo actual.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Este ejercicio se diseñó con objeto de evaluar el interés de los alumnos por la evolución de los seres vivos.

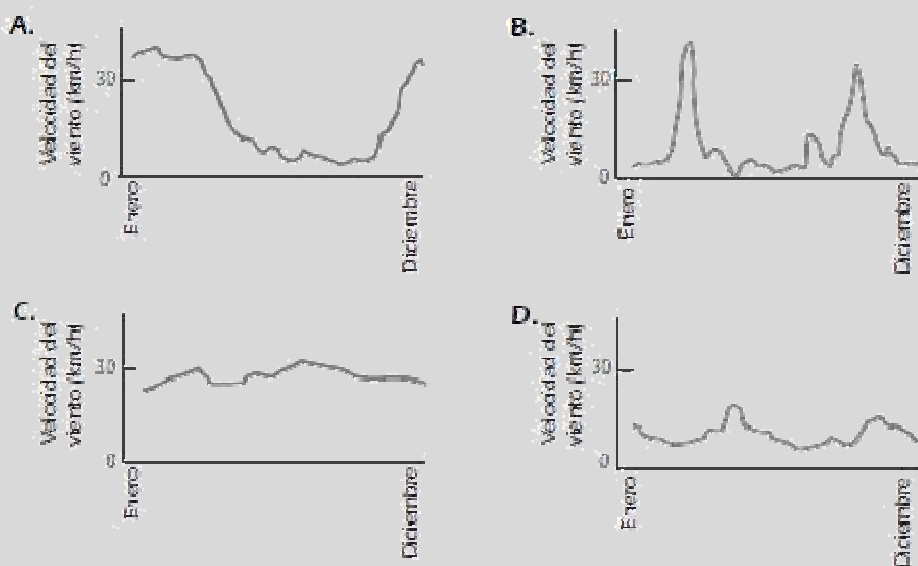
GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA

La generación de energía eólica se considera en general como una fuente de energía que puede sustituir a los generadores de electricidad alimentados por petróleo y carbón. Las estructuras en la imagen son molinos de viento cuyas aspas giran debido al viento. La rotación de las aspas de los molinos de viento acciona los generadores que producen energía eléctrica



GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Pregunta 1

Las gráficas siguientes muestran la velocidad promedio del viento en cuatro lugares diferentes a lo largo de un año. ¿Cuál de las gráficas indica el lugar más apropiado para poner un generador de energía eólica?



VALORACIÓN DE RESPUESTAS

Se considera **respuesta correcta** la opción C. Las otras opciones son **respuestas incorrectas**.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Sistemas tecnológicos (conocimiento de la ciencia)/Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Recursos naturales
Contexto	Social

COMENTARIOS

El contexto de esta actividad está relacionado con la posibilidad de generar energía eléctrica disminuyendo al máximo la contaminación ambiental y, por tanto, utilizar formas alternativas al uso de los combustibles fósiles. Esto constituye una preocupación de la sociedad en su conjunto y por eso esta unidad corresponde a un contexto social. Los representantes de los distintos países concedieron una prioridad especial a la inclusión de esta unidad en el estudio principal.

Para resolver este ítem, los estudiantes deben tener en cuenta que cuanto más alta sea la velocidad del viento, mayor será la electricidad generada. Por otra parte, también tienen que considerar que cuando se elige el lugar en el que se ubicará un parque eólico un aspecto importante a tener en cuenta es la regularidad de la velocidad del viento en esa ubicación. Todo ello indica que la pregunta ha de clasificarse dentro del «conocimiento de la ciencia», en la categoría «Sistemas tecnológicos». Sin embargo, también hay que interpretar los datos de los gráficos a la luz de esos conocimientos, lo cual puede corresponder a «conocimientos acerca de la ciencia», categoría «explicaciones científicas».

GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Pregunta 2

Cuanto más viento hay, más rápido rotan las aspas del molino de viento y así se genera más energía eléctrica. Sin embargo, en un entorno real la relación entre la velocidad del viento y la energía eléctrica generada no es directa. A continuación se plantean cuatro condiciones de funcionamiento de la generación de energía eólica en un entorno real.

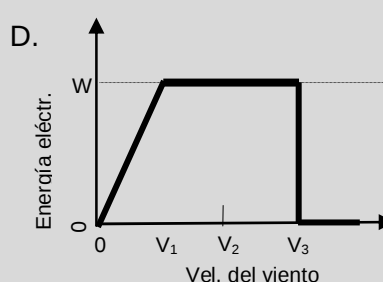
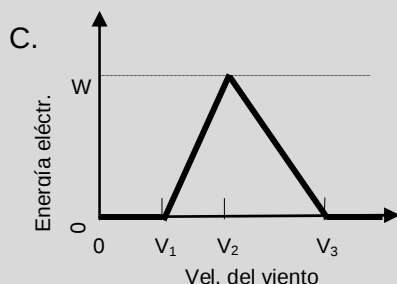
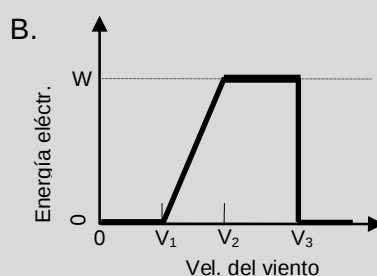
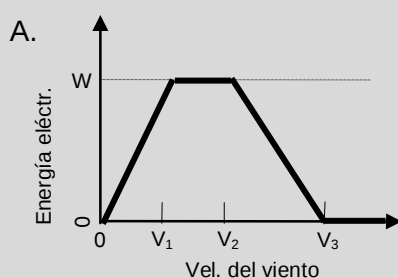
Las aspas empezarán a rotar cuando la velocidad del viento sea V_1 .

Por razones de seguridad, la rotación de las aspas no aumentará cuando la velocidad del viento sea mayor que V_2 .

La energía eléctrica alcanzará un máximo (W) cuando la velocidad del viento es V_2 .

Las aspas dejarán de rotar cuando la velocidad del viento alcance V_3 .

¿Cuál de las siguientes gráficas representa mejor la relación entre la velocidad del viento y la energía eléctrica generada en estas condiciones?



VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se considera **respuesta correcta** la opción B.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Recursos naturales
Contexto	Social

COMENTARIOS

Para responder esta pregunta los estudiantes tienen que interpretar los gráficos y confrontar una serie de condiciones que presenta el texto, con las características de cada una de ellas, para decidir cuál es el que se ajusta a los requerimientos que se plantean.

Finalmente, la pregunta no fue incluida en el estudio principal por considerar que evaluaba principalmente la competencia matemática y por entender que la frase inicial suministraba una información que podía ayudar a responder la pregunta anterior.

GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Pregunta 3

A la misma velocidad del viento, a mayor altitud, más lenta es la rotación de las aspas. ¿Cuál de las siguientes es la mejor razón para explicar por qué las aspas de los molinos de viento rotan más lentamente en lugares más altos con la misma velocidad del viento?

- A El aire es menos denso a medida que la altitud aumenta.
- B La temperatura es más baja a medida que la altitud aumenta.
- C La gravedad se hace menor a medida que la altitud aumenta.
- D Llueve más seguido a medida que la altitud aumenta.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A: El aire es menos denso a medida que la altitud aumenta. Las otras opciones son **respuestas incorrectas**.

CARACTERÍSTICAS DEL EJERCICIO

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas de la Tierra y el Espacio (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Recursos naturales
Contexto	Social

COMENTARIOS

En este ítem los estudiantes deben aplicar conocimientos sobre la variación de la densidad del aire con la altitud y relacionar la disminución de la densidad con la disminución de la velocidad de rotación de las aspas de los molinos.

GENERACIÓN DE ENERGÍA EÓLICA Pregunta 4

Describe una ventaja y una desventaja de la generación de energía eólica cuando se la compara con la generación de energía mediante combustibles fósiles como el carbón y el petróleo.

Una ventaja

.....

Una desventaja.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** cuando los estudiantes describen una ventaja y una desventaja.

Por ejemplo:

[Ventaja]

- No emite dióxido de carbono (CO₂).
- No consume combustibles fósiles.
- El viento es un recurso inagotable.
- Después de que se instala el generador eólico, el costo de la generación de electricidad es bajo.
- No produce desechos ni sustancias tóxicas.
- El uso de fuerzas naturales o energía limpia.

[Desventaja]

- No es posible tener generación según la demanda. (Porque no se puede controlar la velocidad del viento).
- Los lugares apropiados para poner los molinos de viento son limitados.
- El molino de viento podría dañarse por un viento muy fuerte.
- La cantidad de energía generada por cada molino de viento es relativamente pequeña.
- Hay contaminación de ruido en algunos casos.
- En algunos casos puede haber interferencia con ondas electromagnéticas (ej. ondas de la TV)
- A veces los pájaros mueren cuando se estrellan contra los rotores.
- Se altera el paisaje natural.
- Su instalación y mantenimiento son caros.

El costo de las explotaciones eólicas se puede considerar tanto una ventaja como una desventaja, según el aspecto que se tome en consideración (por ejemplo, costos de instalación o costos de funcionamiento). De ahí que mencionar solamente los costos, sin dar otras explicaciones, no baste para obtener puntuación ni como ventaja ni como desventaja.

Las **respuestas parcialmente correctas** son aquellas que describen una ventaja correcta o una desventaja correcta (como se mostró en los ejemplos de respuestas correctas), **pero no ambas**.

Se consideran **respuestas incorrectas** cuando no se describe una ventaja correcta o una desventaja correcta (como se ejemplificó antes)

Por ejemplo:

- Buena para el ambiente o la naturaleza. [*Esta respuesta es una afirmación de valor general*].
- Mala para el ambiente o la naturaleza.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas tecnológicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Recursos naturales
Contexto	Social

COMENTARIOS

En la evaluación se han planteado varias preguntas en las que los estudiantes deben contestar a la vez sobre una ventaja y una desventaja de una situación que se presenta. Esta capacidad es relevante ya que, como ciudadano, constantemente tendrá que evaluar ventajas y desventajas de algún hecho basado en evidencias científicas, no sólo en opiniones y, a partir de ellas, tomar decisiones fundadas.

BRILLO LABIAL

La tabla siguiente contiene dos recetas de cosméticos que se pueden hacer en casa. El lápiz labial es más duro que el brillo labial, que es suave y cremoso.

Brillo labial

Ingredientes:

5 g aceite de ricino
0.2 g cera de abeja
0.2 g cera de palma
1 cucharadita de colorante
1 gota de saborizante

Instrucciones:

Calienta el aceite y las ceras a baño maría hasta que obtengas una mezcla homogénea. Agrega después el colorante y el saborizante y mézclalos.

Lápiz labial

Ingredientes:

5 g aceite de ricino
1 g cera de abeja
1 g cera de palma
1 cucharadita de colorante
1 gota de saborizante

Instrucciones:

Calienta el aceite y las ceras a baño maría hasta que obtengas una mezcla homogénea. Agrega después el colorante y el saborizante y mézclalos.

BRILLO LABIAL Pregunta 1

En la elaboración del brillo labial y del lápiz labial se mezclan el aceite y las ceras. El colorante y el saborizante se agregan después.

El lápiz labial que se hace con esta receta es duro y no es fácil de usar. ¿Cómo cambiarías la proporción de los ingredientes para hacer un lápiz labial más suave?

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se valoran como **correctas** las respuestas que indiquen que se agregaría menos cera **y/o** que se agregaría más aceite.

Ejemplos:

- Podrías usar un poquito menos de cera de abeja y de cera de palma.
- Agregar más aceite de ricino.
- Poner 7 g de aceite.

Se consideran **incorrectas** otras respuestas, como por ejemplo:

- Si se calienta la mezcla durante más tiempo se ablandará.
- No calentando tanto las ceras. *[La pregunta interroga sobre los cambios en la proporción de los ingredientes.]*

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

La cosmética puede ser un contexto relevante en la vida cotidiana de los alumnos de este grupo de edad, aunque, como era de suponer, la unidad generó más interés entre las mujeres que entre los varones.

Para responder correctamente esta pregunta los estudiantes deben comparar las cantidades de los ingredientes en las dos recetas que se presentan en la tabla y deducir que la diferencia en los ingredientes es la que determina su dureza o suavidad. Por esta razón corresponde a “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría “explicaciones científicas”. No obstante, también contribuye a su solución poseer algunos conocimientos sobre las propiedades de los ingredientes principales (el aceite y la cera), por lo que también cabría la posibilidad de clasificarlo como «conocimiento de la ciencia», categoría «Sistemas físicos». La capacidad que ponen en juego cuando responden esta pregunta es “explicar fenómenos científicamente”.

BRILLO LABIAL Pregunta 2

Los aceites y las ceras son sustancias que se mezclan bien. El agua no puede mezclarse con los aceites y las ceras no son solubles en agua.

Si se añade mucha agua a la mezcla de lápiz labial cuando se está calentando, ¿cuál de los siguientes hechos es más probable que ocurra?

- A Se produce una mezcla más cremosa y más suave.
- B La mezcla adquirirá mayor consistencia
- C La mezcla casi no se modifica.
- D Grumos grasos de la mezcla flotarán en el agua.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. Grumos grasos de la mezcla flotarán en el agua.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

En esta pregunta los alumnos deben deducir, a partir de la información que suministra el estímulo, cuál de las predicciones que se ofrecen es la más acertada. El ejercicio se relaciona con el “conocimiento acerca de la ciencia” y la categoría “explicaciones científicas”.

BRILLO LABIAL Pregunta 3

Añadiendo unas sustancias denominadas emulsionantes se consigue que los aceites y las ceras se mezclen bien con el agua.

¿Por qué se puede quitar el lápiz labial con agua y jabón?

- A El agua contiene un emulsionante que permite que el jabón y el lápiz labial se mezclen.
- B El jabón actúa como emulsionante y permite que el agua y el lápiz labial se mezclen.
- C Los emulsionantes en el lápiz labial permiten que el jabón y el agua se mezclen.
- D El jabón y el lápiz labial se combinan para formar un emulsionante que se mezcla con el agua.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B. El jabón actúa como emulsionante y permite que el agua y el lápiz labial se mezclen.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Al igual que en la pregunta anterior, los estudiantes tienen que utilizar la información que presenta el texto para decidir cuál es la conclusión adecuada.

MEZCLA PARA HACER PAN

Para preparar pan, el cocinero mezcla harina, agua, sal y levadura. Después coloca la mezcla en un recipiente durante varias horas para permitir que el proceso de fermentación tenga lugar. Durante la fermentación, ocurre un cambio químico en la mezcla: la levadura (un hongo unicelular) transforma el almidón y los azúcares de la harina en dióxido de carbono y alcohol.



MEZCLA PARA HACER PAN Pregunta 1

La fermentación hace que la mezcla para hacer pan crezca. ¿Por qué levanta?

- A La mezcla para hacer pan crece porque se produce alcohol y se convierte en gas.
- B La mezcla para hacer pan crece debido a los hongos unicelulares que se reproducen en ella.
- C La mezcla para hacer pan crece porque se produce un gas, el dióxido de carbono.
- D La mezcla para hacer pan crece porque la fermentación hace que el agua se vuelva vapor.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción C. La mezcla para hacer pan crece porque se produce un gas, el dióxido de carbono.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

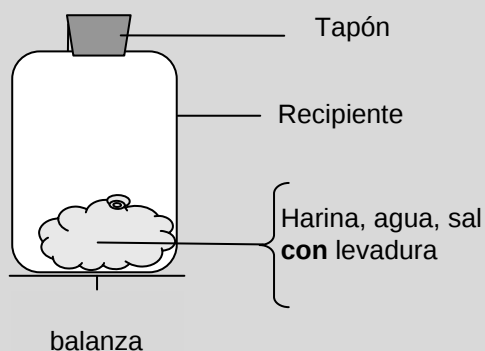
Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

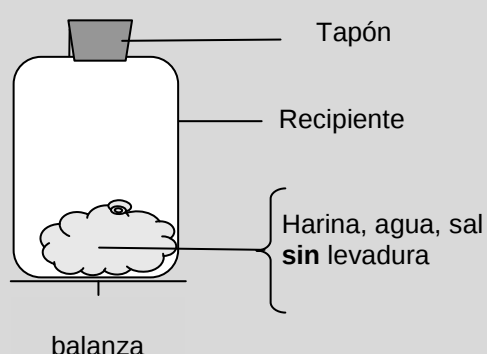
Para contestar esta pregunta los estudiantes deben aplicar sus conocimientos relacionados con Química y Biología acerca de la fermentación. Tienen que relacionar el aumento de volumen de la mezcla para hacer el pan con la presencia de un gas que se forma a partir de una reacción química (fermentación). En el estímulo se señala que a partir de la transformación de los azúcares y almidón presentes en la harina, se producen dos sustancias: alcohol y dióxido de carbono. Los estudiantes tienen que saber que el dióxido de carbono es un gas y, por lo tanto, al ser liberado aumentará el volumen de la masa.

MEZCLA PARA HACER PAN Pregunta 2

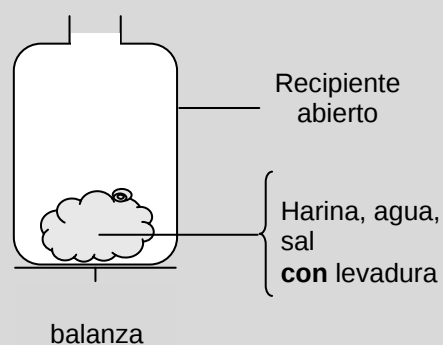
Pocas horas después de hacer la mezcla para pan, el cocinero mide su masa y observa que ha disminuido. La masa de la mezcla para hacer el pan es la misma al principio de cada uno de los cuatro experimentos mostrados a continuación.



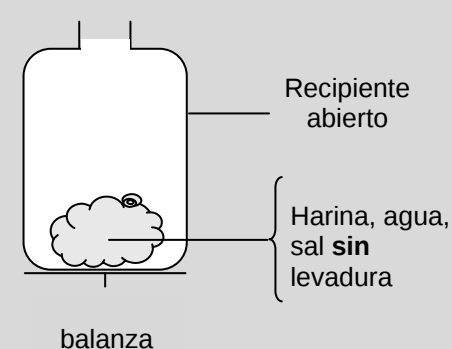
Experimento 1



Experimento 2



Experimento 3



Experimento 4

¿Cuáles son los **dos** experimentos que debe comparar el cocinero para saber si la **levadura** es la causa de la pérdida de masa?

- A El cocinero debe comparar los experimentos 1 y 2.
- B El cocinero debe comparar los experimentos 1 y 3.
- C El cocinero debe comparar los experimentos 2 y 4.
- D El cocinero debe comparar los experimentos 3 y 4.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. El cocinero debe comparar los experimentos 3 y 4.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Para seleccionar la respuesta correcta, los alumnos tienen que identificar la variable que debe ser modificada (presencia/ausencia de la levadura) y la variable que ha de ser controlada (los otros ingredientes). También tienen que conocer la metodología experimental para poder comprender que el experimento 4 corresponde al grupo de control que permitirá comparar lo que sucede con y sin levadura. Asimismo, tienen que tener en cuenta que la presencia del tapón impedirá que el gas se escape, lo que contradice la situación que se desea simular. En consecuencia, la pregunta corresponde al “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría “investigación científica” y a la capacidad “Identificar cuestiones científicas”.

MEZCLA PARA HACER PAN Pregunta 3

En la mezcla para hacer pan la levadura transforma el almidón y los azúcares de la harina por medio de una reacción química, durante la cual se forman dióxido de carbono y alcohol.

¿De dónde provienen los **átomos de carbono** presentes en el dióxido de carbono y el alcohol? Encierra en un círculo “Sí” o “No” para cada una de las siguientes explicaciones posibles.

¿Es ésta una explicación correcta acerca de dónde provienen los átomos de carbono?	¿Sí o No?
Algunos átomos de carbono provienen de los azúcares.	Sí / No
Algunos átomos de carbono forman parte de las moléculas de sal.	Sí / No
Algunos átomos de carbono provienen del agua.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las tres **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Esta pregunta implica que los alumnos se basen en sus conocimientos sobre la composición a nivel atómico de los azúcares, la sal y el agua y, además, y sobre la forma en que los átomos se reorganizan en una reacción química. Por esta razón, corresponde a un “conocimiento de la ciencia”, a la categoría “Sistemas físicos”.

MEZCLA PARA HACER PAN Pregunta 4

Cuando la mezcla para hacer pan leuda se coloca en el horno para cocinarla, se comienzan a expandir bolsas de gas y vapores presentes en el interior de la mezcla.

¿Por qué se expanden el gas y los vapores cuando son calentados?

- A Sus moléculas se hacen más grandes.
- B Sus moléculas se mueven más rápido.
- C Sus moléculas aumentan en cantidad.
- D Sus moléculas chocan con menos frecuencia.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B. Sus moléculas se mueven más rápido.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes deben aplicar sus conocimientos acerca del modelo de partículas de la materia y de las consecuencias del aumento de la temperatura en el movimiento de las moléculas. Los distractores A y C representan dos ideas previas bastante extendidas.

FUMAR TABACO

El tabaco se fuma en cigarros, puros y pipas. Las investigaciones muestran que las enfermedades relacionadas con el tabaco matan a 13 500 personas en todo el mundo todos los días. Se predice que en 2020 las enfermedades relacionadas con el tabaco causarán a nivel global, el 12% de todas las muertes.

El humo del tabaco contiene muchas sustancias perjudiciales. Las más perjudiciales son el alquitrán, la nicotina y el monóxido de carbono.

FUMAR TABACO Pregunta 1

El humo del tabaco se inhala a los pulmones. El alquitrán del humo se deposita en los pulmones y esto evita que funcionen apropiadamente.

¿Cuál de las siguientes es una función de los pulmones?

- A Bombear la sangre oxigenada a todas las partes del cuerpo
- B Transportar oxígeno del aire que respiras a la sangre
- C Purificar la sangre reduciendo el contenido de dióxido de carbono a cero
- D Convertir las moléculas de dióxido de carbono en moléculas de oxígeno

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** la opción B. Transportar oxígeno del aire que respiras a la sangre.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal

COMENTARIOS

El contenido que aborda este ítem es el funcionamiento de los pulmones y no el consumo de tabaco que, en este caso, solo corresponde al contexto de la actividad. Se clasifica como perteneciente al “conocimiento de la ciencia”, en la categoría “Sistemas vivos”, ya que corresponde a un contenido de Biología.

FUMAR TABACO Pregunta 2

El tabaquismo aumenta el riesgo de cáncer del pulmón y algunas otras enfermedades.

¿Aumenta el riesgo de contraer las siguientes enfermedades el hecho de fumar tabaco? Encierra en un círculo "Sí" o "No" en cada caso.

¿Aumenta el riesgo de contraer esta enfermedad el hecho de fumar?	¿Sí o No?
Bronquitis	Sí / No
VIH/SIDA	Sí / No
Varicela	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las cuatro **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Para responder correctamente esta pregunta relacionada con las consecuencias para la salud que provoca el consumo habitual de tabaco, los estudiantes deben diferenciar las enfermedades cuya probabilidad aumenta con el consumo de tabaco y las que no. Este tema es relevante ya que es importante que los estudiantes sepan que el VIH/SIDA y la varicela son enfermedades provocadas por virus, mientras que la bronquitis es una dolencia pulmonar y, por tanto, el tabaquismo es un factor de riesgo que aumenta las probabilidades de padecerla.

FUMAR TABACO Pregunta 3

Algunas personas usan parches de nicotina para ayudarlas a dejar de fumar. Los parches se adhieren a la piel y liberan nicotina en la sangre. Esto ayuda a aliviar la ansiedad y los síntomas de abstinencia cuando la gente ha dejado de fumar.

Para estudiar la eficacia de los parches de nicotina, se elige al azar a un grupo de 100 fumadores dispuestos a dejar de fumar. El grupo estará bajo estudio durante seis meses. La eficacia de los parches de nicotina se calculará determinando al final del estudio cuántas personas del grupo no volvieron a fumar.

¿Cuál de los siguientes es el **mejor** diseño para el experimento?

- A Que todas las personas en el grupo usen los parches.
- B Que todos usen los parches, menos una persona que intentará dejar de fumar sin ellos.
- C La gente elige si usa o no usa los parches para dejar de fumar.
- D Se elige al azar la mitad que usará los parches y la otra mitad que no lo hará.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. Se elige al azar la mitad que usará los parches y la otra mitad que no lo hará.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Personal/Social

COMENTARIOS

Esta pregunta requiere que los estudiantes comprendan correctamente el empleo de grupos de control comparativos a la hora de diseñar un experimento. No se llegó a un acuerdo con respecto a si este ítem trata del cuidado de la salud individual (en cuyo caso la clasificación del contexto sería «personal» o de la salud comunitaria en contexto «social»).

FUMAR TABACO Pregunta 4

Se usan diversos métodos para influir en la gente para que deje de fumar.

¿Se basa en la tecnología alguna de las siguientes formas de abordar este problema? Encierra en un círculo “Sí” o “No” en cada caso.

¿Está este método para reducir el tabaquismo basado en la tecnología?	¿Sí o No?
Aumentar el costo de los cigarros.	Sí / No
Producir parches de nicotina que ayuden a la gente a dejar el cigarro.	Sí / No
Prohibir fumar en lugares públicos.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las tres **respuestas correctas** en el siguiente orden: No, Sí, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Sistemas tecnológicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Salud
Contexto	Social

COMENTARIOS

Responder correctamente este ítem implica que los estudiantes comprendan qué es lo que entraña la tecnología relacionada a las Ciencias Naturales. Las opciones recogen tres estrategias distintas para alejar a la gente del consumo de tabaco: una económica, otra químico/tecnológica y una tercera de carácter legislativo. En el marco de la evaluación, el conocimiento del papel de la tecnología de base científica se clasifica bajo el epígrafe “conocimiento de la ciencia”, dentro de la categoría “Sistemas tecnológicos”.

FUMAR TABACO Pregunta 5

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	Mucho	Más o menos	Poco	Nada
a) Saber cómo reduce el alquitrán del tabaco la eficiencia pulmonar.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Entender por qué la nicotina es adictiva.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Aprender cómo se recupera el cuerpo después de dejar de fumar.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Esta pregunta acerca de las actitudes hacia las ciencias indaga acerca del interés de los estudiantes en conocer sobre el tabaquismo y sus consecuencias sobre la salud.

VIRUELA DEL RATÓN

Hay muchos tipos de virus de viruela que causan esta enfermedad en los animales. Por lo general, cada tipo de virus infecta a sólo una especie animal. Una revista ha informado que un científico utilizó la ingeniería genética para modificar el ADN de la viruela del ratón. El virus alterado mata a todos los ratones que infecta.

El científico dice que la investigación sobre la modificación de los virus es necesaria para controlar las plagas que dañan los alimentos humanos. Los críticos de la investigación dicen que los virus podrían escaparse de los laboratorios e infectar a otros animales. También están preocupados porque un virus de viruela de una especie pueda infectar a otras especies, especialmente a los humanos. Los humanos son infectados por el virus de viruela humana.

La viruela humana mata a la mayoría de la gente a la que infecta. Aunque se cree que esta enfermedad ha sido eliminada de la población, se conservan muestras del virus de la viruela humana en laboratorios de todo el mundo.

VIRUELA DEL RATÓN Pregunta 1

Los críticos han expresado preocupación por que la viruela de ratón pudiera infectar a otras especies. ¿Cuál de las siguientes razones es la **mejor** explicación para esta preocupación?

- A Los genes del virus de la viruela humana y los genes del virus modificado de la viruela del ratón son idénticos.
- B Una mutación en el ADN de la viruela del ratón puede dar lugar a que el virus infecte a otros animales.
- C Una mutación podría volver al ADN de la viruela del ratón idéntico al ADN de la viruela humana.
- D La cantidad de genes en la viruela del ratón es igual que en otros virus de viruela.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La respuesta correcta es la opción B. Una mutación en el ADN de la viruela del ratón puede dar lugar a que el virus infecte a otros animales.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Global

COMENTARIOS

Las mutaciones genéticas, los efectos de la introducción de nuevas especies en ecosistemas consolidados y los peligros de que una enfermedad se transmita entre especies es un contexto relevante, ya que son temas de gran actualidad e importancia. La pregunta implica que los estudiantes utilicen sus conocimientos acerca del ADN y de las mutaciones para poder contestar correctamente, por esto se clasifica como un “conocimiento de la ciencia” en la categoría “Sistemas vivos”. El área de aplicación corresponde a “Fronteras de la ciencia y la tecnología” porque está referido a un tema como la ingeniería genética en el que ciencia y tecnología se interrelacionan íntimamente.

VIRUELA DEL RATÓN Pregunta 2

Un crítico de la investigación estaba preocupado por que el virus modificado de la viruela del ratón pudiera escaparse de un laboratorio. Este virus podría provocar la extinción de algunas especies de ratones.

Si algunas especies de ratones llegaran a desaparecer, ¿podría este hecho tener las siguientes consecuencias? Encierra en un círculo “Sí” o “No” en cada caso.

Si algunas especies de ratones llegaran a desaparecer, ¿podría este hecho tener las siguientes consecuencias?	¿Sí o No?
Algunas cadenas alimenticias podrían verse	Sí / No
Los gatos domésticos podrían morir por falta de comida.	Sí / No
Las plantas cuyas semillas son alimento de ratones, podrían temporalmente aumentar en cantidad.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las tres **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No, Sí.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Global

COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes tienen que abordar conocimientos sobre las redes tróficas para predecir qué sucederá si alguna especie de ratones llega a desaparecer en un ecosistema. Para esto, es necesario que comprendan las relaciones alimentarias que se establecen entre las especies y que la falta de una, necesariamente influirá en las demás, directa o indirectamente. De ahí que la capacidad a la que corresponde este ítem sea “explicar fenómenos científicamente” y la categoría de conocimientos sea “Sistemas vivos”.

VIRUELA DEL RATÓN Pregunta 3

Una empresa intenta desarrollar un virus para esterilizar a los ratones. Ese virus podría controlar la cantidad de ratones.

Suponiendo que la compañía tenga éxito. ¿Deberían las investigaciones responder las siguientes preguntas antes de liberar el virus? Encierra en un círculo “Sí” o “No” en cada caso.

¿Debería responderse a esta pregunta antes de liberar el virus?	¿Sí o No?
¿Cuál es el mejor método para diseminar el virus?	Sí / No
¿Cuánto tardarán los ratones en desarrollar inmunidad al virus?	Sí / No
¿Podría el virus afectar a otras especies animales?	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las tres **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, Sí, Sí.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente / Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia) / Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Social

COMENTARIOS

En este caso los estudiantes tienen que poner en juego conocimientos de la ciencia y acerca de la ciencia. Para decidir si deben responderse las preguntas antes de poner en circulación el virus, se necesitan conocimientos de los sistemas vivos y, para decidir si la investigación científica puede dar respuesta a las preguntas, se requiere conocimientos acerca de la metodología de la ciencia. En esta pregunta se evalúan en proporciones bastante considerables tanto el «conocimiento acerca de la ciencia» como el «conocimiento de la ciencia».

VIRUELA DEL RATÓN Pregunta 4

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

		<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a)	Aprender sobre la estructura de los virus.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b)	Saber cómo mutan los virus.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c)	Entender mejor cómo el cuerpo se defiende contra los virus.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Este ítem explora el interés de los alumnos por algunos aspectos del contexto referido al comportamiento de los virus y a la forma en que actúan las defensas del organismo contra los virus.

¿RIESGO PARA LA SALUD?

Imagina que vives cerca de una fábrica de productos químicos que elabora fertilizantes para usarlos en la agricultura. En años recientes ha habido varios casos de gente de ese lugar que sufre de problemas respiratorios crónicos. Mucha gente del lugar cree que estos síntomas son causados por la emisión de gases tóxicos de la fábrica de productos químicos cercana, productora de fertilizantes.

Se realizó una reunión pública para analizar los posibles peligros que podría tener la fábrica de productos químicos para la salud de los residentes del lugar. Durante la reunión, los científicos hicieron las siguientes declaraciones.

Declaración de los científicos que trabajan para la compañía de productos químicos

“Hemos hecho un estudio de la toxicidad del suelo en esta zona. No hemos encontrado evidencias de productos químicos tóxicos en las muestras que tomamos.”

Declaración de los científicos que trabajan para los ciudadanos preocupados de la comunidad

“Hemos revisado el número de casos de problemas respiratorios crónicos en el lugar y comparado este hallazgo con el número de casos en lugares distantes a la fábrica de productos químicos. Hay más incidentes en el lugar cercano a la fábrica de productos químicos.”

¿RIESGO PARA LA SALUD? Pregunta 1

El dueño de la fábrica de productos químicos usó la declaración de los científicos que trabajaban para la compañía para sostener que “la emisión de gases de la fábrica no es un riesgo para la salud de los residentes del lugar”.

Brinda una razón para **dudar** que la declaración de los científicos que trabajan para la compañía respalde el argumento del dueño.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas en las que se da una razón apropiada para dudar que la declaración respalde el argumento del dueño.

- Puede ser que no se haya reconocido como tóxica la sustancia que causa los problemas respiratorios.
- Es posible que los problemas respiratorios sean resultado que los productos químicos estén en el aire, no en el suelo.
- Las sustancias tóxicas pueden cambiar /descomponerse con el tiempo y presentarse como sustancias no tóxicas en el suelo.
- No sabemos si las muestras son representativas del lugar.

Otras respuestas son valoradas como **incorrectas**.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Utilizar evidencias científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Riesgos
Contexto	Social

COMENTARIOS

El contexto de esta actividad es relevante para la vida cotidiana porque guarda relación con la capacidad que tienen las personas de emitir juicios fundados sobre un problema comunitario recurriendo a evidencias científicas.

En esta pregunta los estudiantes deben evaluar la relevancia de un asunto, la idoneidad y la credibilidad de la información suministrada para argumentar en contra de una conclusión presentada. Por lo tanto, corresponde a “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría “investigación científica”.

¿RIESGO PARA LA SALUD? Pregunta 2

Los científicos que trabajaban para los ciudadanos preocupados compararon el número de personas con problemas respiratorios crónicos que vive cerca de la fábrica de productos químicos, con el número de personas con este problema que vive a gran distancia de la fábrica.

Describe una posible diferencia en ambos lugares que pudiera hacerte pensar que la comparación no es válida.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** deben centrarse en posibles diferencias entre los lugares investigados.

- La cantidad de personas en los dos lugares puede ser diferente.
- Uno de los lugares podría tener mejores servicios médicos que el otro.
- Las condiciones meteorológicas pueden no ser las mismas.
- Podría haber distintas proporciones de gente mayor en cada lugar.
- Puede haber otros contaminantes del aire en el otro lugar.

Otras respuestas son valoradas como **incorrectas**.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta
Capacidad	Identificar cuestiones científicas
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)
Área de aplicación	Riesgos
Contexto	Social

COMENTARIOS

Para contestar esta pregunta, los estudiantes deben identificar las variables que no han sido controladas y que podrían incidir en el resultado de las mediciones. Debido a que se refiere al diseño experimental, corresponde al “conocimiento acerca de la ciencia”, en la categoría “investigación científica”.

¿RIESGO PARA LA SALUD? Pregunta 3

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Saber más sobre de la composición química de los fertilizantes agrícolas.	☐ _1	☐ _2	☐ _3	☐ _4
b) Entender qué les sucede a los gases tóxicos que se emiten a la atmósfera.	☐ _1	☐ _2	☐ _3	☐ _4
c) Aprender sobre las enfermedades respiratorias que pueden causar las emisiones químicas.	☐ _1	☐ _2	☐ _3	☐ _4

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

En esta pregunta se indaga acerca del interés de los estudiantes por conocer acerca de la contaminación y su relación con algunas consecuencias negativas para la salud de los seres humanos.

ACCIÓN DEL CALOR

ACCIÓN DEL CALOR Pregunta 1

Pedro está haciendo reparaciones en una casa vieja. Ha dejado una botella de agua, unos clavos de metal y un pedazo de madera dentro de la cajuela de su coche. Después que su coche ha pasado tres horas al sol, la temperatura dentro del coche alcanza aproximadamente los 40°C.

¿Qué les sucede a los objetos que están dentro del coche? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada afirmación.

¿Le(s) sucede esto al/los objeto(s)?	¿Sí o No?
Todos tienen la misma temperatura.	Sí / No
Después de un rato, el agua comienza a hervir.	Sí / No
Después de un rato, los clavos de metal empiezan a ponerse rojos.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las cuatro **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Esta actividad es diferente a las demás, ya que no presenta un estímulo común a las preguntas, sino que estas se refieren a un mismo tema y no a un mismo texto introductorio. Su objetivo es, mediante una serie de preguntas, recabar datos acerca de ciertas ideas previas o preconcepciones comunes referidas al calor y la temperatura. La afirmación referida a que todos los objetos estarían a la misma temperatura implica el conocimiento del concepto de equilibrio térmico.

ACCIÓN DEL CALOR Pregunta 2

Durante el día, Pedro toma una taza de café caliente, a una temperatura de unos 90°C, y una taza de agua mineral fría, a una temperatura de unos 5°C. Las tazas son del mismo material y tamaño, y el volumen de cada bebida es el mismo. Pedro deja las tazas en un cuarto donde la temperatura es de unos 20°C.

¿Qué temperatura tendrían el **café** y el **agua mineral** después de 10 minutos?

- A 70°C y 10°C
- B 90°C y 5°C
- C 70°C y 25°C
- D 20°C y 20°C

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A. 70°C y 10°C

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

Para responder esta pregunta los estudiantes tienen que aplicar conocimientos disciplinares correspondientes a la categoría “Sistemas físicos”, relacionados con el concepto de equilibrio térmico. Deben comprender que la transferencia de energía se realizará entre los objetos y el ambiente hasta lograr igualar las temperaturas. Asimismo, tienen que saber que esta transferencia se realiza desde el objeto que se encuentra a mayor temperatura hasta el que está a menor temperatura, y que para lograr el equilibrio debe transcurrir un cierto tiempo.

ACCIÓN DEL CALOR Pregunta 3

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Entender cómo influye la forma de la taza en la velocidad a la que el café se enfría.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Aprender acerca de las diferentes ubicaciones de los átomos en la madera, el agua y el acero.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Conocer por qué los diferentes sólidos conducen el calor en forma diferente.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Esta pregunta recaba las opiniones de los estudiantes acerca de su interés por conocer sobre los factores que influyen en la transferencia del calor.

LA LUZ DE LAS ESTRELLAS

A Tomás le gusta mirar las estrellas. Sin embargo, no puede observar muy bien las estrellas por la noche porque vive en una ciudad grande
El año pasado Tomás fue al campo y escaló una montaña donde observó una gran cantidad de estrellas que no podía ver estando en la ciudad



LA LUZ DE LAS ESTRELLAS Pregunta 1

¿Por qué es posible observar muchas más estrellas en el campo, en comparación con las ciudades, donde vive la mayoría de la gente?

- A La luna es más brillante en las ciudades y opaca la luz de muchas estrellas.
- B En el aire del campo hay más polvo que refleja la luz que en el aire de la ciudad.
- C El brillo de las luces de la ciudad dificulta ver muchas de las estrellas.
- D El aire de las ciudades es más cálido debido al calor emitido por los coches, la maquinaria y las casas.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción C. El brillo de las luces de la ciudad dificulta ver muchas de las estrellas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas de la Tierra y el Espacio (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Medio ambiente
Contexto	Social

COMENTARIOS

En esta pregunta se indaga en conocimientos disciplinares relacionados con las ciencias de la Tierra y el Espacio. Para responder correctamente, los estudiantes deben aplicar sus conocimientos sobre las diferencias de luminosidad entre el ambiente urbano y el rural y cómo esto incide en la capacidad para captar la luz de las estrellas.

LUZ DE LAS ESTRELLAS Pregunta 2

Tomás usa un telescopio con una lente de gran diámetro para observar estrellas de poco brillo.

¿Por qué cuando se usa un telescopio con una lente de gran diámetro es posible observar estrellas de poco brillo?

- A Cuanto más grande la lente, más luz se percibe.
- B Cuanto más grande la lente, mayor es el aumento.
- C Las lentes más grandes permiten ver una porción más grande del cielo.
- D Las lentes más grandes pueden detectar los colores oscuros de las estrellas.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A. Cuanto más grande la lente, más luz se percibe.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología
Contexto	Personal

COMENTARIOS

En esta pregunta los estudiantes deben seleccionar la respuesta que explica la relación entre el diámetro de una lente y su capacidad para permitir el pasaje de la luz, por esta razón corresponde al “conocimiento de la ciencia”, a la categoría “Sistemas físicos” y a la capacidad “explicar fenómenos científicamente”. Debido a que es presentado como una situación que le sucede a una persona, el contexto es “personal” y como se refiere al uso de un instrumento con fines científicos, el área de aplicación es “fronteras de la ciencia y la tecnología”.

EFFECTO INVERNADERO

Lee los siguiente textos y responde las preguntas que aparecen a continuación.

EL EFECTO INVERNADERO: ¿REALIDAD O FICCIÓN?

Los seres vivos necesitan energía para sobrevivir. La energía que mantiene la vida sobre la Tierra proviene del Sol, que irradia energía al espacio porque su temperatura es muy elevada. Una pequeña proporción de esta energía llega a la Tierra.

La atmósfera terrestre actúa como una capa protectora de la superficie de nuestro planeta, evitando las variaciones de temperatura que existirían en un mundo sin aire.

La mayor parte de la energía irradiada por el Sol pasa a través de la atmósfera terrestre. La Tierra absorbe una parte de esta energía y otra parte es reflejada por la superficie de la Tierra. A su vez, parte de esta energía reflejada es absorbida por la atmósfera.

Como resultado de lo anterior, la temperatura promedio sobre la superficie de la Tierra es más alta de lo que sería de no existir atmósfera alguna. La atmósfera terrestre funciona como un invernadero, de ahí la expresión *efecto invernadero*.

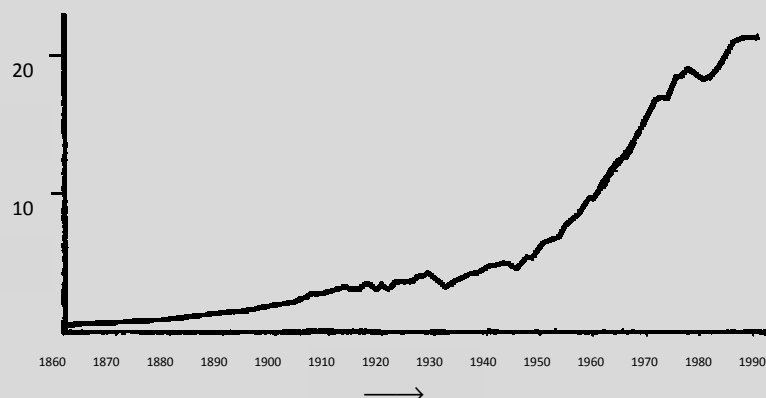
Se dice que el efecto invernadero se ha acentuado durante el siglo veinte.

Es un hecho que la temperatura promedio de la atmósfera ha aumentado. En diarios y revistas se afirma con frecuencia que el aumento de la emisión de dióxido de carbono es la principal causa del aumento de la temperatura ocurrido durante el siglo XX.

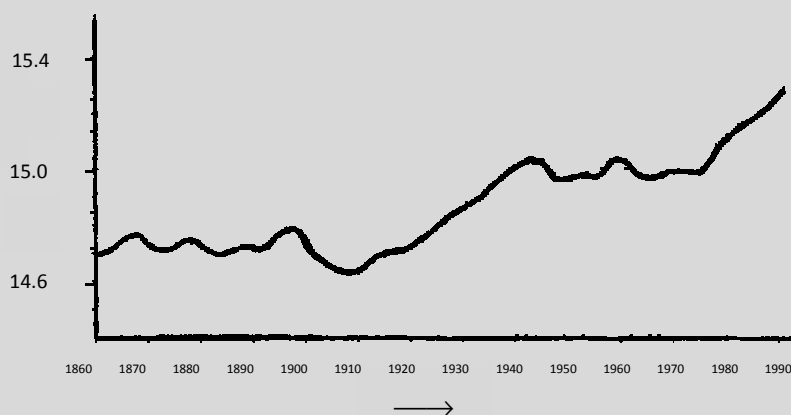
Un alumno llamado Andrés, se interesa por la posible relación entre el promedio de temperatura de la atmósfera terrestre y la emisión de dióxido de carbono en la Tierra.

En una biblioteca encuentra los dos gráficos siguientes:

Emisión de dióxido de carbono
(miles de millones de toneladas al año)



Temperatura promedio de la atmósfera terrestre (°C)



A partir de estos dos gráficos, Andrés concluye que es cierto que el aumento de la temperatura promedio de la atmósfera terrestre se debe al aumento de la emisión de dióxido de carbono.

EFFECTO INVERNADERO Pregunta 1

¿Qué se observa en los gráficos que respalda la conclusión de Andrés?

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** aquellas que se refiere al aumento promedio de la temperatura y de la emisión de dióxido de carbono.

- Cuando la emisión aumenta la temperatura aumenta.
- En ambos gráficos hay aumento.
- Porque en 1910 ambos gráficos comienzan a aumentar.
- La temperatura se eleva a medida que el CO₂ se emite.
- La información de las líneas de los gráficos aumentan juntas.
- Todo aumenta.
- A mayor emisión de CO₂, más alta la temperatura.

Las que se refieren (en términos generales) a la relación positiva entre la temperatura y la emisión de dióxido de carbono.

[Nota: se intenta captar el uso de terminología tal como “relación positiva”, “la misma forma” o “relación directa” por parte de los estudiantes; aunque los siguientes ejemplos de respuesta no son estrictamente correctos, muestran suficiente comprensión como para merecer Crédito total.]

- La cantidad de CO₂ y el promedio de temperatura de la Tierra es directamente proporcional.
- Ellas tienen una forma similar que indica una relación.

Se valoran como **respuestas incorrectas** las que se refieren al aumento del promedio de temperatura o de emisión de dióxido de carbono.

- La temperatura ha aumentado.
- El CO₂ ha aumentado.
- Muestra un importante cambio en la temperatura.

También las que se refieren a la temperatura y a la emisión de dióxido de carbono sin claridad acerca de la naturaleza de la relación.

- La emisión de dióxido de carbono (gráfica 1) tiene un efecto sobre el aumento de la temperatura de la Tierra (gráfico 2).
- El dióxido de carbono es la causa principal del aumento de la temperatura de la Tierra.

Otras respuestas, por ejemplo:

- La emisión del dióxido de carbono aumenta mucho más que el promedio de temperatura de la Tierra. *[Nota: esta respuesta es incorrecta porque hace extensiva la condición de aumento de la emisión del CO₂ a la temperatura, más que referirse a que ambos aumentan.]*
- El aumento de CO₂ a lo largo de los años se debe al aumento de la temperatura de la atmósfera terrestre.
- La función del gráfico aumenta.
- Hay un crecimiento.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Utilizar evidencias científicas	
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Medio ambiente	
Contexto	Global	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	54,0%	43,3%
Porcentaje de omisión PISA 2003	16.8%	31.6%
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	53,9%	45,1%
Porcentaje de omisión PISA 2006	13,7%	26,9%
Nivel de desempeño 2006	3	
Puntaje PISA 2006	529	

COMENTARIOS

Esta pregunta ejemplifica el Nivel 3 para la capacidad “utilizar evidencias científicas”. En ella los alumnos deben interpretar evidencias presentadas en forma gráfica y deducir que la información en los dos gráficos en conjunto apoya la conclusión de que tanto la temperatura media como las emisiones de dióxido de carbono están aumentando. Para esto, los estudiantes deben juzgar la validez de una conclusión que correlaciona la temperatura atmosférica de la Tierra con la cantidad de emisiones de dióxido de carbono, comparando los dos gráficos con una escala temporal común. Primero tienen que apreciar el contexto, leyendo la descripción presentada en el texto. Debido a que los efectos del calentamiento global y el efecto invernadero son globales, definen el contexto de esta actividad. La habilidad requerida de los alumnos es la de interpretar los datos gráficos proporcionados, para explicar una conclusión. Por lo tanto, la pregunta pertenece a la categoría de conocimientos “explicaciones científicas”.

EFFECTO INVERNADERO Pregunta 2

Otra alumna, Raquel, no está de acuerdo con la conclusión de Andrés. Ella compara los dos gráficos y observa que algunas secciones de los gráficos no respaldan esta conclusión.

Da como ejemplo una sección de estos gráficos que no confirme la conclusión de Andrés. Explica tu respuesta.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se valoran como **correctas** las respuestas las que se refieren a una zona particular de los gráficos en la cual ninguna de las dos curvas aumenta ni disminuye, con la correspondiente explicación.

- En el período 1900 – 1910 (aproximadamente) el CO₂ iba en aumento mientras la temperatura iba en descenso.
- En el período 1980 – 1983 el dióxido de carbono disminuye y la temperatura aumenta.
- La temperatura en los años 1800 es siempre la misma pero en el primer gráfico se ve un aumento.
- Entre 1950 y 1980 la temperatura no aumentó pero el CO₂ sí lo hizo.
- Desde 1940 hasta 1975 la temperatura se mantuvo igual pero la emisión de dióxido de carbono mostró un brusco aumento.
- En 1949 la temperatura es mucho más alta que en 1920 sin embargo la emisión de dióxido de carbono es similar.

Las respuestas que mencionan un período de tiempo correcto aunque sin explicación son valoradas como **parcialmente correctas**.

- 1930 – 1933.
- con anterioridad a 1910.

Además las que mencionan sólo un año en particular (no un período de tiempo) con una explicación aceptable.

- En 1980 la emisión se redujo pero la temperatura continuó aumentando.

También las que dan un ejemplo que no sostiene la conclusión de Andrés pero se comete un error al mencionar el período. Nota: debe haber evidencia de este error – p.ej. un área que

muestre claramente que se ha marcado la respuesta correcta en el gráfico pero al momento de transferir esta información al texto se ha cometido un error

- Entre 1950 y 1960 la temperatura disminuyó y la emisión de dióxido de carbono aumentó. O se refieren a las diferencias entre dos curvas, sin mencionar un período específico.
- En algunos lugares la temperatura aumenta aún si la emisión decrece.
- Antes hubo bajos niveles de emisión, pero aún así hubo altas temperaturas.
- Cuando hay un aumento regular en el gráfico 1, no hay un aumento en el gráfico 2 sino que permanece constante. [Nota: *permanece completamente constante.*]
- Porque al principio la temperatura es todavía alta donde el dióxido de carbono es muy bajo. Se refieren a una irregularidad en uno de los gráficos.
- Alrededor de 1910 la temperatura cayó y se mantuvo baja por cierto período de tiempo.
- En el segundo gráfico hay un descenso de la temperatura de la atmósfera de la Tierra justamente antes de 1910.

Indican la diferencia en los gráficos pero la explicación es pobre.

- En los años 40 la temperatura era alta pero el dióxido de carbono era muy bajo [Nota: la explicación es muy pobre pero la diferencia está claramente indicada.]

Se consideran **respuestas incorrectas** las que se refieren a una irregularidad en una curva sin referirse específicamente a los dos gráficos.

- La curva va hacia arriba y hacia abajo.
- La curva bajó en 1930.

Se refieren a un período o año vagamente definido sin ninguna otra explicación.

- En la parte media.
- 1910.

Otras respuestas.

- En 1940 la temperatura promedio aumentó pero no así la emisión de dióxido de carbono.
- Alrededor de 1910 la temperatura había aumentado pero no así la emisión.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Utilizar evidencias científicas	
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Medio ambiente	
Contexto	Global	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	36,0%	24,0%
Porcentaje de omisión PISA 2003	27,8%	52,7%
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	34,5%	23,1%
Porcentaje de omisión PISA 2006	25,9%	51,4%
Nivel de desempeño 2006	5 (respuestas correctas) y 4 (respuestas parcialmente correctas)	
Puntaje PISA 2006	659 (respuestas correctas) y 568 (respuestas parcialmente correctas)	

COMENTARIOS

Esta pregunta se centra en la capacidad “utilizar pruebas científicas” e implica que los alumnos identifiquen una sección en cada uno de los gráficos que no proporcione pruebas en apoyo de la conclusión que se menciona en el ítem anterior. Por lo tanto, requiere que los estudiantes ubiquen una sección en cada gráfico en la que las curvas no estén ascendiendo o descendiendo a la vez y proporcionen dicho hallazgo como parte de la justificación de una conclusión. Por consiguiente, implica una mayor comprensión y habilidad analítica que la requerida por la pregunta anterior, ya que deben señalar el período de diferencia y acompañar esto con su respectiva explicación. La capacidad de comparar de manera eficaz los detalles de los dos conjuntos de datos y aportar una crítica de una conclusión dada ubica la pregunta en el Nivel 5 de la escala de competencia científica. Si los alumnos comprenden lo que le exige la pregunta e identifican correctamente una diferencia entre los gráficos, pero no explican esa diferencia, sus respuestas se consideran parcialmente correctas y se ubican en el Nivel 4 de la escala de competencia científica. Como en la pregunta anterior, su contexto es global. La habilidad requerida es interpretar los datos presentados gráficamente, por lo tanto, la pregunta pertenece a la categoría de conocimientos “explicaciones científicas”.

EFFECTO INVERNADERO Pregunta 5

Andrés insiste en su conclusión de que el aumento de la temperatura promedio de la atmósfera terrestre se debe al aumento de la emisión de dióxido de carbono. Pero Raquel piensa que su conclusión es prematura. Ella dice: “Antes de aceptar esta conclusión, debes asegurarte que los otros factores que podrían influir en el efecto invernadero se mantienen constantes.”

Nombra uno de los factores a que Raquel se refiere.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **correctas** las respuestas que mencionan un factor referido a la energía/radiación que viene del Sol.

- El calor proveniente del sol y quizás el cambio de posición de la tierra.
- La energía reflejada desde la Tierra.

También son correctas las que dan un factor referido a un componente natural o a un factor potencial de polución.

- El vapor de agua en el aire.
- Las nubes.
- Erupciones volcánicas.
- Polución atmosférica (gas, combustible).
- CFC's.
- El número de automóviles.
- Ozono (como componente del aire) [Nota: por referencias a agotamiento, usar el Código 03].

Se consideran **respuestas incorrectas** a las que se refieren a la causa que influencia la concentración del dióxido de carbono.

- Las talas en las selvas tropicales.
- Las emisiones de CO₂
- Combustibles fósiles.

También a las que se refieren a un factor no –específico.

- Fertilizantes.
- “sprays”.
- condiciones climáticas.

Otros factores incorrectos u otras respuestas.

- la cantidad de oxígeno.
- el nitrógeno.
- el agujero de la capa de ozono también va agrandándose más.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas de la Tierra y el Espacio (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Medio ambiente	
Contexto	Global	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	22,3%	13,9%
Porcentaje de omisión PISA 2003	38,3%	57,3%
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	18,9%	11,8%
Porcentaje de omisión PISA 2006	35,5%	56,6%
Nivel de desempeño 2006	6	
Puntaje PISA 2006	709	

COMENTARIOS

Esta pregunta es un ejemplo de Nivel 6 de la capacidad “explicar fenómenos científicamente”. Se ubica cerca del límite entre el Nivel 5 y el 6 (el más alto de la escala). En ella, los alumnos deben analizar una conclusión que justifique otros factores que pueden influir sobre el efecto invernadero. Esta pregunta combina aspectos de dos capacidades: identificar cuestiones científicas y explicar fenómenos científicamente.

Como primer paso, los estudiantes deben poder identificar el cambio (el aumento de la temperatura terrestre) y la variable medida (emisión de dióxido de carbono) y, como segundo paso, comprender adecuadamente los métodos de investigación para reconocer la influencia de otros factores (identificar otras variables que incidan en el cambio). Tienen que poseer, por lo tanto, suficientes conocimientos sobre los “Sistemas de la Tierra y el Espacio” para poder explicar, al menos, uno de los factores que se deben controlar. Este último criterio se considera la habilidad científica crucial, por lo tanto, esta pregunta corresponde a la categoría “explicar fenómenos científicamente”. Los efectos de esta cuestión medioambiental son globales, lo cual define su contexto.

ROPA

Lee el siguiente texto y responde las preguntas que aparecen a continuación.

Un equipo de científicos británicos está desarrollando ropa "inteligente" que proporcionará a los niños discapacitados la posibilidad de "hablar". Los niños que usen un chaleco hecho con este material electrotéxtil, conectado a un sintetizador de palabras, serán capaces de hacerse entender simplemente tocando este material sensible al tacto.

El material está hecho de un tejido corriente y de una ingeniosa malla de fibras impregnadas en carbono que conducen electricidad. Cuando se presiona la tela, el conjunto de señales que pasa a través de las fibras conductoras se altera y un "chip" de computador identifica dónde se ha tocado el tejido. Entonces se puede activar el dispositivo electrónico que esté conectado a él, cuyo tamaño no sería mayor al de dos cajas de fósforos.

"La clave está en la manera de confeccionar el tejido y en cómo enviamos las señales a través de él. Podemos integrar este tejido a diseños de telas ya existentes de manera que pase desapercibido" explica uno de los científicos.

El material puede ser lavado, usado para forrar objetos, o apretujado sin que se dañe. Los científicos también afirman que se puede producir en grandes cantidades a bajo precio.

Fuente: Steve Farrer, 'Interactive fabric promises a material gift of the garb', The Australian, 10 August 1998."

ROPA Pregunta 1

¿Pueden comprobarse las siguientes afirmaciones hechas en el artículo mediante una investigación científica en un laboratorio?

Encierra en un círculo la palabra "Sí" o "No" en cada caso.

El material puede ser	¿Puede comprobarse esta afirmación mediante una investigación científica en un laboratorio?
lavado sin que se dañe.	Sí / No
usado para forrar objetos sin que se dañe.	Sí / No
apretujado sin que se dañe.	Sí / No
producido en grandes cantidades a bajo precio.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son **correctas** las respuestas Sí, Sí, Sí, No, en ese orden.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Elección múltiple compleja	
Capacidad	Identificar cuestiones científicas	
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y tecnología	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	42,0%	24,9%
Porcentaje de omisión PISA 2003	1,5%	5,1%
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	47,9%	28,5%
Porcentaje de omisión PISA 2006	0,7%	3,0%
Nivel de desempeño 2006	4	
Puntaje PISA 2006	567	

COMENTARIOS

El tema de las prendas “inteligentes” corresponde a la categoría de «Fronteras de la ciencia y la tecnología» y es un asunto comunitario de modo que el contexto es social. Se aplican habilidades científicas relacionadas con la naturaleza de la investigación, lo que sitúa a la pregunta en la categoría «investigación científica». El contexto de la evaluación de Ciencias en PISA se centra en las Ciencias Naturales concretamente y por eso la respuesta a la cuarta afirmación de la tabla es que no se puede investigar científicamente. Eso no implica que sí pueda ser objeto de investigación en las Ciencias Sociales.

La necesidad de identificar el cambio y las variables medidas, junto con la apreciación de lo que implicaría llevar a cabo una medición y un control de las variables, sitúa la pregunta en el Nivel 4.

ROPA Pregunta 2

¿Qué aparato de laboratorio sería parte del equipo que necesitarías para comprobar que el tejido conduce la electricidad?

- A Un voltímetro
- B Un fotómetro
- C Un micrómetro
- D Un sonómetro

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A. Un voltímetro

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas tecnológicos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y tecnología	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2003	OCDE	Uruguay
	76,2%	71,4%
Porcentaje de omisión PISA 2003	3,6%	9,1%
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	79,4%	74,7%
Porcentaje de omisión PISA 2006	2,4%	8,2%
Nivel de desempeño 2006	1	
Puntaje PISA 2006	399	

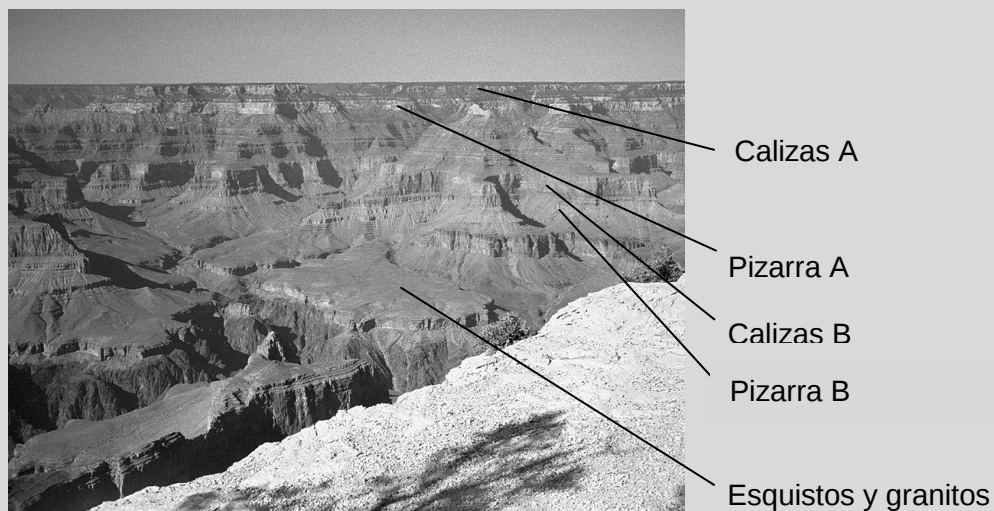
COMENTARIOS

Esta pregunta apela a que los estudiantes recuerden qué instrumento de medida se utiliza para comprobar la conductividad de cualquier material, en este caso una tela. Es decir, que únicamente se requiere que los alumnos asocien la corriente eléctrica con un aparato que se utiliza en los circuitos eléctricos para medir la diferencia de potencial, un hecho científico simple. Por esta razón, la pregunta se sitúa en el Nivel 1 de la capacidad “explicar fenómenos científicamente”. Debido a que se centra en una herramienta técnica, corresponde a la categoría “Sistemas tecnológicos”.

EL GRAN CAÑÓN

El Gran Cañón está situado en un desierto de los Estados Unidos. Es un cañón muy grande y profundo formado por muchas capas de roca. En alguna época pasada, los movimientos en la corteza terrestre dejaron al descubierto esas capas. Actualmente, el Gran Cañón tiene en algunas partes hasta 1.6 km de profundidad. El Río Colorado corre en el fondo del cañón.

Observa la imagen siguiente del Gran Cañón, tomada desde la ladera sur. Se pueden ver varias capas diferentes de roca en las paredes del cañón.



EL GRAN CAÑÓN Pregunta 1

La temperatura en el Gran Cañón oscila entre menos de 0°C y más de 40 °C. Aunque es una zona desértica, las grietas de las rocas a veces contienen agua. ¿Cómo ayudan estos cambios de temperatura y el agua en las grietas de las rocas a acelerar la desintegración de las rocas?

- A El agua helada disuelve las rocas calientes.
- B El agua cementa a las rocas entre sí.
- C El hielo suaviza la superficie de las rocas.
- D El agua congelada se expande en las grietas de las rocas.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. El agua congelada se expande en las grietas de las rocas.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas de la Tierra y el Espacio (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Medio Ambiente	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	67,6%	30,8%
Porcentaje de omisión PISA 2006	3,4%	11,0%
Nivel de desempeño 2006	2	
Puntaje PISA 2006	451	

COMENTARIOS

Esta pregunta de elección múltiple implica que los alumnos elijan la explicación correcta del desgaste de las rocas aplicando sus conocimientos acerca de la erosión glaciaria. Han de saber que el agua se congela cuando la temperatura baja a 0 °C y que aumenta su volumen cuando se convierte en hielo. La dificultad de esta pregunta es baja, ya que el enunciado da algunas claves al alumno sobre qué es lo que tiene que tener en cuenta y qué no. El alumno debe recordar dos hechos científicos concretos y aplicarlos en el contexto de las condiciones descritas en el desierto. Esto sitúa la pregunta en el Nivel 2.

EL GRAN CAÑÓN Pregunta 2

Hay muchos fósiles marinos como almejas, peces y corales en la capa de calizas A del Gran Cañón. ¿Qué pasó hace millones de años para que estos fósiles quedaran ahí?

- A En tiempos antiguos, la gente llevaba ahí mariscos y pescados desde el mar.
- B Los mares fueron alguna vez mucho más agitados y la vida marina llegaba tierra adentro en grandes olas.
- C En esa época, un mar, que luego retrocedió, cubría esta zona.
- D Algunos animales marinos vivieron alguna vez en tierra firme antes de emigrar al mar.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción C. En esa época, un mar, que luego retrocedió, cubría esta zona.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas de la Tierra y el Espacio (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Recursos naturales	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	75,8%	49,8%
Porcentaje de omisión PISA 2006	3,6%	12,1%
Nivel de desempeño 2006	2	
Puntaje PISA 2006	411	

COMENTARIO

La pregunta requiere que los estudiantes utilicen la información del texto para explicar la razón por la que esos fósiles se ubican en ese lugar. Para esto deben tener en cuenta que se menciona que los animales son marinos, y deben recordar que cuando los mares retroceden pueden revelar fósiles de organismos que se depositaron en una época más temprana. La pregunta se sitúa en el Nivel 2, cerca del límite con el Nivel 1.

EL GRAN CAÑÓN Pregunta 3

Unos cinco millones de personas visitan el parque nacional del Gran Cañón todos los años. Hay preocupación acerca del daño que causan al parque nacional tantos visitantes.

¿Puede la investigación científica responder a las siguientes preguntas? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada pregunta.

¿Puede la investigación científica contestar esta pregunta?	¿Sí o No?
¿Cuánta erosión causa el uso de los senderos?	Sí / No
La zona del parque nacional, ¿sigue siendo tan bella como hace 100 años?	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las dos **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja	
Capacidad	Identificar cuestiones científicas	
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Medio ambiente	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	61,3%	58,7%
Porcentaje de omisión PISA 2006	1,4%	4,9%
Nivel de desempeño 2006	3	
Puntaje PISA 2006	485	

COMENTARIOS

En esta pregunta de elección múltiple compleja, los alumnos deben elegir, para cada afirmación, Sí o No para responder si es que mediante una investigación científica se pueden contestar dos interrogantes que se plantean. Deben tener alguna noción de las capacidades y los límites de las investigaciones científicas, de modo que esta pregunta evalúa la competencia “identificar cuestiones científicas”. El contexto de la pregunta no es cercano a las experiencias inmediatas de los alumnos por eso se considera como un contexto social. La pregunta, con un nivel de dificultad de 485, está justo por debajo de la dificultad media y se sitúa en la parte más baja del Nivel 3. En este nivel, los alumnos pueden identificar cuestiones científicas que se describen con claridad, en una variedad de contextos.

EL GRAN CAÑÓN Pregunta 4

¿Qué tan de acuerdo estás con las afirmaciones siguientes?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>	<i>Muy en desacuerdo</i>
a) Es importante el estudio sistemático de los fósiles.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) Las acciones para proteger a los parques nacionales deben basarse en evidencias científicas.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c) Es importante la investigación científica de las capas geológicas.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Apoyo a la investigación científica.

FILTROS SOLARES

María y Diego deseaban saber qué producto con filtro solar les protege mejor la piel. Los productos con filtro solar tienen un *Factor de Protección Solar (FPS)* que indica en qué medida absorbe cada producto el componente de radiación ultravioleta de la luz solar. Un filtro solar con un FPS alto protege la piel por más tiempo que uno con un FPS bajo.

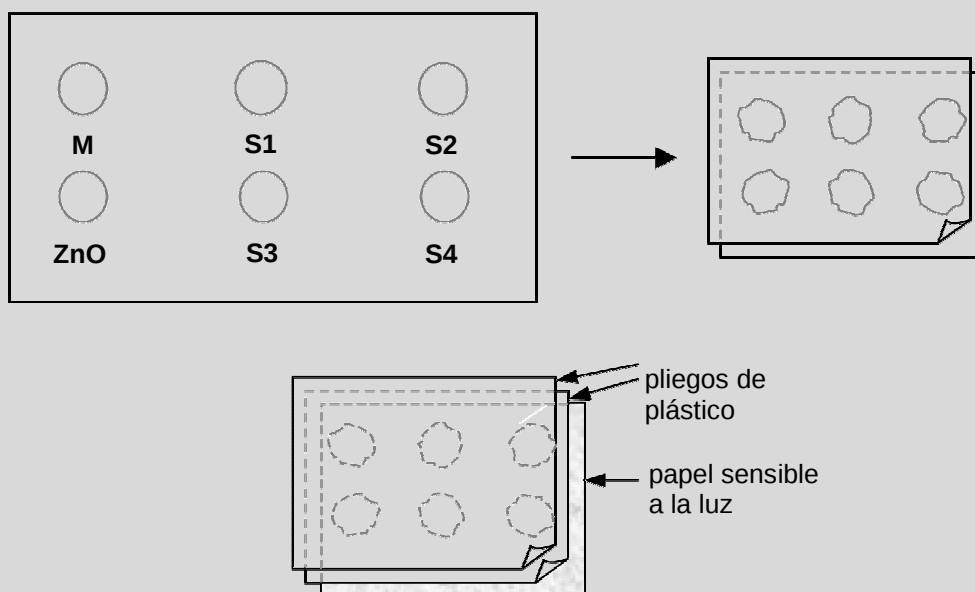
María pensó en una forma de comparar algunos productos de filtro solar diferentes. Ella y Diego reunieron lo siguiente:

- dos pliegos de plástico transparente que no absorben luz solar;
- una hoja de papel sensible a la luz;
- aceite mineral (M) y una crema que contiene óxido de zinc (ZnO); y
- cuatro diferentes filtros solares que llamaron S1, S2, S3, y S4.

María y Diego incluyeron el aceite mineral porque deja pasar casi toda la luz solar y el óxido de zinc porque bloquea casi por completo la luz solar.

Diego puso una gota de cada sustancia dentro de un círculo marcado en uno de los pliegos de plástico; luego puso el segundo pliego de plástico encima. Colocó un gran libro encima de ambos pliegos para hacer presión.

María puso luego los pliegos de plástico encima de la hoja de papel sensible a la luz. El papel sensible a la luz cambia de gris oscuro a gris muy claro, según cuánto tiempo esté expuesto a la luz. Finalmente, Diego puso los pliegos en un lugar soleado.



FILTROS SOLARES Pregunta 1

Al comparar la eficacia de los filtros solares, ¿cuál de estas afirmaciones es una descripción científica de la función del aceite mineral y del óxido de zinc?

- A El aceite mineral y el óxido de zinc son los dos factores que se están probando.
- B El aceite mineral es un factor que se está probando y el óxido de zinc es una sustancia de referencia.
- C El aceite mineral es una sustancia de referencia y el óxido de zinc es un factor que se está probando.
- D Ambos, el aceite mineral y el óxido de zinc son sustancias de referencia.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. Ambos, el aceite mineral y el óxido de zinc son sustancias de referencia.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Identificar cuestiones científicas	
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	40,5%	38,6%
Porcentaje de omisión PISA 2006	4,4%	18,9%
Nivel de desempeño 2006	4	
Puntaje PISA 2006	588	

COMENTARIOS

El contexto de la actividad se refiere al uso y la eficacia de los protectores solares. El contexto de la situación tiene un enfoque personal ya que es cercano a la vida cotidiana de los estudiantes. Esta pregunta requiere que comprendan las características de una investigación científica y que reconozcan cómo la eficacia de los protectores solares se mide en referencia a dos sustancias en los extremos del efecto que se mide en particular. Esto sitúa la pregunta en el Nivel 4.

FILTROS SOLARES Pregunta 2

¿Cuál de estas preguntas intentaban responder María y Diego?

- A ¿Cómo se compara la protección de cada filtro solar con la de los otros?
- B ¿Cómo protegen los filtros solares tu piel de la radiación ultravioleta?
- C ¿Hay algún filtro solar que proteja menos que el aceite mineral?
- D ¿Hay algún filtro solar que proteja más que el óxido de zinc?

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A. ¿Cómo se compara la protección de cada filtro solar con la de los otros?

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Identificar cuestiones científicas	
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	58,3%	23,5%
Porcentaje de omisión PISA 2006	3,2%	12,8%
Nivel de desempeño 2006	3	
Puntaje PISA 2006	499	

COMENTARIOS

En esta pregunta que se ubica en el Nivel 3 de la escala de desempeños, los estudiantes deben identificar correctamente la pregunta que intenta responder la investigación, es decir, han de reconocer las variables que se están midiendo a partir de la descripción del experimento que se les proporciona. La pregunta se centra, en primer lugar, en la metodología científica y se clasifica así como «investigación científica». La aplicación es sobre la protección de las radiaciones UV, por lo tanto, corresponde al área “salud” y el contexto es “personal”.

FILTROS SOLARES Pregunta 3

¿Por qué se hizo presión sobre el segundo pliego de plástico?

- A Para impedir que las gotas se secaran.
- B Para extender las gotas lo más posible.
- C Para mantener las gotas dentro de los círculos que se marcaron.
- D Para que las gotas tuvieran el mismo grosor.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. Para que las gotas tuvieran el mismo grosor.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Identificar cuestiones científicas	
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	43,0%	25,9%
Porcentaje de omisión PISA 2006	3,3%	13,9%
Nivel de desempeño 2006	4	
Puntaje PISA 2006	574	

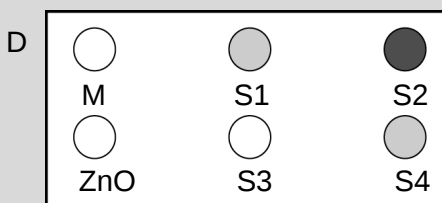
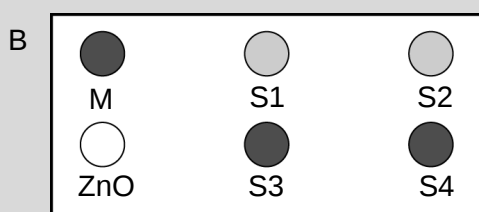
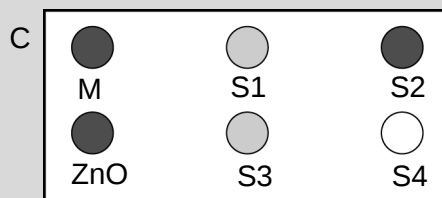
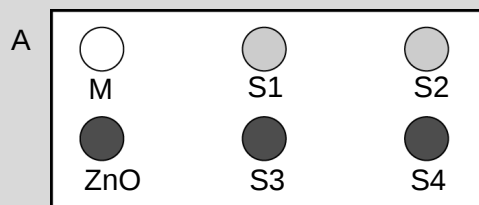
COMENTARIOS

En esta pregunta de múltiple opción los estudiantes deben aplicar sus conocimientos acerca de la metodología científica, específicamente una técnica para controlar una variable en una investigación científica. Para esto tienen que identificar que el propósito de la técnica descrita es garantizar que los protectores solares tengan el mismo espesor, es decir, que esto garantiza que las condiciones del experimento sean similares para todos los casos. La pregunta se clasifica como «investigación científica» porque se centra en la metodología de la investigación. La aplicación es sobre la protección de los rayos UV, por lo tanto, corresponde al área “salud” y el contexto es “personal”. Las respuestas correctas indican que el alumno sabe que el espesor de los protectores solares va a influir en el resultado y que esto se ha de tener en cuenta al concebir el experimento. En consecuencia, la pregunta se ubica en el Nivel 4.

FILTROS SOLARES Pregunta 4

El papel sensible a la luz es gris oscuro y se decolora a un gris más claro cuando queda expuesto a un poco de luz solar y a blanco cuando queda expuesto a mucha luz solar.

¿Cuál de estos diagramas muestra un ejemplo de lo que podría ocurrir? Explica por qué lo escogiste.



Respuesta:

Explicación:

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** son las que eligen el diagrama A y mencionan la explicación de que la mancha del ZnO se quedó de color gris oscuro (porque bloquea la luz solar) y que la mancha M se puso de color blanco (porque el aceite mineral absorbe muy poca luz solar) [**No es necesario (pero suficiente) incluir una explicación que vaya más allá de la que se muestra entre paréntesis**].

- A. El ZnO bloqueó la luz solar, y M le permitió pasar.
- Elegí A porque el aceite mineral produce la mancha sombreada más clara mientras el óxido de zinc es el más oscuro.

Las **respuestas parcialmente correctas** son aquellas que dan una explicación correcta que menciona la mancha de ZnO, o la mancha M, pero **no** ambas.

- A. El aceite mineral proporciona la más baja resistencia a los rayos UV de todos. Por eso el papel no queda blanco con las otras sustancias.
- A. El óxido de zinc absorbe prácticamente todos los rayos y el diagrama muestra eso.
- A. Porque el óxido de Zinc bloquea la luz y M la absorbe.

Se consideran **respuestas incorrectas** aquellas que eligen el diagrama A pero no proporcionan una razón o eligen otra opción con o sin explicación.

- A.
- El ZnO bloque la luz y el aceite mineral le permite pasar.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Utilizar evidencias científicas	
Categoría de conocimiento	Explicaciones científicas (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	27,1%	11,3%
Porcentaje de omisión PISA 2006	21,7%	52,6%
	Respuestas correctas - Nivel 4 Respuestas parcialmente correctas – Nivel 4	
Puntaje PISA 2006	Respuestas correctas: 629	
	Respuestas parcialmente correctas 616	

COMENTARIOS

Esta pregunta es un ejemplo del Nivel 4 para la competencia “utilizar evidencias científicas”. Las respuestas parcialmente correctas se ubican en el Nivel 3, ya que las explicaciones que acompañan la opción correcta son más sencillas que las que son valoradas como correctas, pues sólo se refieren a uno de los aspectos que deben considerar. El ítem plantea a los estudiantes los resultados de un experimento, se les pide que interpreten un patrón de resultados y que expliquen su conclusión. La pregunta requiere que interpreten correctamente los diagramas que se presentan y seleccionen el que representa lo que podría ocurrir si se dieran las condiciones que plantea el texto. Para responder correctamente hay que cotejar los sombreados en gris del diagrama con las evidencias proporcionadas en los estímulos de la pregunta y la unidad. Esto implica que para poder lograr una conclusión tienen que tener en cuenta tres pruebas: (1) que el aceite mineral deja pasar la mayor parte de la luz solar, mientras que el ZnO la bloquea; (2) que el papel sensible a la luz se aclara cuando se expone a la luz solar; y (3) que solamente uno de los diagramas responde a ambos criterios. Esta pregunta corresponde a “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría «explicaciones científicas». Al igual que las otras preguntas de la actividad, el área de aplicación es la salud y el contexto es “personal”.

MARY MONTAGU

Lee el siguiente artículo periodístico y responde a las preguntas que siguen.

LA HISTORIA DE LA VACUNACIÓN

Mary Montagu era una mujer muy hermosa. Sobrevivió a la viruela en 1715, pero quedó cubierta de cicatrices. En 1717, mientras vivía en Turquía, observó un método llamado inoculación, que ahí se usaba con frecuencia. Este tratamiento consistía en introducir un tipo débil de viruela raspando la piel de una persona joven y sana, que luego adquiría, en la mayoría de los casos, una forma benigna de la enfermedad.

Mary Montagu estaba tan convencida de la seguridad de estas inoculaciones que permitió que su hijo y su hija fueran inoculados.

En 1796, Edward Jenner usó inoculaciones de un mal parecido, la viruela de la vaca, para generar anticuerpos contra la viruela humana. Comparado con la inoculación con viruela humana, este tratamiento producía menos efectos secundarios y la persona tratada no contagia.

Este tratamiento se denominó vacunación.

MARY MONTAGU Pregunta 1

¿Contra qué tipos de enfermedades puede vacunarse la gente?

- A Enfermedades hereditarias como la hemofilia.
- B Enfermedades causadas por virus, como la poliomielitis.
- C Enfermedades por el mal funcionamiento del cuerpo, como la diabetes.
- D Cualquier tipo de enfermedad que no tenga cura.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B. Enfermedades causadas por virus, como la poliomielitis.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	74,9%	70,5%
Porcentaje de omisión PISA 2006	2,8%	8,9%
Nivel de desempeño 2006	2	
Puntaje PISA 2006	436	

COMENTARIOS

El contexto de esta actividad está referido a la salud, específicamente a la vacunación y su relación con el sistema inmunológico de las persona, por lo tanto el área de aplicación en la que se ubica este ítem es la “salud” y el contexto es “social”. En esta pregunta los estudiantes tienen que recordar que la vacunación ayuda a prevenir enfermedades infecciosas. Además, deben saber que estas son producidas por la introducción y multiplicación en el organismo de un ser vivo parásito o de otro agente capaz de producir una enfermedad. Recordar un hecho científico concreto y aplicarlo en un contexto relativamente sencillo sitúa la pregunta en el Nivel 2.

MARY MONTAGU Pregunta 2

Si los animales o los humanos se enferman de una infección bacteriana y luego se recuperan, el tipo de bacteria que causó el mal generalmente no los enferma de nuevo.

¿Cuál es la razón de esto?

- A El cuerpo mata a todas las bacterias que puedan causar el mismo tipo de mal.
- B El cuerpo crea anticuerpos que matan estas bacterias antes de multiplicarse.
- C Los glóbulos rojos matan a todas las bacterias que puedan causar el mismo tipo de mal.
- D Los glóbulos rojos capturan a este tipo de bacterias y se deshacen de ellas.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción B. El cuerpo crea anticuerpos que matan estas bacterias antes de multiplicarse.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Elección múltiple	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	75,1%	67,3%
Porcentaje de omisión PISA 2006	1,9%	7,7%
Nivel de desempeño 2006	2	
Puntaje PISA 2006	431	

COMENTARIOS

Para responder correctamente a esta pregunta, los estudiantes tienen que aplicar conocimientos acerca del sistema inmunológico. Deben recordar que el cuerpo humano produce anticuerpos que atacan a los agentes patógenos, entre ellos bacterias que ingresan al organismo y causan las enfermedades bacterianas. Asimismo, deben conocer que estos anticuerpos pueden permanecer en la sangre y son los que permiten defendernos frente a posteriores infecciones de la misma bacteria. La pregunta trata el tema del control de las enfermedades comunitarias, por lo que el contexto es social. Al seleccionar la explicación adecuada, el alumno está recordando un hecho científico concreto y lo aplica en un contexto relativamente sencillo. Por tanto, la pregunta se sitúa en el Nivel 2.

MARY MONTAGU Pregunta 3

Propone una razón por la que se recomienda que los niños pequeños y los ancianos, en particular, sean vacunados contra la influenza (gripe).

.....

.....

.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las **respuestas correctas** se refieran a que la gente joven y/o vieja tiene un sistema inmunológico más débil que otras personas, o algo similar.

La/s razón/es dadas deben estar referidas a personas jóvenes o viejas, en particular, no a cualquiera en general. Además las respuestas deben indicar, directa o indirectamente, que esas personas tienen el sistema inmunológico más debilitado que otras personas - , y no que sencillamente son “más débiles”.

- Estas personas tienen menos resistencia a las enfermedades.
- Los jóvenes y los viejos no pueden combatir la enfermedad tan fácilmente como otros.
- Tienen más probabilidades de pescar una gripe.
- Si les da gripe, los efectos son peores en estas personas.
- Porque los organismos de niños pequeños y de ancianos son más débiles
- Los ancianos se enferman más fácilmente.

Otras respuestas se consideran **incorrectas**.

- Para que no les dé gripe.
- Son más débiles
- Necesitan ayuda para combatir la gripe.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	61,7%	51,1%
Porcentaje de omisión PISA 2006	6,0%	18,3%
Nivel de desempeño 2006	3	
Puntaje PISA 2006	507	

COMENTARIOS

Esta pregunta es un ejemplo del Nivel 3 de la capacidad “explicar fenómenos científicamente”. Requiere que los alumnos expliquen por qué los niños y las personas mayores están más expuestos a la gripe que el resto de la población. Esto implica que tienen que recordar que los niños pequeños y las personas mayores tienen un sistema inmune deprimido. El contexto del ítem es social, debido a que trata de cómo afecta la vacunación a diversos sectores de la población y el área de aplicación es la salud.

MARY MONTAGU Pregunta 4

¿Qué tan de acuerdo estás con las afirmaciones siguientes?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>	<i>Muy en desacuerdo</i>
a) Estoy a favor de investigar para desarrollar vacunas contra nuevas cepas de la gripe.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) La causa de una enfermedad sólo puede identificarse mediante la investigación científica.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c) La eficacia de los tratamientos no convencionales para las enfermedades debería ser objeto de investigación científica.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Escala Likert
Actitud	Apoyo a la investigación científica.

COMENTARIOS

Este ítem recaba información acerca del apoyo de los estudiantes a la investigación científica relacionada a la prevención y tratamiento de las enfermedades.

LLUVIA ÁCIDA

A continuación se muestra una foto de las Cariátides, estatuas esculpidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2 500 años. Las estatuas son de un tipo de roca denominada mármol. El mármol está compuesto por carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y sustituidas por réplicas. La lluvia ácida estaba carcomiendo las estatuas originales.



LLUVIA ÁCIDA Pregunta 1

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido un poco de dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

¿De dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire?

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Son **respuestas correctas** aquellas que mencionen cualquiera de los gases de escape de los coches, de las emisiones de las fábricas, de la *quema* de combustibles fósiles como petróleo y carbón, de los gases de volcanes y de otras cosas similares.

- Quema de carbón y gas.
- Los óxidos del aire vienen de la contaminación de fábricas e industrias.
- Volcanes
- Humo que procede de plantas energéticas (Se entiende por “plantas energéticas” las que se alimentan con combustibles fósiles)
- Proceden de la quema de materiales que contienen azufre y nitrógeno

Se consideran **respuestas parcialmente correctas** las que incluyen tanto una correcta fuente de contaminación como una incorrecta.

- Combustibles fósiles y plantas de energía nuclear. (Las plantas de energía nuclear no producen lluvia ácida).
- Los óxidos provienen del ozono, de la atmósfera y de meteoritos que llegan a la Tierra. También provienen de la quema de combustibles fósiles.

También se consideran respuestas parcialmente correctas las que se refieren a la “contaminación” pero no mencionan una fuente de contaminación que sea una causa importante de lluvia ácida.

- Contaminación.
- El ambiente en general, la atmósfera en que vivimos; por ejemplo, la contaminación.
- Gasificación, contaminación, incendios, cigarrillos. (No queda claro qué se entiende por “gasificación”; “incendios” no es lo suficientemente específico; el humo de cigarrillo no es una fuente significativa de producción de lluvia ácida)
- Contaminación tal como la de las plantas nucleares.

Otras respuestas que no mencionan la contaminación y que no proporcionan una significativa causa de la lluvia ácida se consideran **incorrectas**.

- Son emitidos por los plásticos.
- Son componentes naturales del aire.
- Cigarrillos
- Carbón y aceite. (No son lo suficientemente específicos y no hay referencia a la quema de los mismos)
- Plantas nucleares
- Residuos industriales (Respuesta no es lo suficientemente específica)

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Riesgos	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	57,7%	40,2%
Porcentaje de omisión PISA 2006	16,1%	35,3%
Nivel de desempeño 2006	3	
Puntaje PISA 2006	506	

COMENTARIOS

Esta pregunta requiere que los alumnos expliquen el origen en la atmósfera de los óxidos de azufre y de nitrógeno. Las respuestas correctas requieren que recuerden los productos químicos originados por los escapes de los coches, las emisiones de las fábricas y la quema de combustibles fósiles. Los alumnos deben saber que los óxidos de azufre y nitrógeno son productos de la oxidación de la mayoría de los combustibles fósiles o que surgen de la actividad volcánica. Este conocimiento corresponde a la categoría “Sistemas físicos” y es, por tanto, un “conocimiento de la ciencia”. Los estudiantes que responden correctamente

demuestran la capacidad de recordar hechos relevantes y, por lo tanto, de explicar que la fuente de los gases que contribuyen a la lluvia ácida son los agentes contaminantes atmosféricos. Esto sitúa la pregunta en el Nivel 3. Puesto que la lluvia ácida es un peligro relativamente local, se puede considerar que el contexto es social.

Es posible construir un modelo del efecto de la lluvia ácida sobre el mármol colocando fragmentos de este en vinagre toda la noche. El vinagre y la lluvia ácida tienen aproximadamente el mismo nivel de acidez. Cuando un fragmento de mármol se sumerge en vinagre se forman burbujas de gas. Se puede determinar la masa del fragmento de mármol seco antes y después del experimento.

LLUVIA ÁCIDA Pregunta 2

Un fragmento de mármol tiene 2.0 gramos antes de sumergirlo toda la noche en vinagre. Al día siguiente se saca y se seca. ¿Cuál será la masa del fragmento de mármol ya seco?

- A Menos de 2.0 gramos
- B Exactamente 2.0 gramos
- C Entre 2.0 y 2.4 gramos
- D Más de 2.4 gramos

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción A. Menos de 2.0 gramos.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Utilizar evidencias científicas	
Categoría de conocimiento	Sistemas físicos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Riesgos	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	66,7%	53,0%
Porcentaje de omisión PISA 2006	2,2%	7,1%
Nivel de desempeño 2006	2	
Puntaje PISA 2006	460	

COMENTARIOS

Esta pregunta requiere que los estudiantes utilicen la información proporcionada en el estímulo para llegar a una conclusión acerca de los efectos del vinagre sobre el mármol. Este experimento permite elaborar un modelo sencillo de la influencia de la lluvia ácida sobre el mármol. Para responder correctamente se deben basar en la información brindada en el texto que afirma que cuando se coloca el mármol en el vinagre se forman burbujas de gas, pero también tienen que basarse en sus conocimientos previos de que en una reacción química los reactivos se transforman en los productos y que la masa de los productos es igual a la de los

reactivos, si el sistema es cerrado. Como en este caso el sistema que forman el mármol y el vinagre no es cerrado, el gas se pierde, ya que es liberado al aire, y por tanto disminuye la masa del sistema. Puesto que el conocimiento de un proceso químico es un requisito previo para llegar a la conclusión correcta, esta pregunta pertenece al área de contenidos «Sistemas físicos». La aplicación trata del peligro de la lluvia ácida, pero el experimento se refiere al individuo y, por lo tanto, el contexto es personal. Es una pregunta que ejemplifica el Nivel 2 de la escala de desempeños.

LLUVIA ÁCIDA Pregunta 3

Los estudiantes que hicieron este experimento también colocaron fragmentos de mármol en agua pura (destilada) toda la noche. Explica por qué los estudiantes incluyeron este paso en su experimento.

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **correctas** las respuestas que afirman que se hizo para mostrar que el ácido (vinagre) es necesario para producir la reacción.

- Para convencerse de que el agua de lluvia debe ser ácida como la lluvia ácida para causar esta reacción.
- Para ver si hay otras razones que provoquen agujeros en los fragmentos de mármol.
- Porque esto muestra que los fragmentos de mármol no reaccionan con cualquier líquido ya que el agua es neutra.

Son **respuestas parcialmente correctas** las que afirman que se hizo para compararlo con la prueba del vinagre y el mármol, pero no se explica claramente que esto se hace para mostrar que el ácido (vinagre) es necesario para la reacción.

- Para compararlo con el otro tubo de ensayo.
- Para ver si el fragmento de mármol cambia en agua destilada.
- Los estudiantes incluyeron este paso para mostrar lo que sucede cuando la lluvia normal cae sobre el mármol.
- Porque el agua destilada no es ácida.
- Para hacer un control
- Para ver la diferencia entre el agua normal y el agua ácida (vinagre).

Son **incorrectas** otras respuestas, como por ejemplo:

- Para mostrar que el agua destilada no era un ácido.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Identificar cuestiones científicas	
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	35,6%	26,7%
Porcentaje de omisión PISA 2006	17,3%	37,1%
Nivel de desempeño 2006	Respuestas correctas – Nivel 6	
	Respuestas parcialmente correctas – Nivel 3	
Puntaje PISA 2006	Respuestas correctas – 717	
	Respuestas parcialmente correctas – 513	

COMENTARIOS

En este ítem se les solicita a los alumnos que expliquen por qué en el experimento se coloca un pedazo de mármol en agua destilada lo que implica que deben comprender que es necesario mostrar que la reacción no ocurrirá en el agua pero sí en vinagre. Por lo tanto, esta pregunta se refiere al “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría “investigación científica”, ya que los estudiantes deben comprender que en un experimento es necesario que se utilice un control para comparar con los resultados obtenidos cuando se modifica alguna variable. Las respuestas parcialmente correctas son las que muestran conocimiento de que un experimento implica una comparación, pero no que el objetivo de este experimento es demostrar que el vinagre es un reactivo necesario. El área de aplicación trata del riesgo de la lluvia ácida, pero el experimento se refiere al individuo y, por lo tanto, el contexto es personal. Las respuestas correctas corresponden al Nivel 6 de la escala de desempeños en la capacidad “identificar cuestiones científicas”, pues implica comprender el modelo experimental empleado, así como articular el método utilizado para controlar una importante variable. Los estudiantes cuyas respuestas son parcialmente correctas son capaces de reconocer la comparación que se hace sin apreciar el objetivo que esta tiene, y por esto sus respuestas se ubican en el Nivel 3.

LLUVIA ÁCIDA Pregunta 4

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Saber qué actividades humanas contribuyen más a la producción de lluvia ácida.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) Aprender sobre tecnologías que reduzcan al mínimo la emisión de gases que causan la lluvia ácida.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
c) Entender los métodos que se emplean para reparar edificios dañados por la lluvia ácida.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia

COMENTARIOS

En este caso, esta pregunta indaga acerca del interés de los estudiantes en conocer y profundizar en temas relacionados a la lluvia ácida.

LLUVIA ÁCIDA Pregunta 5

¿Qué tan de acuerdo estás con las siguientes afirmaciones?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Muy de acuerdo</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>	<i>Muy en desacuerdo</i>
a) La conservación de ruinas antiguas debería basarse en evidencias científicas con respecto a las causas de los daños.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄
b) Las afirmaciones acerca de las causas de la lluvia ácida deberían basarse en investigaciones científicas.	☐ ₁	☐ ₂	☐ ₃	☐ ₄

Formato	Escala Likert
Actitud	Apoyo a la investigación científica

COMENTARIOS

Este ítem recaba información acerca de la opinión de los estudiantes referida al apoyo a la investigación científica en temas relacionados a la lluvia ácida.

EJERCICIO FÍSICO

El ejercicio físico constante, pero moderado, es bueno para nuestra salud.



EJERCICIO FÍSICO Pregunta 1

¿Cuáles son las ventajas del ejercicio físico constante? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada afirmación.

¿Es ésta una ventaja del ejercicio físico constante?	¿Sí o No?
El ejercicio físico ayuda a prevenir enfermedades del corazón y de la circulación.	Sí / No
El ejercicio físico conduce a una dieta sana.	Sí / No
El ejercicio físico ayuda a evitar el sobrepeso.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Las tres **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No, Sí.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	52.6%	39.6%
Porcentaje de omisión PISA 2006	0.3%	1.0%
Nivel de desempeño 2006	3	
Puntaje PISA 2006	545	

COMENTARIOS

Esta es una pregunta de elección múltiple compleja en la que los alumnos deben elegir entre Sí o NO en cada una de las opciones. Para responder correctamente deben elegir para los tres enunciados Sí, No, Sí, en ese orden. Esto implica que los estudiantes deben aplicar sus conocimientos para explicar algunas ventajas que aporta practicar ejercicio físico, por lo que la pregunta está evaluando la competencia “explicar fenómenos científicamente”. El área de aplicación es la salud y el contexto es personal. Su nivel de dificultad es superior a la media y la sitúa en la parte superior del Nivel 3 de la escala. En este nivel, los estudiantes son capaces de seleccionar los hechos y los conocimientos necesarios para poder explicar fenómenos, interpretar y utilizar conceptos científicos de diversas disciplinas y aplicarlos de forma directa.

EJERCICIO FÍSICO Pregunta 2

¿Qué sucede cuando los músculos se ejercitan? Encierra en un círculo “Sí” o “No” por cada afirmación.

¿Sucede esto cuando los músculos se ejercitan?	¿Sí o No?
Por los músculos fluye una mayor cantidad de sangre.	Sí / No
En los músculos se forman grasas.	Sí / No

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Ambas **respuestas correctas** en el siguiente orden: Sí, No.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción compleja	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	82,4%	72,2%
Porcentaje de omisión PISA 2006	0,6%	2,3%
Nivel de desempeño 2006	1	
Puntaje PISA 2006	386	

COMENTARIOS

Este ítem es un ejemplo del Nivel 1 en la competencia “explicar fenómenos científicamente”. Para responder correctamente los estudiantes han de recordar el funcionamiento de los músculos y, por tanto, saber que cuando estos órganos están activos reciben un mayor flujo sanguíneo y que las grasas no se forman cuando estos se ejercitan.

EJERCICIO FÍSICO Pregunta 3

¿Por qué tienes que respirar con mayor frecuencia cuando haces ejercicio físico que cuando descansas?

.....
.....

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

Se consideran **respuestas correctas** si afirman que es para eliminar niveles mayores de dióxido de carbono **y** para suministrar más oxígeno al cuerpo. (*No se acepta “aire” en lugar de “dióxido de carbono” u “oxígeno”*).

- Cuando haces ejercicio, tu cuerpo necesita más oxígeno y produce más dióxido de carbono. Eso se logra con la respiración.
- Respirar más rápido permite mayor oxigenación de la sangre y eliminar más dióxido de carbono.

También son correctas aquellas que explican que es para eliminar mayores niveles de dióxido de carbono del cuerpo **o** para suministrar más oxígeno, pero no ambos. (*No se acepta “aire” en lugar de “dióxido de carbono” u “oxígeno”*).

- Porque debemos deshacernos del dióxido de carbono que se incrementa.
- Porque los músculos necesitan oxígeno [*Esto quiere decir que el cuerpo necesita más oxígeno cuando realiza actividad física (usar los músculos)*].
- Porque el ejercicio físico consume oxígeno.
- Se respira más agitadamente porque se necesita más cantidad de oxígeno en los pulmones. (*Pobrementemente expresado pero reconoce que se necesita más oxígeno*).
- Si se usa mucha energía el cuerpo necesita doble o triple cantidad de aire inspirado. El cuerpo también necesita eliminar el dióxido de carbono (*Código 12 para la segunda frase, la implicación es que debe ser eliminado del cuerpo más dióxido de carbono que lo usual; la primera frase no es contradictoria, aunque por sí misma podría obtener un Código 01*).

Son **incorrectas** otras respuestas como:

- Para obtener más aire en los pulmones.
- Porque los músculos consumen más energía. (*No es lo suficientemente específica*)
- Porque el cuerpo necesita oxígeno. (*No se refiere a la necesidad de más oxígeno*).

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Respuesta construida abierta	
Capacidad	Explicar fenómenos científicamente	
Categoría de conocimiento	Sistemas vivos (conocimiento de la ciencia)	
Área de aplicación	Salud	
Contexto	Personal	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	45,2%	33,0%
Porcentaje de omisión PISA 2006	4,7%	10,4%
Nivel de desempeño 2006	4	
Puntaje PISA 2006	583	

COMENTARIOS

En esta pregunta de respuesta abierta los alumnos deben elaborar una explicación acerca de la relación entre el aumento de la frecuencia respiratoria y el aumento de la actividad física. Esto implica que reconozcan que al realizar una actividad física intensa las células necesitan más oxígeno, o que se necesita eliminar el dióxido de carbono generado. Puesto que deben recordar un concepto referido a la fisiología del cuerpo humano, para poder formular una explicación, la pregunta corresponde a un “conocimiento de la ciencia”, a la categoría “Sistemas vivos”. El área de aplicación es la «Salud» y el contexto es “personal”. Los alumnos han de centrarse en el conocimiento del cuerpo humano para relacionar el intercambio de gases que se produce en los pulmones con el aumento del ejercicio físico. Por tanto, se han de relacionar varias áreas de un conocimiento concreto para elaborar una explicación a este fenómeno, lo que sitúa la pregunta en el Nivel 4.

CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS

DEBE PROHIBIRSE EL MAÍZ GM

Grupos ecologistas exigen que se prohíba el nuevo maíz genéticamente modificado (GM).

Este maíz genéticamente modificado está diseñado para resistir a un nuevo herbicida muy potente que mata a las plantas de maíz convencionales. Este nuevo herbicida matará a la mayor parte de la maleza que crece en los maizales.

Los ecologistas afirman que debido a que esta maleza es alimento para animales pequeños, especialmente insectos, el uso del nuevo herbicida con el maíz GM será perjudicial para el ambiente. Los que apoyan el uso del maíz GM afirman que un estudio científico ha demostrado que esto no sucederá.

A continuación se presentan detalles del estudio científico mencionado en el artículo anterior:

Se plantó maíz en 200 campos de cultivo en todo el país.

Cada campo de cultivo se dividió en dos. En una de las partes se cultivó maíz genéticamente modificado (GM), tratado con el potente herbicida nuevo y, en la otra, el maíz convencional tratado con un herbicida convencional.

El número de insectos encontrados en el maíz GM, tratado con el nuevo herbicida, era aproximadamente el mismo que el número de insectos en el maíz convencional, tratado con el herbicida convencional.

CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS Pregunta 1

Se plantó maíz en 200 campos de cultivo en todo el país. ¿Por qué los científicos usaron más de un lugar?

- A Para que muchos agricultores pudieran poner a prueba el nuevo maíz GM.
- B Para ver cuánto maíz GM podían cultivar.
- C Para cubrir la mayor cantidad de tierra posible con el cultivo GM.
- D Para incluir distintas condiciones de crecimiento para el maíz.

VALORACIÓN DE LAS RESPUESTAS

La **respuesta correcta** es la opción D. Para incluir distintas condiciones de crecimiento para el maíz.

CARACTERÍSTICAS DE LA PREGUNTA

Formato	Múltiple opción	
Capacidad	Identificar cuestiones científicas	
Categoría de conocimiento	Investigación científica (conocimiento acerca de la ciencia)	
Área de aplicación	Fronteras de la ciencia y la tecnología	
Contexto	Social	
Porcentaje de respuestas correctas PISA 2006	OCDE	Uruguay
	73,6%	49,5%
Porcentaje de omisión PISA 2006	3,1%	11,0%
Nivel de desempeño 2006	2	
Puntaje PISA 2006	421	

COMENTARIOS

Esta pregunta ejemplifica el Nivel 2 para la competencia “identificar cuestiones científicas”. En ella los alumnos tienen que demostrar sus conocimientos sobre el diseño de experimentos científicos, por esto, corresponde al “conocimiento acerca de la ciencia”, a la categoría “investigación científica”. Para responder correctamente han de saber que el efecto del tratamiento (diferentes herbicidas) en el resultado (número de insectos) podría depender de factores ambientales. Por consiguiente, si se repite la prueba en 200 lugares diferentes se puede explicar la posibilidad de que algunos factores ambientales influyan en el resultado y enmascaren el efecto del tratamiento. Como el contexto de esta actividad se refiere a la modificación genética, esto la sitúa en el área de aplicación “Fronteras de la ciencia y la tecnología” y, como se relaciona a un país, se puede decir que tiene un contexto “social”.

CULTIVOS GENÉTICAMENTE MODIFICADOS Pregunta 2

¿Cuánto te interesa la siguiente información?

Marca sólo una opción en cada renglón.

	<i>Mucho</i>	<i>Más o menos</i>	<i>Poco</i>	<i>Nada</i>
a) Aprender cuál es el proceso para modificar las plantas genéticamente.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
b) Aprender por qué los herbicidas no perjudican ciertas plantas.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4
c) Entender mejor la diferencia entre la creación de híbridos y la modificación genética de las plantas.	☐ 1	☐ 2	☐ 3	☐ 4

Formato	Escala Likert
Actitud	Interés por adquirir conocimientos sobre la ciencia.

COMENTARIOS

Este ítem de actitudes pretende recabar la opinión de los estudiantes sobre su interés en conocer sobre la modificación genética de las plantas y sus consecuencias.

BIBLIOGRAFÍA

ANEP (2007). Uruguay en PISA 2006. Primeros resultados en Ciencias, Matemática y Lectura del Programa Internacional de Evaluación de Estudiantes. Montevideo.

ANEP (2005). La evaluación de la “Cultura Científica” en PISA 2003. Marco conceptual y actividades de las pruebas. Montevideo.

González Goñi, J (2005) EVALUACIÓN PISA 2006. Las Ciencias GOBIERNO DE NAVARRA Departamento de Educación

http://www.stecyl.es/informes/PISA2006/PISA206_Marco_Evaluacion_Navarra.pdf

ISEI-IVEI (2005). Primer informe de la evaluación PISA 2003. Resultados en Euskadi. Vitoria-Gasteiz: Gobierno Vasco, Servicio Central de Publicaciones.

<http://www.isei-ivei.net/cast/indexcas.htm>

Ministerio de Educación de Chile. Unidad de Currículo y Evaluación. Competencias para la vida. Resultados de los estudiantes chilenos en el estudio PISA 2000. LOM ediciones.

OECD (2009). Take the test: Sample questions from OECD’s PISA Assessments. Paris.

OCDE (2007). PISA 2006. Competencias Científicas para el mundo de mañana. Santillana, España.

OCDE (2006). PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Editorial Santillana

OCDE (2004). Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de problemas. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, INECSE.

OCDE (2002). Muestra de reactivos empleados en la evaluación. PISA 2000. Aptitudes para la Lectura, Matemáticas y Ciencias. Madrid: Aula XXI Santillana.

OCDE (2001). PISA. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el Proyecto PISA 2000. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, INCE.

<http://www.educacion.gob.es/ievaluacion/publicaciones/estudios-ie.html>

Pajares, R et al. (2004). Aproximación a un modelo de evaluación: el proyecto PISA 2000. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, INECSE.

<http://www.educacion.gob.es/ievaluacion/publicaciones/estudios-ie.html>