



Ministerio de
Educación
Presidencia de la Nación

DiNIECE

Dirección Nacional de
Información y Evaluación
de la Calidad Educativa



RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS PARA LA ENSEÑANZA

CIENCIAS NATURALES

Educación Secundaria-ONE 2007/2008
Pruebas de 2º/ 3º año y 5º/6º año.

RECOMENDACIONES METODOLÓGICAS PARA LA ENSEÑANZA

CIENCIAS NATURALES

Educación Secundaria-ONE 2007
Pruebas de 2°/3° año * y 5°/6° año.

*9° Año del Sistema Educativo Argentino contando desde el primer año de la escuela primaria.

AUTORIDADES

Presidenta de la Nación

Dra. CRISTINA FERNÁNDEZ DE KIRCHNER

Ministro de Educación

Prof. ALBERTO ESTANISLAO SILEONI

Secretaria de Educación

Prof. MARÍA INÉS ABRILE DE VOLLMER

Subsecretario de Planeamiento Educativo

Prof. EDUARDO ARAGUNDI

Directora Nacional de Información
y Evaluación de la Calidad Educativa

Dra. LILIANA PASCUAL

COORDINADORA DE EQUIPOS PEDAGÓGICOS DE EVALUACIÓN
Y RELACIONES INTERJURISDICCIONALES:

Mg. Mariela Leones

ELABORADO POR:

Equipo del Área de Ciencias Naturales

Mg. Elizabeth Liendro
Prof. Norma Mustaccioli
Lic. Florencia Carballido
Prof. Mariano Piedrabuena

LECTURA CRÍTICA:

Dra. Elsa Meinardi

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

*Karina Actis
Juan Pablo Rodriguez
Coralía Vignau*

Agradecemos la lectura y los aportes de:

- *Áreas Curriculares de la Dirección de Gestión Curricular del Ministerio de Educación*
- *Equipo del Área de Evaluación de la DiNIECE, Dra. Alicia Cayssials y Prof. Andrea Novembre*

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	7
PARTE I	
La evaluación en el Sistema Educativo	9
La evaluación en las Ciencias Naturales	9
Desempeños y Niveles de desempeño	10
Las enseñanzas y los aprendizajes	11
El rol docente	13
PARTE II	
Análisis de ítems cerrados de 2º/ 3º año.....	15
Análisis de ítems abiertos 2º/3º Año de la Educación Secundaria	24
La habilidad de explicar	24
Análisis de ítems cerrados del último año del nivel secundario.....	27
Análisis de ítems de respuesta abierta de fin de la Educación Secundaria	35
Actividades experimentales	35
Sugerencias en la WEB.....	38
Bibliografía	39

INTRODUCCIÓN

Los Operativos Nacionales de Evaluación (ONE) se desarrollan en el marco de la evaluación de la calidad educativa, por tanto uno de sus objetivos es obtener información acerca de los aprendizajes de los estudiantes que cursan el nivel primario y secundario en el sistema educativo argentino. El aporte de dichos datos es un insumo interesante para proponer estrategias de enseñanza.

A través del presente documento se quiere hacer llegar a los profesores y profesoras los resultados obtenidos en el ONE 2007- etapa 2008*, y analizar contenidos relevantes para las **Ciencias Naturales** representativos de las mayores dificultades que tienen los estudiantes para responder eficientemente a las situaciones problemáticas que proponen los instrumentos de evaluación.

En la primera parte se explicitan algunas cuestiones relacionadas con las características de las evaluaciones del sistema educativo, los instrumentos aplicados, los contenidos y capacidades cognitivas evaluadas. También se presentan las bases de una propuesta de cómo trabajarlos en el aula y se hace referencia al rol del docente.

La segunda parte presenta una muestra de ítems cerrados y otra de ítems abiertos con un análisis de los resultados y sugerencias didácticas para su enseñanza.

Compartir los resultados del ONE 2007 con los docentes es un compromiso del Ministerio de Educación con los docentes y se espera que la información resulte útil para la reflexión de su práctica en el aula.

** En el área de Ciencias Naturales, en el año 2007 se aplicó el ONE a 3° y 6° de Primaria, en el 2008 se aplicó a 2°/3° y último año del nivel secundario.*

PARTE I

La Evaluación del Sistema Educativo

Las evaluaciones que se realizan al sistema educativo, en donde se enmarca el Operativo Nacional de Evaluación (ONE), responden a un momento de la vida escolar del alumno que involucra los aprendizajes de determinados contenidos y habilidades cognitivas considerados básicos para la formación ciudadana; es como una fotografía que toma el Ministerio de Educación a un grupo de estudiantes representativos de todos los destinatarios de la educación argentina, para obtener información que permita analizar el nivel de los aprendizajes que se producen en el sistema escolar.

Las evaluaciones del sistema educativo, a su vez, se caracterizan por ser masivas y, por razones operativas, utilizan instrumentos de lápiz y papel, lo cual permite obtener información sobre algunos tipos de aprendizajes y no de todos los implicados en la enseñanza de las Ciencias Naturales.

Por otro lado, en estas evaluaciones, la necesidad de evaluar ciertos aprendizajes de las Ciencias Naturales se relaciona con conocer cuán preparados están los estudiantes para participar en el mundo de la ciencia y la tecnología. Para ello, se consideran algunas temáticas fundamentales de estas ciencias que todo estudiante que curse la enseñanza media debería aprender o, dicho de otra manera, se consideran los contenidos esenciales que la institución educativa tiene el deber y compromiso de enseñar, para la formación de los futuros ciudadanos y posibles productores y/o consumidores de ciencia y tecnología.

Concretamente, en el ONE 2007 se evaluaron 313.440 alumnos de 2º/3º año* de la educación secundaria y 171.548 alumnos del último año del nivel secundario. En cada nivel se aplicaron 3 cuadernillos, cada alumno respondió sólo uno de ellos.

Cada cuadernillo contenía 30 ítems o ejercicios: en 2º/3º año incluía 28 ítems cerrados o de selección de respuesta (opción múltiple), y 2 ítems abiertos o de construcción de respuesta. Mientras que la prueba de Fin de la Educación Secundaria, incluía 27 ítems cerrados o de selección de respuesta y 3 ítems abiertos o de construcción de respuesta.

La Evaluación de las Ciencias Naturales

La evaluación de las Ciencias Naturales contempla contenidos y capacidades cognitivas características del área. Si bien en el nivel secundario existen una diversidad de Programas de estudio que dificulta la selección de contenidos para evaluar a estudiantes de todo el país, se considera que los documentos aprobados por el Consejo Federal de Educación son un soporte curricular para todas las provincias, junto a los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAPs, Ministerio de Educación, Ciencia y tecnología, 2006), los Contenidos Básicos Comunes para el nivel secundario (CBC, Ministerio de Cultura y Educación de la Nación, 1995), los diseños curriculares y los libros de texto más utilizados.

** Se aplica en 9º año del Sistema Educativo Argentino contando desde el 1er. año de la escuela primaria.*

Los contenidos evaluados responden a los cuatro bloques que integran el área de las Ciencias Naturales:

- Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios.
- Los fenómenos del mundo físico.
- Estructura y cambios de la materia.
- La Tierra, el Universo y sus cambios.

En cuanto a las capacidades cognitivas, en el ONE 2007 se consideraron las cinco capacidades que a continuación se detallan:

Reconocimiento de datos y hechos: capacidad cognitiva de identificar datos y/o hechos en un conjunto de información mediante la utilización de conocimientos que el alumno posee.

Reconocimiento de conceptos: capacidad cognitiva de identificar conceptos y principios por medio de ejemplos, casos, atributos o definiciones de los mismos o viceversa; identificar ejemplos, casos, atributos o definiciones a partir de conceptos y principios dados.

Comunicación: capacidad cognitiva de interpretar información y expresar procedimientos y resultados.

Interpretar información:

- Comprender enunciados, cuadros, gráficos.
- Interpretar símbolos, consignas, informaciones.
- Manejar el vocabulario de las Ciencias Naturales.
- Traducir de una forma de representación a otra, de un tipo de lenguaje a otro.

Expresar o emitir procedimientos y resultados:

- Plantear una situación problemática.
- Describir la solución de una situación problemática.
- Redactar una fundamentación.
- Completar un cuadro, un mapa, etc.
- Producir un texto, un cuadro, un mapa, un gráfico, una tabla, etc.
- Expresarse con un adecuado vocabulario de la disciplina.
- Describir las distintas etapas de una construcción científica.

Análisis de situaciones: Capacidad cognitiva de reconocer relaciones y/o de seleccionar cursos de acción que requieren la aplicación de conceptos y/o principios y/o información previamente adquiridos.

Reconocimiento de valores: Capacidad cognitiva de elegir conductas de acuerdo con valores en situaciones vinculadas con la responsabilidad social e identificar valores implícitos o explícitos en discursos y prácticas.

Desempeños y Niveles de Desempeño

La construcción de los ítems o preguntas de los instrumentos del ONE se basan en la relación entre un contenido y una, o más, capacidades cognitivas; es decir, las preguntas no remiten a responder apelando sólo a la memoria, más bien apuntan a valorar si el alumno sabe qué hacer o cómo utilizar su conocimiento. A esta relación entre contenido y capacidad cognitiva se la denomina *desempeño*.

El desempeño responde entonces a la pregunta ¿qué necesita saber y ser capaz de hacer el estudiante del nivel secundario para utilizar conocimientos e interpretar contenidos de las Ciencias Naturales?

En el desempeño se explicita el contenido y la capacidad cognitiva a evaluar. Así cada ítem o pregunta se enfoca en un desempeño y la expresión de la diversidad de ellos permite tener una visión global de lo que evalúa una prueba.

A su vez, los desempeños se organizan en *niveles*, los cuales se relacionan con el grado de dificultad de los ítems. Esta dificultad puede deberse al contenido, a la capacidad cognitiva o a ambos.

La evaluación de Ciencias Naturales del ONE 2007 contemplaba ítems o preguntas con tres niveles de desempeño: **Alto, Medio y Bajo**; esto permite tener un mapa de distribución de los aprendizajes de los estudiantes según distintos niveles de complejidad. A continuación, presentamos las definiciones operativas de los tres niveles de desempeño considerados:

Nivel Alto: Los alumnos son capaces de resolver problemas donde reconocen y contextualizan la situación problemática, identifican los componentes y los relacionan, establecen estrategias de solución y fundamentan o justifican lo realizado basándose en evidencias.

Nivel Medio: Los alumnos establecen relaciones conceptuales, donde además de reconocer, describir e interpretar los conceptos los aplican a una situación planteada. También son capaces de reflexionar sobre sus relaciones. En este nivel los estudiantes deben ser capaces de interpretar, organizar información proveniente desde distintos formatos (tablas, gráficos, esquemas o símbolos) y expresar argumentos o conclusiones a partir de evidencias.

Nivel Bajo: Los alumnos resuelven situaciones que implican el uso de capacidades cognitivas de carácter instrumental básico, tales como reconocer, identificar, describir e interpretar conceptos de las Ciencias Naturales.

Los niveles de desempeño son inclusivos, esto quiere decir que si un alumno es capaz de responder correctamente ítems del nivel alto, también es capaz de responder adecuadamente los del nivel medio y bajo. Igualmente los estudiantes que responden bien los ítems de nivel medio, son capaces de responder el nivel bajo, pero aún no llegan a responder adecuadamente el nivel alto.

Las Enseñanzas y los Aprendizajes

En los datos obtenidos a través de las evaluaciones de Ciencias Naturales ONE 2007 se puede observar que los estudiantes presentan mayores dificultades en las capacidades básicas del pensamiento científico, tales como relacionar datos, conceptos y variables que están implícitos en las preguntas.

Si bien, la información de estos datos es necesaria para analizar la situación de la enseñanza de las Ciencias Naturales, no es suficiente para orientar estrategias en su enseñanza. A fin de cuentas, los datos no son la realidad, se trata de información válida y confiable para analizarla. Es por esto que nos sentimos comprometidos no sólo a transmitir

los resultados del ONE 2007, sino también a proponer una estrategia metodológica que contribuya al trabajo conjunto de alumnos y docentes.

La siguiente propuesta se basa en las teorías de las ciencias cognitivas y neurociencias en relación a cómo aprenden las personas (Pellegrino, Chudowsky y Glaser, 2001). Las investigaciones concluyen que los estudiantes aprenden mejor cuando se encuentran en un ambiente en el cual pueden elaborar en forma activa su propio entendimiento de los nuevos conceptos científicos que van conociendo. Esta forma activa se relaciona con el desarrollo de un ciclo que, de alguna manera, sustituye a la estructura y a la tradicional metodología de "etapas del método científico". El llamado Ciclo del aprendizaje científico (National Science Resource Center NSRC, 1998) contempla cuatro procesos fundamentales que debe realizar el estudiante para aprender un contenido (Fig. 1). No importa por cuál de los procesos comience. Si comienza por aplicar un conocimiento a una nueva situación, los alumnos tendrán que hacer preguntas y plantear dudas con respecto a lo que sucede en esa nueva situación, tendrán que hacer predicciones de las causas de ese nuevo suceso, buscar información o hacer otra actividad que pueda contrastar o aportar evidencias para fundamentar una conclusión; lo importante es hacer todo el ciclo.



Fig. 1 Ciclo del aprendizaje (NSRC, 1998. Washington)

Ejemplificamos el uso de este ciclo en el Bloque Estructura de la materia:

Los estudiantes generalmente piensan que, si dos volúmenes de líquidos se juntan el volumen total es la suma de los volúmenes parciales. Si aplicamos este conocimiento a una nueva situación, podría ser la siguiente:

Mostrar a los estudiantes una probeta o recipiente graduado con 50 ml de agua y otro recipiente igual con 50 ml de alcohol etílico. Preguntar, si junto el agua y el alcohol, ¿cuál será el volumen total?

Anotar las respuestas de los estudiantes, en general la predicción de ellos es 100 ml. Luego pedir por grupo que realicen la experiencia: junten 50 ml de agua y 50 ml de alcohol, en la práctica se observa alrededor de 98 ml. Preguntar si el resultado coincide con la predicción y ¿por qué 50 ml de agua más 50 ml de alcohol no da un volumen de

100 ml? Los estudiantes deberán comenzar a indagar a qué se debe que el volumen no corresponde a lo esperado. Puede ayudarlos con la pregunta: ¿cómo es la disposición de las moléculas de agua y de alcohol en la mezcla?

A su vez, la propuesta de enseñanza tiene que complementarse con la concepción de aprendizaje activo que se propone. Para la enseñanza también se propone un ciclo que contenga en las estrategias del trabajo en el aula, los tiempos, espacios y materiales necesarios y suficientes para que los estudiantes tengan la oportunidad de aprender (Fig.2). La enseñanza de un contenido científico tendría que pasar por todas las partes del siguiente ciclo de enseñanza:

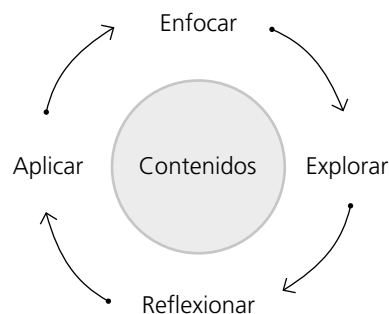


Fig. 2 Ciclo de la enseñanza

- Enfocar: Tener claridad sobre qué se quiere enseñar y poner el foco de la clase en ello.
- Explorar: Dar espacios, tiempos, materiales y estrategias cognitivas para que los estudiantes exploren en forma directa los objetos, organismos y fenómenos de la ciencia.
- Reflexionar: Dar espacios y tiempos para que los estudiantes analicen sus observaciones y los datos recolectados, revisen sus apreciaciones originales relacionadas con el fenómeno investigado y desarrollen nuevas explicaciones para lo que han observado.
- Aplicar: Proponer actividades para que los estudiantes apliquen su nueva capacidad de entendimiento a situaciones novedosas.

El rol del docente

Si bien los estudiantes piensan por sí mismos, el docente puede contribuir a que ellos expresen y compartan sus ideas. Si los alumnos pasan el tiempo repitiendo hechos pasivamente, es decir, copiando o aplicando de memoria una fórmula, concepto o relación sin entenderla, no solo podrían desarrollar concepciones equivocadas acerca de cómo construir el conocimiento, sino que además es posible que no refuerce el desarrollo de habilidades necesarias para su propio aprendizaje.

El aprendizaje de las ciencias es una actividad de colaboración y de resolución de problemas, que sucede a través de la construcción progresiva del conocimiento individual. La transferencia de información es sólo una parte del aprendizaje.

El procesamiento de la información puede ser enseñado como la manera en que las personas unen y organizan la información del medio a fin de formar patrones útiles que puedan emplearse para explicar y predecir hechos de sus experiencias. Apuntan al crecimiento intelectual que se logra mediante la investigación activa por parte de los alumnos más que al desarrollo emocional o social del individuo (Eggen y Kauchak, 1999).

La participación del docente es fundamental para establecer en el aula las condiciones necesarias para que los estudiantes pongan sus mentes en acción, el aprendizaje ocurre en la mente de cada persona y es una construcción personal y única (Bruer, 2000). Por lo cual hay que proponer estrategias para que los estudiantes aprendan haciendo, realizando sus propias observaciones, usando sus propios datos, sacando conclusiones en relación a su trabajo y buscando y comparando con teorías que sustenten sus evidencias, como también respetando la opinión de los otros y manteniendo un escepticismo sano.

PARTE II

A continuación se presentan ejemplos de ítems cerrados con un análisis de los resultados obtenidos en la aplicación del ONE 2007- etapa 2008.

Análisis de ítems cerrados de 2°/3° de la Educación Secundaria

Item I

¿De dónde obtienen oxígeno para la respiración, las plantas completamente sumergidas en el agua?

A) Del aire que rodea al estanque.

B) Del aire disuelto en el agua.

C) De la molécula de agua.

D) Las plantas sumergidas no respiran.

Se trata de un ítem de nivel **Alto**. Corresponde al Bloque *Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios*, al contenido *intercambio de materia y energía en los ecosistemas*, y a la capacidad cognitiva de *reconocimiento de conceptos*.

Este ítem requiere que los estudiantes reflexionen acerca de las características de la respiración, de la composición del agua y su relación con el medio donde se encuentra. Si bien cuando se piensa en el agua se asocia con su composición química (H_2O), pocas veces se analiza que el agua es un líquido que está en permanente contacto con el aire, como con otras sustancias y, por lo tanto, forma mezclas.

En las clases de ciencias es poco frecuente analizar el contexto natural donde se desarrollan los procesos fisiológicos de los organismos, en general, son procesos bioquímicos,

Valores en porcentajes del ONE 2007:

A)	14,16 %
B)	Resp. Correcta 30,53 %
C)	44,50 %
D)	9,51 %

pero como estrategia metodológica se tiende a aislar el proceso. Esto puede contribuir inicialmente a la comprensión, sin embargo, quedarse sólo en este nivel entorpece un análisis más complejo que tiene que ver con el entorno en el que se producen los procesos.

Si los resultados obtenidos a nivel nacional representaran a su curso, tendría que el 40% de sus estudiantes considera que el oxígeno proviene del agua y que es posible la separación espontánea de átomos que conformaban la molécula de agua. Este supuesto lleva a preguntarnos ¿qué pensarán los alumnos en relación a la estabilidad de las moléculas?, ¿cómo interpretan los enlaces químicos?

Para ayudarlos en la orientación de un pensamiento reflexivo, proponga el ítem siguiente: ¿De dónde obtienen oxígeno para la respiración, las plantas completamente sumergidas en el agua? Espere que todos los alumnos escriban una respuesta, y la compartan con el resto del curso. Guíelos en su pensamiento con preguntas como: ¿qué características moleculares tienen los líquidos en relación a los sólidos?, ¿los líquidos se pueden mezclar con gases?, ¿si el planeta Tierra está rodeado de aire, cómo influye en las características de los materiales?, ¿es posible que la molécula de agua rompa sus enlaces naturalmente para liberar el O₂?, ¿qué pasa con los átomos de hidrógeno que quedan?

Pídales que busquen información en textos científicos para comparar con las respuestas dadas desde sus conocimientos o que les den pistas para organizar otras nuevas. La búsqueda autónoma de información es parte del aprendizaje, identificar en un texto aquellos datos que aportan evidencias o teoría para completar un argumento es importante en el desarrollo cognitivo del aprendizaje. En síntesis, la idea es que los estudiantes contrasten su respuesta con información científica.

Si los estudiantes necesitan visualizar un modelo, podría llenar un recipiente con bolitas (vidrio, telgopor), el recipiente representa la laguna, las bolitas representan moléculas de agua y la pregunta sería: ¿qué hay en los espacios que quedan entre las bolitas?

Es importante que los estudiantes, luego del proceso de análisis, vuelvan a responder la pregunta y refuten cada una de las opciones erróneas del ítem.

Item 2

Un hombre pesa seis veces menos en la Luna que en la Tierra ¿A qué se debe este fenómeno?

- A) El peso disminuye a medida que nos alejamos de la Tierra.
- B) La Luna tiene menor masa que la Tierra y ejerce una fuerza de atracción más débil.
- C) La Luna tiene más masa que la Tierra y el peso es inversamente proporcional.
- D) El peso disminuye porque disminuye la masa del hombre.

Este ítem de nivel **Medio** corresponde al Bloque *Los fenómenos del mundo físico*, el contenido a las *fuerzas de contacto y fuerzas a distancia*; y a la capacidad cognitiva *reconocimiento de conceptos*.

La pregunta evalúa la relación entre la masa de un cuerpo y la fuerza gravitatoria. Si bien más del 40% de los estudiantes evaluados respondieron correctamente, hay un 26% que elige la alternativa D, la cual muestra confusión entre los conceptos de peso y masa como proporcionales y como magnitudes equivalentes. Esta similitud masa-peso, es una de las ideas intuitivas más frecuentes en los estudiantes. En general no tienen en cuenta que la masa es un invariante relativista mientras que el peso de un cuerpo depende del lugar dónde se esté.

En la opción A se hace referencia a que en el espacio los cuerpos no pesan, es decir, que los objetos que se encuentran en el espacio flotan porque la gravedad es muy pequeña o nula, o bien señala que la fuerza de atracción gravitatoria se anula con la fuerza centrífuga que actúa sobre el cuerpo. Los estudiantes que eligieron esta opción, tal vez no estarían considerando que cualquier objeto en la órbita terrestre se encuentra sometido a la atracción gravitatoria terrestre que en todo momento es perpendicular a la trayectoria circular que describen en torno a la Tierra. Como sabemos, si en un momento dado esa fuerza dejase de existir, el cuerpo seguiría moviéndose en línea recta y con la velocidad que llevase en ese instante, tal y como se afirma en el primer principio de la dinámica. Es precisamente la existencia de esa fuerza gravitatoria lo que explica que la velocidad del objeto orbital vaya cambiando continuamente de dirección.

Los estudiantes que optaron por la respuesta C pudieron ignorar o desconocer la masa de la Tierra y de la Luna y la eligieron porque dice que el peso es inversamente proporcional.

La confusión entre masa y peso viene desde el uso cotidiano del concepto de peso que los estudiantes construyen desde su infancia, incluso usan peso con una unidad de masa (ejemplos: "mamá compró un kilo de pan", "peso 50 kilos"). Esta construcción conceptual les es útil para desenvolverse en la vida, pero el problema surge cuando en las clases de física les enseñan que es un error confundir las unidades de peso y masa ya que tienen distintos significados. ¿Cómo puede el alumno disociar entre su construcción conceptual, útil para su vida, y una nueva usando las mismas palabras?

Una estrategia es dar a leer un texto muy simple, como el que se transcribe a continuación, a partir del cual los estudiantes escriben su definición de masa y peso, la exponen al resto del curso y entre todos llegan a explicar las diferencias entre un concepto y otro.

*La **masa** es la medida de cuánta materia hay en un objeto. Tu masa es la misma no importa si estas en la Tierra, en la Luna, o flotando en el espacio, porque la cantidad de materia de que estás hecho no cambia, pero tu peso depende de cuánta fuerza gravitatoria esté actuando sobre él en ese momento (lo mismo para cualquier objeto). Pero si permanecemos en la Tierra, la gravedad es siempre la misma, con lo que siempre tendremos el mismo peso.*

*El **peso** es una medida de cuánta fuerza ejerce la gravedad sobre la masa de un objeto.*

Mucha gente confunde las magnitudes de masa y peso, el motivo de esta confusión está en el uso extendido de una unidad de fuerza llamada kilopondio (kp), que es la fuerza con la que la Tierra atrae a un kilogramo de masa situado

Valores en porcentajes
del ONE 2007:

A)	17,39 %
B)	<i>Resp. Correcta</i> 44,66 %
C)	10,20 %
D)	25,88 %

en su superficie. Un kg de masa pesa 1 Kp en la Tierra.

Un kilopondio o kilogramo-fuerza, es la fuerza ejercida sobre una masa de 1 kg (kilogramo masa según se define en el Sistema Internacional) por la gravedad estándar en la superficie terrestre, esto es $9,80665 \text{ m/s}^2$. En definitiva, el kilogramo-fuerza (o kilopondio) es el peso de un kilogramo de masa en la superficie terrestre, expresión poco utilizada en la práctica cotidiana. Nunca escucharemos decir: "yo peso 70 kilopondios o kilogramos-fuerza" (que sería lo correcto si utilizamos el Sistema Técnico de Unidades) o: "yo peso 686 newtons" (si utilizamos el Sistema Internacional), sino que lo común es decir: "yo peso 70 kilogramos o kilos" (unidad de masa del SI), a pesar de que, en realidad, nos estamos refiriendo a kilogramos-fuerza, y no a kilogramos de masa. En lo anterior, debemos interpretar a la expresión "kilos" como acortamiento coloquial de **kilogramos-fuerza o kilopondios**, ya que estamos hablando de un peso; es decir, de una fuerza y no de una masa" (www.areaciencias.com)

Luego del debate entre los conceptos, es conveniente poner en práctica los usos científicos de ellos. Por ejemplo, proponerles que analicen el funcionamiento de una báscula, los estudiantes proponen todas las fuerzas que intervienen cuando una persona sube a la báscula, como también que significa la cantidad que marca la báscula. Es conveniente que haga preguntas como: si la báscula estuviera en la luna, ¿cómo sería nuestro peso y nuestra masa?. Trate de comparar ambos conceptos, masa y peso, al mismo tiempo para que los estudiantes puedan apropiarse de los significados científicos.

Item 3

Un aparato de investigación meteorológica está unido a un globo inflado con helio que lo eleva. ¿Por qué se infla el globo con helio y no con aire?

- A) Porque el helio es más denso que el aire.
- B) Porque el helio es menos denso que el aire.
- C) Porque con aire se elevaría demasiado y explotaría.
- D) Porque con aire el viento lo arrastraría con facilidad.

Valores en porcentajes
del ONE 2007:

A)	28,51 %
B)	<i>Resp. Correcta</i> 31,00%
C)	11,62 %
D)	26,65 %

Este ítem de nivel **Medio** corresponde al Bloque *Estructura y cambios de la materia*, al contenido *variables macroscópicas de la materia*; y a la capacidad cognitiva de *análisis de situación*.

Para responder correctamente este ítem, los alumnos evaluados tienen que tener noción acerca de qué es la densidad y deducir qué es lo que ocurre cuando existe una diferencia de densidades entre dos materiales, en este caso gases. Para contestarlo correctamente no se requiere conocer la densidad del helio, ni la del aire; los estudiantes deben deducir que si el globo inflado con aire se eleva menos que si se inflara con helio, esto implica que tienen diferentes densidades.

Al elegir la opción A, los estudiantes pudieron equivocarse porque asocian que si un gas

es más denso se eleva más. Este dato es interesante para replantearse estrategias de enseñanza que contradigan o entren en conflicto con esa asociación.

El helio posee menor densidad que el aire, por lo tanto, tenemos un fluido encerrado en un globo, tratando de encontrar su equilibrio dentro de otro fluido, en este caso, la atmósfera.

La elección de la opción C muestra que algunos alumnos asocian una mayor altura con mayor temperatura, tal vez con una aproximación al Sol, y en este sentido el globo podría explotar por aumento de energía de las moléculas que forman el aire. Es un razonamiento lógico, pero conceptualmente erróneo.

Quien marca la opción D no responde a la pregunta, pero es posible que al presentar un vocabulario cotidiano se hayan inclinado por ella más de un cuarto de los estudiantes de la muestra evaluada. Esta concepción de que un globo vuela con aire a temperatura ambiente radica en la mera observación de objetos arrastrados por el viento.

Una de las dificultades que tienen los estudiantes para comprender la densidad del aire, es que ni siquiera consideran que tiene masa o volumen, al ser algo invisible. En el trabajo del Programa Ciencia y Tecnología para niños, del Centro Nacional de Recursos para la Ciencia del Smithsonian Institution, se detectaron los siguientes errores de interpretación con respecto a la densidad de los gases:

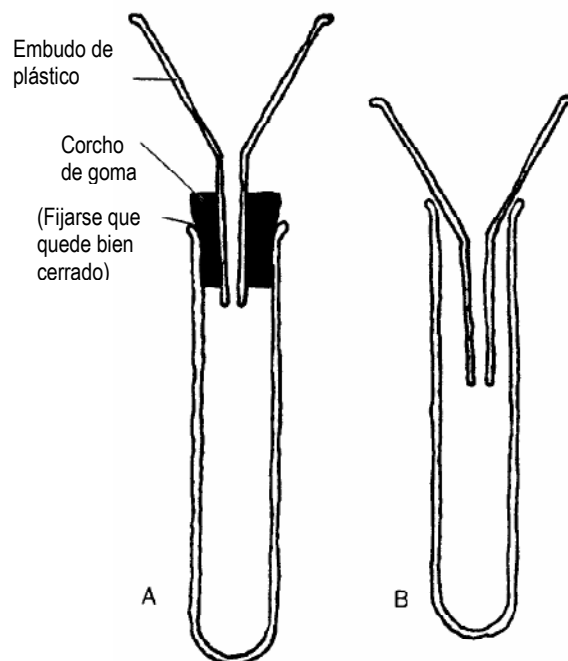
- Los estudiantes pueden asociar incorrectamente el término gas con los gases de combustión tales como el gas licuado.
- Los estudiantes pueden considerar incorrectamente que el aire tiene masa negativa o peso negativo ya que lo asocian con flotar.
- Los estudiantes pueden pensar incorrectamente que los objetos que flotan en el aire desafían la gravedad.
- Los estudiantes pueden considerar incorrectamente que la presión del aire y la presión del gas son lo mismo que la densidad. Muchos alumnos que han estado expuestos al concepto presión de aire en un contexto meteorológico pueden usar este término sin entender que en realidad se relaciona a la fuerza por unidad de área. La presión del aire se mide en newton por metro cuadrado o en Pascal o también se puede medir en una variedad de otras unidades incluyendo atmósferas o milímetros de mercurio. Este concepto es muy diferente al de la densidad, el cual es una medida de masa por unidad de volumen, sin embargo existe una relación entre presión y densidad: un gas a alta presión es más denso que un gas a baja presión ya que las partículas del gas a alta presión están más juntas.

Una de las maneras de lograr que los estudiantes le otorguen sentido de objeto al aire, como a los demás gases, es hacer actividades que impliquen visualizar volumen y masa en gases. Un ejemplo, es:

Construya el siguiente dispositivo:

Dos tubos de ensayo, uno con un embudo y el otro con un embudo inserto en un corcho de goma. Vierta igual cantidad de agua en uno que en otro. En el tubo de ensayo A el agua permanece arriba en el embudo porque el tubo contiene aire y en el tubo de ensayo B el agua desplaza al aire y baja.

Los estudiantes tendrán que analizar, ¿por qué en el tubo A el agua no baja y en el tubo B sí lo hace?



Item 4

Analizá la siguiente tabla en la que se presentan datos sobre la cantidad de hierro que necesitan las personas en su dieta.

	Necesidad y aporte necesario de hierro (mg)			
	Hombre	Mujer	Embarazada	Adolescente
Necesidad diaria de hierro	0,5 – 1	0,7 – 2	2 – 4,8	1 – 2

¿Qué conclusiones se pueden obtener?

- A) Que los adolescentes son los que más hierro necesitan porque están en la época de crecimiento.
- B) Que las mujeres embarazadas son las que necesitan mayor cantidad de hierro.
- C) Que los hombres necesitan mucho más hierro que las mujeres.
- D) Que a medida que aumenta la edad tanto los hombres como las mujeres necesitan más hierro.

Este ítem de nivel **Bajo** corresponde al Bloque *Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios*; el contenido a *las funciones metabólicas en los seres humanos*; y la capacidad cognitiva se enfoca en la *comunicación*, específicamente en la *interpretación de datos de una tabla*.

Para responder correctamente el ítem, los estudiantes no necesitan un conocimiento específico de la función del hierro en el organismo, ya que lo que se espera es la interpretación de los datos de la tabla. La lectura e interpretación de este tipo de formato es fundamental en el aprendizaje de las ciencias, como también necesarias para comprender información de divulgación masiva.

Si bien más de la mitad de los estudiantes evaluados selecciona la respuesta correcta, más del 40% (A+D) elige opciones no sustentadas por los datos de la tabla, se podría interpretar que optan por estas opciones por la afirmación que contienen más que por su relación con los datos de la tabla.

Es importante que los alumnos puedan analizar una situación con los datos de un texto independientemente de los supuestos que tengan.

Los estudiantes tienen dificultad en comprender información frecuentemente presentada en tablas o gráficos, este es un obstáculo para la enseñanza de las ciencias, por lo tanto, hay que reforzar constantemente este tipo de trabajo.

Valores en porcentajes del ONE 2007:

A)	21,11 %
B)	<i>Resp. Correcta</i> 52,60 %
C)	3,42 %
D)	21,44 %

Es recomendable que los alumnos realicen actividades en las que lleven sus observaciones a diferentes formatos de información.

Un ejercicio relacionado con el desarrollo de estas capacidades puede realizarse a partir de actividades en las que deban utilizar y transformar la información de un formato a otro. Damos dos ejemplos de distinta complejidad.

El primero es un ejemplo sobre deforestación en la Argentina:

La siguiente tabla muestra las superficies de bosque nativo en diferentes provincias de la Argentina en los años 1998 y 2006.

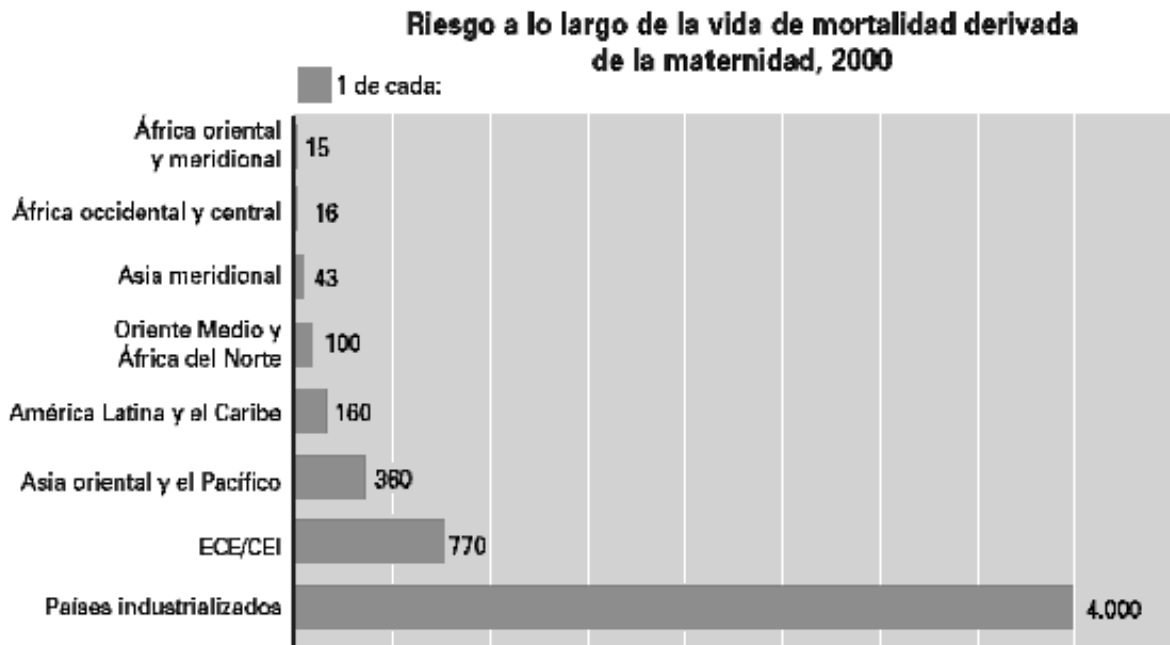
Provincia	Superficie de Bosque nativo (ha)	
	1998	2006
Chaco	5.107.780	4.811.975
Córdoba	1.108.769	885.165
Formosa	3.073.011	3.021.823
Salta	7.235.736	6.516.771
Santa Fe	554.799	519.027
Santiago del Estero	6.608.826	5.678.608

A partir de los datos de la tabla, puede pedirse a los alumnos que construyan un gráfico. Si bien esta tabla sólo incluye dos series de datos, debemos tener en cuenta que la realización de un gráfico incluye varias decisiones previas: deben elegir el tipo de gráfico más adecuado para representar estos datos, el orden en el que se mostrarán los datos y la escala más conveniente para representar estos valores.

Es importante que los distintos alumnos realicen su propia experiencia al tomar estas decisiones, ya que así es como pueden aprender a construirlo a partir de sus propias dificultades, no siguiendo pautas que no responden a su propia lógica. También es interesante el trabajo en el sentido opuesto, es decir, que a partir de un gráfico los alumnos deban reconstruir una tabla. Si bien a simple vista esta tarea puede parecer mucho más sencilla, es una manera más en la que los alumnos pueden desarrollar habilidades, como ordenar y organizar información presentada en otro formato.

Luego de estas actividades sería interesante que distintos alumnos extraigan conclusiones del gráfico o de la tabla, para evidenciar las diferencias en la forma de percibir información en cada caso, y qué tipo de conclusiones resultan más evidentes en cada uno de los formatos. A partir de allí, se puede pensar en el por qué de la conveniencia de utilizar uno u otro con distintos objetivos.

El segundo ejemplo, muestra un nivel de complejidad mayor en cuanto a la presentación de la información:



Nota: El riesgo a lo largo de la vida de mortalidad derivada de la maternidad tiene en cuenta la probabilidad de quedarse embarazada y la probabilidad de morir como resultado del embarazo, acumuladas a lo largo de los años de fecundidad de la mujer.

Fuente: Organización Mundial de la Salud y UNICEF. Los datos en que se basa este Gráfico pueden encontrarse en las Tablas Estadísticas de este informe, página 98.

El ejemplo implica una interpretación distinta a lo que están acostumbrados los alumnos, ya que el gráfico propone una relación. Lo que podría ser inicialmente aparente (países industrializados / más mortalidad), resulta ser todo lo contrario.

Este caso es interesante ya que pone en juego la coherencia entre los datos del gráfico, las conclusiones de los alumnos y los argumentos que pueden sostener estas conclusiones. Podría trabajarse en grupo en cada una de estas etapas: Reconocimiento de datos del gráfico, Elaboración de conclusiones y Explicación del patrón observado y, luego, analizar en conjunto las distintas respuestas haciendo especial énfasis en que todos perciban la coherencia de estas tres etapas. También puede compararse, por ejemplo, el riesgo de mortalidad derivada de la maternidad para mujeres de América Latina y el Caribe en comparación con mujeres de países industrializados.

Análisis de ítems abiertos 2º/3º Año de la Educación Secundaria

En el Operativo Nacional de Evaluación 2007 se incluyen preguntas abiertas donde los estudiantes deben construir las respuestas. La inclusión de este tipo de preguntas permite acceder a información sobre aspectos del aprendizaje que escasamente se detectan con los ítems cerrados, principalmente relacionados con procesos de análisis y del lenguaje de las Ciencias Naturales (Lemke, 1997).

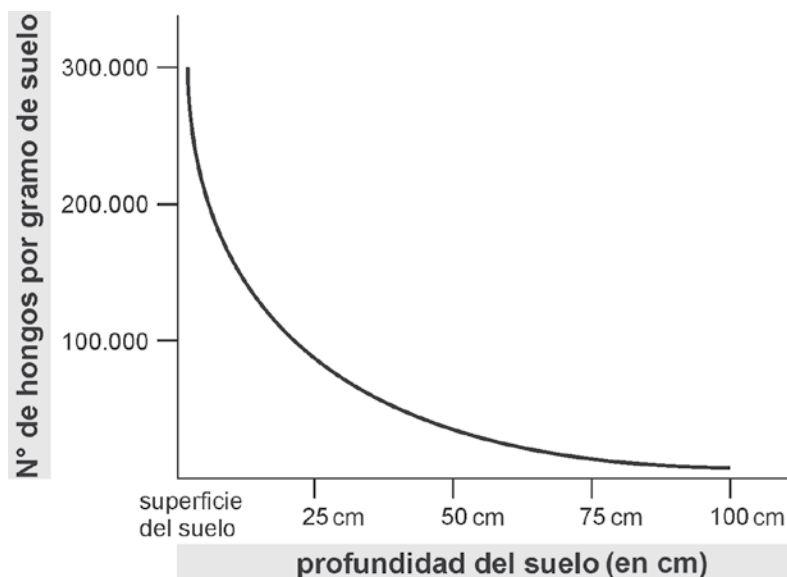
La habilidad de explicar

En general, en las pruebas se solicita a los estudiantes que expliquen un fenómeno o los resultados de una observación, pero la habilidad de explicar se trabaja poco y muchas veces no significa lo mismo para el docente que para el alumno.

Cuando se pide a los estudiantes que expliquen una situación se está solicitando una serie de acciones cognitivas, tales como, reconocer la información, interpretarla, relacionar variables o aspectos causales y dar evidencias o razones del suceso.

A continuación se presenta un ítem de construcción de respuesta de la prueba de 2º/3º año, donde se solicita a los estudiantes que expliquen el resultado de un gráfico.

El siguiente gráfico muestra la relación que existe entre la cantidad de hongos en el suelo y la profundidad.

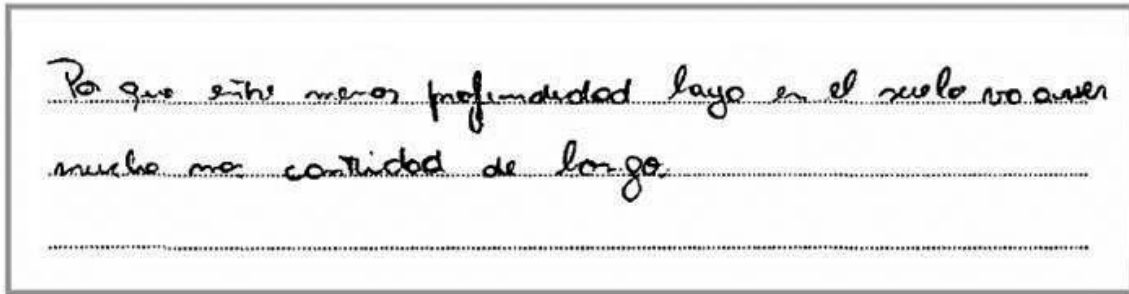


Explica por qué la mayor cantidad de hongos se encuentra hasta los 25 cm de profundidad.

Para responder correctamente este ítem los estudiantes tienen que identificar a los hongos como descomponedores y las características del hábitat. El gráfico no aporta información para explicar por qué los hongos se ubican a cierta profundidad del suelo, más bien muestra la confiabilidad del dato expresado en la pregunta.

Las respuestas de los estudiantes son variadas, pero podemos clasificarlas en cuatro tipos:

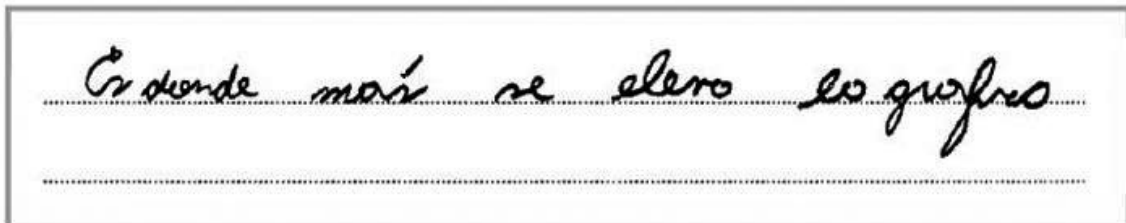
Respuesta 1



"Porque entre menos profundidad haya en el suelo va a ser (sic) mucho más cantidad de hongos"

Esta respuesta repite lo dicho en la pregunta, sin responderla. No hay explicación.

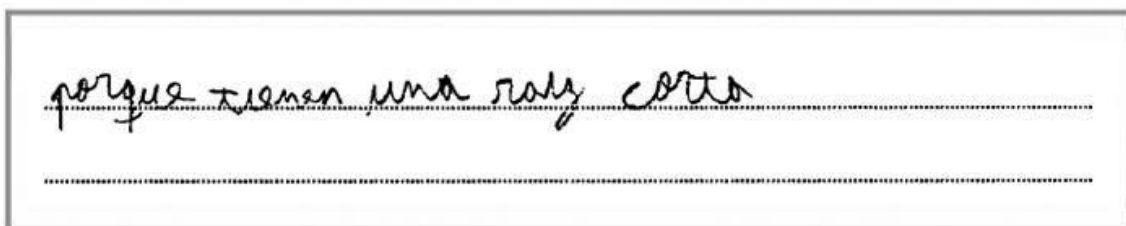
Respuesta 2



"Es donde más se elevó la gráfica"

En la respuesta 2 se puede inferir que este estudiante relaciona la elevación de la curva con mayor cantidad de hongos, pero no explica por qué éstos se ubican allí. Hace una lectura del gráfico, pero no explica los datos.

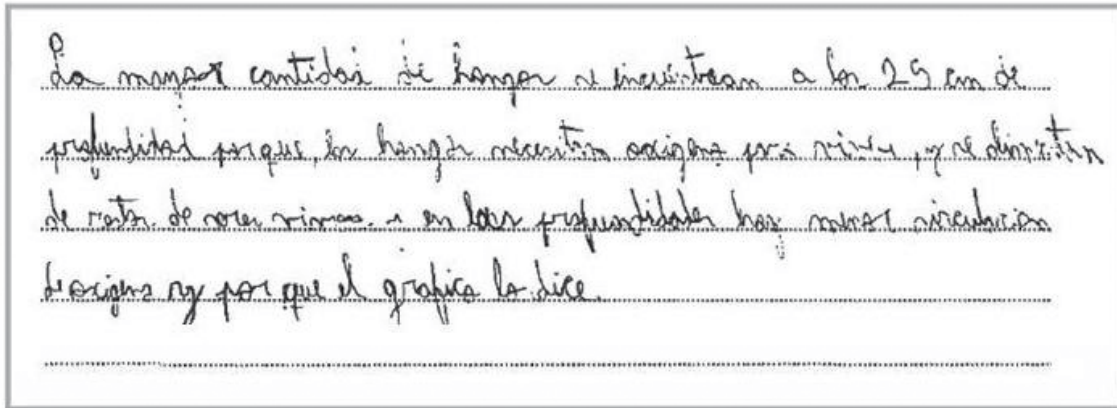
Respuesta 3



"Porque tienen una raíz corta"

En este caso, el alumno intenta dar una explicación a la ubicación de los hongos a partir de la poca profundidad de sus raíces cortas. Es un intento de explicación, aunque erróneo.

Respuesta 4



“La mayor cantidad de hongos se encuentra a los 25 cm de profundidad porque los hongos necesitan oxígeno para vivir y se alimentan de restos de seres vivos y en las profundidades hay menos circulación de oxígeno y porque el gráfico lo dice”

Esta respuesta relaciona las características del hábitat de los hongos con el dato del gráfico, da razones por las cuales los hongos se ubican a menos profundidad y también se apoya en el gráfico.

La lectura de las diferentes respuestas dadas por los estudiantes permite observar que interpretan de distinta manera lo que significa explicar.

En resumen, la respuesta 1 repite lo que se le pide sin agregar información; la 2 responde a otra pregunta, ¿dónde hay más hongos? Sólo las respuestas 3 y 4 se alejan de la lectura directa del gráfico y expresan alguna característica de los hongos que justifique ubicarlos a baja profundidad del suelo, aunque en la 3 la explicación es coherente, pero errónea. Sólo en la 4 encontramos varios argumentos explicativos correctos.

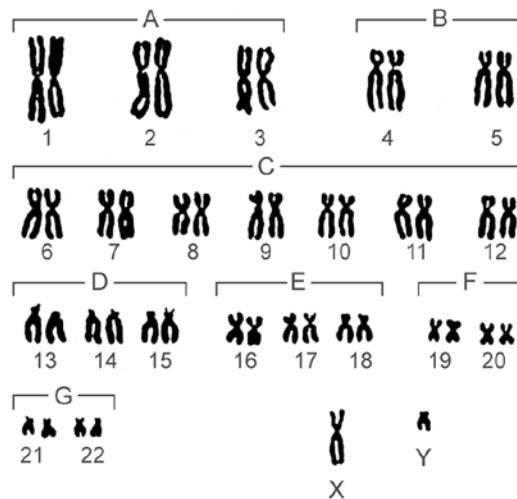
La habilidad de explicar es compleja y los estudiantes tienen que saber qué se espera de ellos cuando se les solicita explicación. Es necesario entonces trabajar en explicar el significado de algunos conceptos que frecuentemente aparecen en las pruebas, y no asumírselos como sobreentendidos y compartidos por alumnos y docentes.

Consecuentemente, una propuesta es consensuar con los estudiantes lo que se espera que desarrollen ante distintas consignas en las evaluaciones o en los trabajos en clases. Por ejemplo, hacer una pregunta donde se pide explicar, esperar que todos los estudiantes la respondan por escrito y, luego, juntarlos en grupo; comparar las diferentes producciones y acordar los aspectos que se toman en cuenta para considerar que una respuesta contiene una explicación, por ejemplo, si se plantea una relación causa efecto, si hay relación entre las causas y efectos que se describen, si hay datos o evidencias que apoyen lo que se afirma, si los datos son confiables, entre otras.

Análisis de ítems cerrados del último año de la Educación Secundaria

Item I

Observa el siguiente cariotipo humano:



¿A qué tipo de célula pertenecen los cromosomas representados en este cariotipo?

- A) Sexual.
- B) Somática.
- C) Haploide.
- D) Híbrida.

Este ítem de nivel **Alto** corresponde al Bloque *Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios*, al contenido: *bases moleculares y genéticas de la continuidad de la vida*, y evalúa la capacidad cognitiva de *comunicación, interpretación de un esquema*.

En este caso, para seleccionar la respuesta correcta los alumnos deben interpretar la información que ofrece el cariotipo y relacionarla con las características de un determinado tipo de célula.

Si bien la respuesta correcta es la opción B, más de la mitad de los estudiantes evaluados eligen la opción A. Esta información da evidencias que permiten inferir que los alumnos asocian la presencia del par de cromosomas sexuales (representados como X e Y en el esquema) solo con las células sexuales.

Esto podría deberse al hecho de que los temas de herencia, diferenciación celular y biología molecular, muchas veces no se abordan en forma integrada. Es evidente, que un

Valores en porcentajes del ONE 2007:

A)	57,96%
B)	Resp. Correcta 21,23 %
C)	11,58 %
D)	5,12 %

problema como el que plantea el ítem involucra distintos conceptos para su resolución. Es decir, no basta que el alumno reconozca lo representado en el esquema, “la presencia de cromosomas”, sino que debe tener en cuenta que se trata de material duplicado y considerar, además, las implicancias que esto tiene para las funciones de las células que lo contienen.

Una propuesta para abordar la integración de estos contenidos es, por ejemplo, utilizar fotografías de distintos tipos de células en distintos estadios y relacionar las diferencias morfológicas con las diferencias funcionales, esto permitiría a su vez relacionar eventos celulares con cambios estructurales en el ADN.

Además, se pueden abordar cuestiones que permitan comparar distintas células de un mismo organismo en cuanto a su composición genética y a sus funciones para plantear el interrogante de fondo: ¿Por qué células con el mismo material genético tienen funcionamiento diferencial en cuanto a las proteínas que producen, a la relación que mantienen con otras células, en cuanto a su tiempo de vida e incluso en cuanto a las sustancias que exportan e importan?

Item 2

¿Cuál de los siguientes organismos se puede considerar como transgénico?

- A) Un ser humano que recibe un gen de la coagulación de la sangre.
- B) Un helecho que ha crecido en un cultivo de células a partir de una sola.
- C) Una rata con genes de hemoglobina de conejo.
- D) Un ser humano tratado con insulina producida por bacterias.

Valores en porcentajes
del ONE 2007:

A)	24,46 %
B)	21,98 %
C)	Resp. Correcta 28,84 %
D)	18,55 %

Este ítem de nivel **Alto** corresponde al *Bloque Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios*, al contenido: *bases moleculares y genéticas de la continuidad de la vida*, y evalúa la capacidad cognitiva de *análisis de situación*.

Para resolver este ítem los alumnos deben tener conocimiento del concepto de transgénesis, es decir, deben saber que para que un animal o una planta sean transgénicos se tiene que haber incorporado por ingeniería genética uno o más genes provenientes de otro organismo, que le otorga algún rasgo que no tenía originalmente.

Si bien la opción correcta fue la más elegida por los alumnos, hay una distribución casi equitativa entre las demás opciones, lo que estaría indicando selecciones azarosas por parte de los estudiantes evaluados.

Si analizamos la relación entre el contenido de las opciones elegidas y sus resultados, podemos observar que en la opción A, al igual que en la C – la respuesta correcta –, se menciona la palabra “gen” y se vincula con la inserción de un gen en un organismo. Tal vez, los estudiantes asocian la palabra gen con transgénico.

La opción B involucra el tema de la reproducción asexual, cuando a partir de una célula somática se obtiene un organismo, esto se asocia con transgénesis en los alumnos que eligen esta opción. En la opción D, la introducción de insulina producida por una bacteria a un humano, la asocian con que el humano es transgénico. En definitiva, parecería que los estudiantes evaluados han tenido pocas oportunidades de trabajar este contenido y tienen un conocimiento confuso.

La transgénesis es un tema de actualidad, aparece como noticia en divulgación masiva y se practica frecuentemente en vegetales para optimizar su producción. Estas características hacen que sea un tema relevante para la enseñanza de las ciencias biológicas.

Una manera práctica de aplicar aquí el ciclo de enseñanza: focalizar, indagar, analizar y aplicar; es presentar un texto informativo de actualidad donde el tema de lo transgénico sea un problema. Le proponemos el siguiente texto:

“Los cuatro países que producen el 90% de los cultivos de OMG (Organismos Modificados Genéticamente) en todo el mundo son: Estados Unidos (53%), Argentina (18%), Brasil (11,5%) y Canadá (6,1%) y casi todos los cultivos de OMG se comercializan a través de cuatro grandes compañías: Monsanto, DuPont, Syngenta y Bayer. Monsanto vende más del 90% de las semillas transgénicas que se utilizan en todo el mundo.

Estos cultivos están siendo criticados por diversos sectores. En cuanto a impacto medioambiental, las variedades transgénicas contaminan genéticamente a otras variedades de la misma especie o a especies silvestres emparentadas, los cultivos transgénicos no pueden convivir con no transgénicos.

Por ejemplo, en México, el centro de diversidad y origen mundial del maíz, los maíces transgénicos importados de EE.UU están contaminando las variedades tradicionales. Una vez liberados al medio ambiente los transgénicos no se pueden controlar. La contaminación genética es irreversible e impredecible, no se puede volver a la situación de partida. La polinización depende de factores naturales y por lo tanto es imposible controlarla”. (Vita activa tour, Alemania, 2009)

A partir del texto, realice una serie de preguntas donde lo transgénico esté implícito. Los estudiantes, indirectamente, se verán forzados a construir una definición de transgénico para comprender toda la situación. Dé tiempo y libros para que ellos construyan su propio conocimiento, luego lo exponen al resto del curso y entre todos elaboran una definición. Es conveniente que realice algunas preguntas para que los estudiantes apliquen el concepto de transgénico, algunas de ellas, pueden ser:

- ¿Por qué los alimentos transgénicos son cuestionados?
- ¿El ser humano puede consumir soja o maíz transgénico?

Item 3

Se suelen dar diferentes explicaciones para justificar, desde un sistema inercial, por qué los satélites permanecen en órbita alrededor de la Tierra en vez de caer sobre ella ¿Cuál de las siguientes explicaciones es válida?

- A) Los satélites orbitan a tanta distancia que quedan fuera del alcance de la atracción de la gravedad terrestre.
- B) La gravedad de la Tierra es una de las fuerzas que mantiene a los satélites en posición.
- C) Como los satélites giran a altitudes mayores a 150 km el gran rozamiento del aire los mantiene en posición.
- D) La fuerza centrífuga que adquieren los satélites es compensada por la masa de la Tierra.

Valores en porcentajes
del ONE 2007:

A)	34,91 %
B)	<i>Resp. Correcta</i> 31,38 %
C)	8,30 %
D)	16,46 %

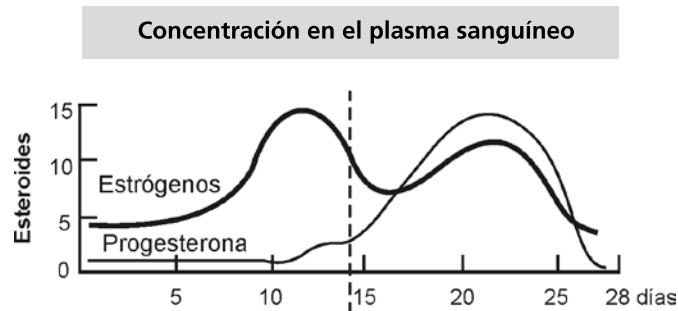
Este ítem de nivel **Alto** corresponde al Bloque *Los fenómenos del mundo físico*, se enfoca en el contenido de las *leyes de Newton* y evalúa la capacidad cognitiva de *análisis de situación*.

Los alumnos que eligen las opciones A y D, podrían tener la idea de que en el espacio los cuerpos no tienen peso o que los objetos que se encuentran en el espacio flotan porque la gravedad es muy pequeña o nula, como también que la fuerza de atracción gravitatoria se anula con la fuerza centrífuga que actúa sobre el cuerpo. Los estudiantes que respondieron estas opciones no estarían considerando que cualquier objeto en la órbita terrestre se encuentra sometido a la atracción gravitatoria terrestre que en todo momento es perpendicular a la trayectoria circular que describen en torno a la Tierra. Si en un momento dado esa fuerza dejase de existir, el cuerpo seguiría moviéndose en línea recta y con la velocidad que llevase en ese instante, tal como se enuncia en la primera ley de Newton. Es precisamente la existencia de esa fuerza gravitatoria lo que explica que la velocidad del objeto orbital vaya cambiando continuamente de dirección.

Prácticamente, más del 50% de la muestra evaluada de Fin del secundario eligió las opciones A y D. Estas ideas previas no son casualidad, ni ideas pasajeras, ni errores momentáneos o triviales sino que se distinguen por ser muy persistentes, ser de carácter implícito, por tener cierta coherencia interna, pueden ser contradictorias cuando se aplican a contextos diferentes y casi siempre se encuentran indiferenciadas de otros conceptos por lo que presentan confusiones cuando son aplicadas a situaciones específicas.

Item 4

Teniendo en cuenta el siguiente gráfico del ciclo menstrual



¿Qué ocurre con la progesterona en la segunda parte del ciclo menstrual?

- A) Disminuye su concentración en sangre al actuar sobre el endometrio.
- B) Disminuye su concentración en sangre luego de la ovulación.
- C) Aumenta su concentración en sangre y actúa sobre el endometrio.
- D) Aumenta su concentración en sangre luego de la menstruación.

Este ítem de nivel **Medio** corresponde al Bloque: *Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios*, al contenido: *reproducción humana* y evalúa la capacidad cognitiva de *comunicación, interpretación de gráficos*.

Valores en porcentajes del ONE 2007:

En este ítem se espera que el alumno interprete datos desde un gráfico que considera las concentraciones hormonales que intervienen en el ciclo menstrual de la mujer. Una de las variables es la hormona progesterona, que en la primera parte del ciclo, día 15, se presenta en baja concentración y a partir de la segunda parte del ciclo aumenta considerablemente en previsión a una posible fecundación.

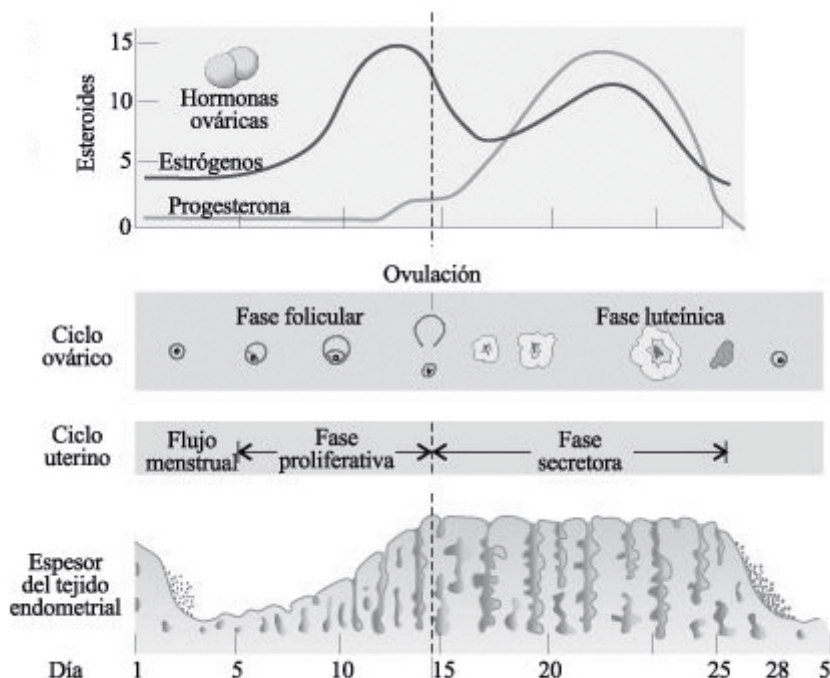
A)	5,24 %
B)	16,33 %
C)	Resp. Correcta 44,18 %
D)	29,75 %

Para responder correctamente, los estudiantes deben reconocer la información que expone el gráfico y, además, tener conocimiento del ciclo menstrual. La opción D considera, erróneamente, la menstruación dentro de la segunda parte del ciclo, sin embargo, se considera arbitrariamente el principio del ciclo a partir de la menstruación.

Si bien algo menos de la mitad de los estudiantes evaluados (44%) elige correctamente la opción C, más de la mitad, (51,41%) selecciona erróneamente las opciones A + B + D.

Para estos temas, como el ciclo menstrual, que requieren que el estudiante interprete palabras que no tienen sentido si no se asocian a un objeto o a una situación que pueda representar en su mente es conveniente entonces mostrar al mismo tiempo diversos

formatos que representen los mismos datos. Un ejemplo, puede ser el siguiente:



Este tipo de información comparativa le permite al estudiante relacionar las concentraciones de hormonas con lo que sucede en el ciclo ovárico y uterino.

Item 5

Al echar gotas de tinta al agua, ésta se colorea en pocos minutos formando una solución. ¿Cómo se explica este fenómeno?

- A) Se forma una nueva sustancia.
- B) Se colorean las moléculas de agua.
- C) Las partículas de tinta se difunden entre las de agua.
- D) Las partículas de tinta se combinan con las de agua.

Valores en porcentajes
del ONE 2007:

A)	13,10 %
B)	14,57 %
C)	Resp. Correcta 28,85 %
D)	40,25 %

Este ítem de nivel **Medio** corresponde al Bloque *Estructura y cambios de la materia*, al contenido: *interacción de moléculas en solución* y evalúa la capacidad cognitiva de *reconocimiento de conceptos*.

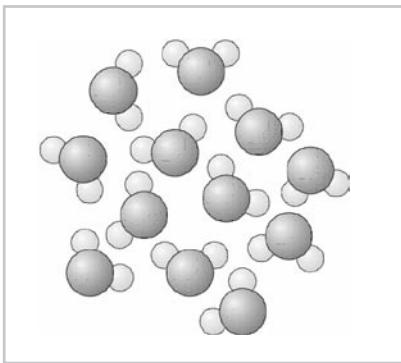
En este ítem se espera que los alumnos identifiquen lo que sucede a nivel de partículas en un sistema, en este caso en una solución de tinta en agua. De los resultados, se observa que es mayor el porcentaje de alumnos que elige la opción D, la cual considera que las partículas de agua y de tinta se combinan y que la opción A fue la minoritariamente

elegida a pesar de que conceptualmente no varía respecto de la opción D, ya que en ambas ocurría una reacción química: de dos productos se obtiene una nueva sustancia. Llama la atención que esta equivalencia conceptual es elegida en minoría y mayoría.

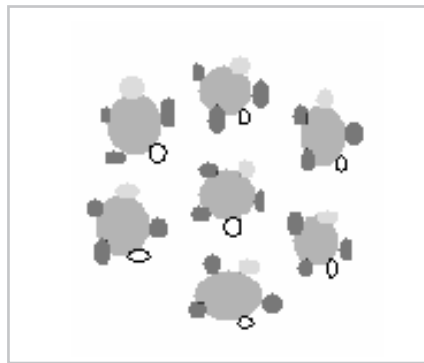
La estructura de la materia es un contenido abstracto, y es muy difícil para un estudiante que la palabra agua lo lleve a representar en su mente la imagen de la molécula de agua y su estructura atómica.

Para trabajar el tema de mezclas, es conveniente presentarlas en modelos moleculares, como también pedir a los estudiantes que propongan modelos de cómo se las imaginan; esto daría pautas al docente para analizar cómo piensan sus alumnos.

Por ejemplo, si el agua se representa con una esfera grande el hidrógeno y dos esferas más pequeñas el oxígeno; y mientras que la tinta puede tener varios componentes es estructuralmente más compleja que el agua, por lo cual se puede representar con varias esferas de distinto tamaño. Podría exponer la representación del agua y pedir a sus estudiantes que indaguen cómo representarían la tinta. Podría resultar lo siguiente:



Modelo de moléculas del agua



Modelo de moléculas de tinta

Considerando estos modelos, el docente puede proponer preguntas como: ¿qué sucedería si ambos se juntan?, ¿se rompen uniones químicas u otro tipo de enlace?, ¿se forma una nueva sustancia?, ¿las moléculas se mezclan pero no se rompen?, ¿cómo sería el modelo que represente la mezcla de ambas?

Se propone completar el ciclo del aprendizaje con un ciclo de enseñanza, es decir no quedar sólo en el modelo molecular del agua, sino ver cómo este modelo se comporta en diferentes contextos, uno de ellos es en las mezclas, otro en cambios de estado, etc.

Item 6

Las condiciones locales como una fuerte lluvia o la cosecha de plantas pueden limitar la cantidad de nitrógeno, fósforo o calcio disponibles en un ecosistema. Pero la cantidad de carbono disponible rara vez representa un problema. ¿Por qué?

- A) Los organismos vivos no necesitan mucho carbono.
- B) Las plantas fabrican su propio carbono utilizando agua y luz.
- C) Muchos nutrientes provienen del suelo, pero el carbono proviene del aire.
- D) Las plantas están adaptadas para absorber el carbono del suelo.

Valores en porcentajes
del ONE 2007:

A)	15,62 %
B)	34,62 %
C)	<i>Resp. Correcta</i> 31,86 %
D)	16,20 %

Este ítem de nivel **Medio** corresponde al Bloque *Los seres vivos: diversidad, unidad, interrelaciones y cambios*, al contenido *intercambio de materia y energía en los ecosistemas* y evalúa a la capacidad cognitiva de *análisis de situación*.

En este ítem se espera que los alumnos relacionen la disponibilidad de carbono para las plantas a partir de la identificación de su fuente.

Es interesante apreciar que la opción B y la opción C fueron las más elegidas, ya que la primera ubica al carbono como producto de la fotosíntesis, es decir lo fabrica la planta y la otra ubica al carbono en el aire.

Podemos observar que la elección de la opción B implica que los alumnos que la eligieron, tienden a despreciar al dióxido de carbono como reactivo de la fotosíntesis siendo éste la fuente de carbono de base para producir glucosa.

Una de las posibles fuentes de este error puede partir de la clasificación de los organismos como productores, que se utiliza para diferenciar el rol de las plantas respecto de los heterótrofos, por lo que algunos estudiantes podrían suponer que la producción de glucosa involucra también la producción de carbono.

Análisis de ítems de respuesta abierta de fin de la Educación Secundaria

En la prueba del último año del nivel secundario, en el ONE 2007-etapa 2008, se contempló la inclusión de preguntas abiertas donde los estudiantes debían construir la respuesta. Este tipo de ítem, permite que los estudiantes se expresen, con lo cual es posible obtener información de cómo organizan sus ideas, qué elementos consideran para representar su pensamiento y cómo comunican sus conocimientos.

A continuación, presentamos uno de los ítems de respuesta abierta; éste hace alusión al desarrollo de un diseño experimental que da cuenta de evidencias de las causas de un fenómeno.

Actividades experimentales

El diseño de actividades experimentales es uno de los desempeños considerados fundamentales en el aprendizaje de las ciencias naturales. Ya sea porque es un rasgo que caracteriza a muchos desarrollos científicos desde sus procedimientos, como por ser una excelente manera de introducir a los alumnos en el aprendizaje de esta área.

Si bien, en las ciencias biológicas, como en geología, astronomía y en muchos campos (teoría de la evolución, paleontología, geomorfología, cosmología), no siempre hay posibilidades de experimentación, no por eso las investigaciones dejan de ser empíricas. Esto implica trabajar en la búsqueda de evidencias concretas que contribuyan a explicar un fenómeno de la naturaleza. En general, la explicación más coherente y contundente es la que se acepta hasta que se construya otra que aporte nuevas evidencias.

Un ejemplo de ítem de respuesta abierta es el siguiente:

Es sabido que las tortugas marinas entierran sus huevos en la playa por encima de la línea de la marea alta. Cuando las tortugas bebés salen del cascarón, van escarbando su camino hacia la superficie de la arena y se dirigen rápidamente hacia el agua.

¿Qué investigación se podría elaborar para conocer cómo se orientan hacia el mar?

.....

.....

.....

Este ítem fue incluido en la prueba de Ciencias Naturales de Fin de secundaria con el objetivo de conocer la habilidad de los alumnos en el diseño de un experimento o de una experiencia para resolver una pregunta científica. Este desempeño está incluido en la Capacidad de Análisis de Situación, ya que debe interpretar la conducta de un organismo y proponer una actividad que dé cuenta de evidencias que expliquen su conducta.

Se obtuvieron una diversidad de respuestas, algunas de las cuales se presentan a continuación:

Respuesta 1

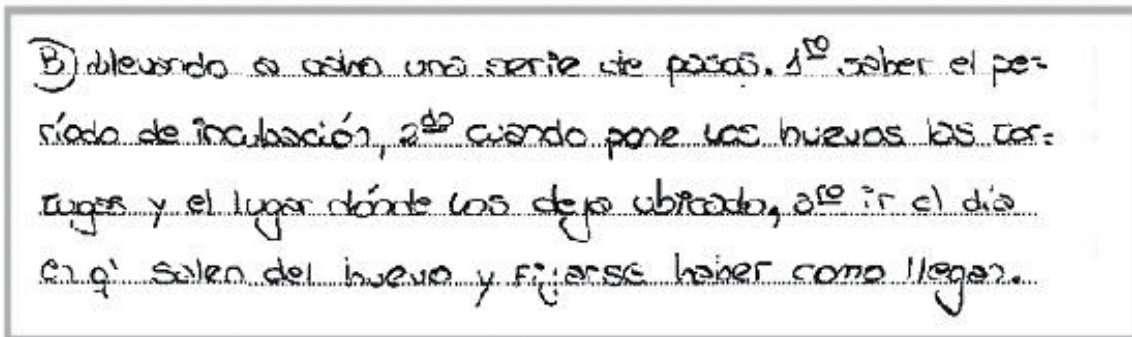


Se podría investigar el olfato y oído de las tortugas.

“Se podría investigar el olfato y oído de las tortugas”

En esta respuesta, el alumno relaciona el olfato y la audición con la orientación de las tortugas hacia el mar. Si bien no desarrolla una experiencia para comprobarla, propone una predicción.

Respuesta 2

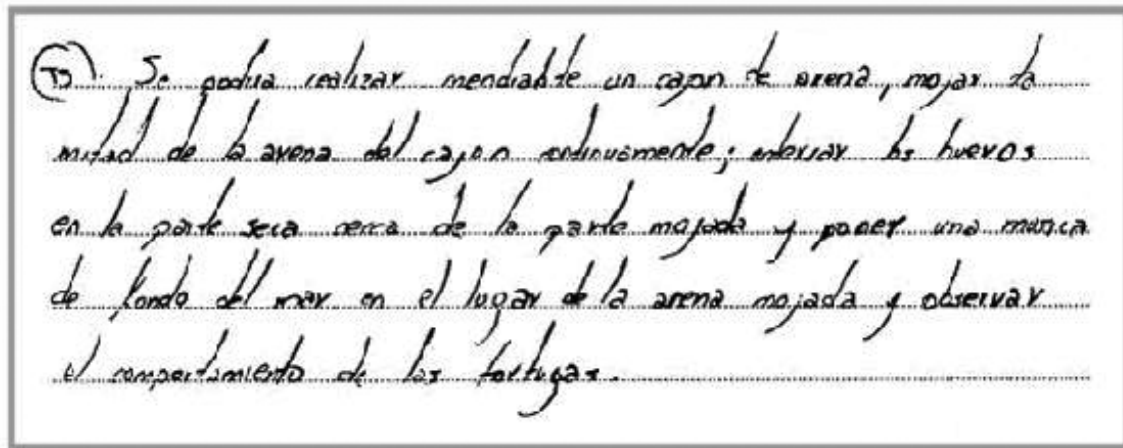


B) llevando a cabo una serie de pasos. 1º saber el período de incubación, 2º cuándo pone los huevos las tortugas y el lugar dónde los deja ubicado, 3º ir el día en que salen del huevo y fijarse haber como llegan.

“Llevando a cabo una serie de pasos, 1ro saber el período de incubación, 2do cuándo pone los huevos las tortugas y el lugar dónde los deja ubicado, 3ro ir el día en que salen del huevo y fijarse haber (sic) como llegan”

En esta respuesta se propone una secuencia de acciones que sirven para conocer el proceso de incubación y eclosión de las tortugas, datos necesarios pero no suficientes para averiguar cómo se orientan hacia el mar.

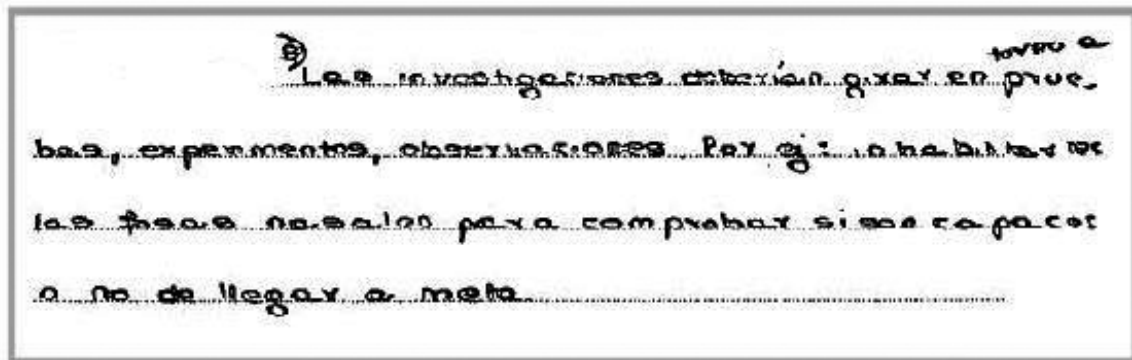
Respuesta 3



“Se podría realizar mediante una capa de arena, mojar la mitad de la arena del cajón continuamente; enviar los huevos en la parte seca cerca de la parte mojada y poner una música de fondo del mar en el lugar de la arena mojada y observar el comportamiento de las tortugas”

Esta interesante respuesta, propone una situación de laboratorio para aislar las variables ruido de mar y arena mojada. En esta respuesta subyace la hipótesis que el ruido del mar y la arena mojada son las que orientan a las tortugas hacia el mar.

Respuesta 4



“Las investigaciones deberían girar en torno a pruebas, experimentos, observaciones. Por ej: inhabilitar las fosas nasales para comprobar si son capaces o no de llegar a meta”

Esta respuesta propone aislar la variable olfato, si bien es una aproximación a un diseño, se tiene la idea de que hay que buscar causas y propone una.

Los ejemplos expuestos representan el tipo de respuestas encontradas en la muestra evaluada. Se pueden clasificar en tres grupos: algunos hacen una descripción general, otros proponen métodos observacionales (que en muchos casos incluye recopilación de información) y, un tercer grupo de alumnos, propone alguna metodología experimental que relaciona el movimiento de las tortugas con las condiciones externas (ambientales); o bien con las condiciones internas (uso de los sentidos).

Más allá de estas respuestas puntuales, es importante destacar que podemos identificar en ellas distintos procedimientos propios de la investigación científica como la observación, la búsqueda de información previa, el diseño experimental y la identificación de variables en juego.

Referencias en internet

Listamos algunos blogs y páginas web en las que se proponen distintos acercamientos a los temas analizados en este documento, que ofrecen distintos recursos para ser utilizados en el aula o en la planificación de las actividades.

Biología

<http://ciberdocencia.gob.pe/index.php?cat=49>

<http://porquebiotecnologia.com.ar/educacion/>

<http://biounalm.com/2008/02/para-los-que-jalaron-gentica-molecular.html>

<http://www.telefonica.net/web2/mantmedina/>

Física

<http://teleformacion.edu.aytolacoruna.es/FISICA/document/index.htm>

<http://www.saum.uvigo.es/reec/Volumenes.htm>

<http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/issue/archive>

<http://vicente1064.blogspot.com/>

Química

<http://www.andamioquimico.blogspot.com/>

<http://www.quimicaysociedad.org/>

Bibliografía

Benlloch, M. (1998): Por un aprendizaje constructivista de las ciencias. Propuesta didáctica para el ciclo superior. España , editorial Visor.

Bruer, J. (2000): El Mito de los tres primeros años: una nueva visión del desarrollo inicial del cerebro y el aprendizaje a lo largo de la vida. España, editorial Paidós.

Eggen, P. y Kauchak, D. (1999): Estrategias docentes, enseñanza de contenidos curriculares y desarrollo de habilidades de pensamiento. Buenos Aires, Argentina, Fondo de Cultura Económica.

Friedl, A. (2000): Enseñar ciencias a niños. España, ediciones Gedisa.

Lemke, J. (1997): Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores. Barcelona, España, editorial Piados.

Pellegrino, J.; Chudowsky, N. y Glaser, R. (Editores) (2001): Knowing what Students know. Committee on the Foundations of Assessment. Washington DC, National Academy Press.



Ministerio de Educación
Presidencia de la Nación



Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa