



PISA Y PISA/OECD son marcas registradas de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OECD)

PRESENTACIÓN

En el año 2003 Uruguay participó por primera vez en un estudio internacional de aprendizajes de los estudiantes, el Proyecto PISA de la OCDE, en el que están involucrados actualmente alrededor de 60 países.

Los primeros resultados de esta evaluación fueron presentados en diciembre de 2004 en París. Simultáneamente, en Uruguay se presentó una primera versión de Informe Nacional, con una visión de los resultados de nuestro país en el contexto de América Latina y en el contexto de países europeos de pequeña escala poblacional, así como un análisis de los resultados al interior de nuestro país según grado cursado por los alumnos, tipos de centros educativos y Plan de Estudio cursado por los alumnos que habían completado el Ciclo Básico obligatorio.

Pero los números no son lo más importante en las evaluaciones. Para comprender los datos numéricos es necesario conocer de dónde salen y qué realidad cualitativa buscan mostrar y describir. Este tipo de evaluaciones no miden “cantidad de conocimientos”, como muchas veces equivocadamente se piensa, sino la cualidad de lo aprendido por los alumnos. Lo que se cuantifica es la cantidad de estudiantes que están en distintos niveles de desempeño.

Para que los números tengan significado es necesario conocer qué fue evaluado y cómo. De lo contrario los números carecen de sentido. Es como obtener el dato de la temperatura en grados Fahrenheit. Si uno no tiene experiencia directa de qué significan 80 o 30 grados en dicha escala, o algún conocimiento para traducir la información a grados centígrados, el dato de temperatura no tienen significado para uno.

Por otra parte, uno de los aportes más importantes que tiene para un país participar en una evaluación como PISA, es provocar la reflexión y el análisis crítico acerca de qué estamos enseñando, cómo lo estamos haciendo, qué esperamos que nuestros estudiantes sean capaces de hacer y cómo los evaluamos. La reflexión de los colectivos docentes sobre estos temas es tanto o más importante que saber en qué lugar está Uruguay en el contexto internacional o como está nuestra educación en comparación con los demás países de América Latina.

Para ello es importante, primero, conocer qué evalúa PISA, cómo define la capacidad de lectura, la cultura científica y la cultura matemática que deberían tener los ciudadanos en las sociedades contemporáneas. En segundo lugar, es importante conocer las actividades y situaciones que se proponen a los alumnos en las pruebas. Conociendo las actividades es posible comprender mejor el marco conceptual, así como el tipo de conocimientos y competencias que se espera que los jóvenes posean al finalizar la educación obligatoria.

Estas publicaciones están dirigidas principalmente a los docentes, con una triple finalidad. Primero, facilitar una mejor comprensión del Proyecto PISA y de lo que éste se propone evaluar. Segundo, propiciar una mejor comprensión acerca de los resultados obtenidos por los estudiantes uruguayos. Tercero, promover la discusión, el intercambio y la reflexión acerca de los modos en que en nuestro país enseñamos y evaluamos a los estudiantes en las áreas consideradas.

Montevideo, diciembre de 2004.

CAPÍTULO 1

Introducción

La comprensión de conceptos científicos y tecnológicos es hoy fundamental en la preparación para la vida de las personas. Entender la lógica de la ciencia y de la investigación científica permite a las personas participar consciente e informadamente en el análisis y valoración de las políticas públicas que operan sobre los productos de la ciencia y la tecnología que impactan en sus vidas cotidianas. Esta comprensión, además, contribuye significativamente al desarrollo personal, social, profesional y cultural de las personas. Muchos de los contextos, problemas y productos con los que se encuentran las personas cotidianamente pueden ser completamente aprovechados, apreciados y utilizados sobre la base de la comprensión y aplicación de conceptos científicos y tecnológicos.

La capacidad de elaborar conclusiones apropiadas a partir de evidencia e información dada, criticar afirmaciones realizadas por otros sobre la base de evidencias y distinguir opiniones de afirmaciones basadas en evidencia científica, requiere de importantes habilidades que se espera que las personas adquieran.

La ciencia tiene un importante papel que jugar en lo que atañe al desarrollo de la racionalidad en la comprobación de ideas y teorías contra las evidencias aportadas por la realidad circundante. También la ciencia exige creatividad e imaginación, las que han jugado un rol fundamental en el avance del conocimiento humano. Pero, una vez que el salto creativo se ha producido y se ha articulado un nuevo marco teórico, entonces se hace necesaria la contrastación del mismo con la realidad. Hawking¹ (1988) ha dicho que para considerar “buena” una teoría debe satisfacer dos requerimientos: debe describir exactamente una gran cantidad de observaciones variadas, sobre la base de un modelo que solo contiene unos pocos elementos arbitrarios, y también debe ser capaz de predecir los resultados de futuras observaciones. Las teorías que no cumplen estos requisitos, o que no es posible someterlas a prueba, no son teorías científicas. Es importante para un ciudadano educado ser capaz de distinguir las preguntas que pueden ser contestadas por la ciencia de las que no y también poder diferenciar entre qué es científico y qué es pseudo - científico.

Millar y Osborne² (1998) han señalado que el foco de un moderno currículo científico debería ser “la habilidad para leer y asimilar información tecnológica y científica evaluando simultáneamente su significado”.

El énfasis de la evaluación PISA 2003 en ciencias estuvo colocado en la aplicación de los conocimientos y habilidades científicas a situaciones concretas de la vida real, en lugar de evaluar componentes curriculares particulares.

La cultura científica se define como la capacidad para usar el conocimiento científico, para identificar preguntas científicas y elaborar conclusiones basadas en evidencias con el fin de comprender y ayudar en la toma de decisiones acerca del mundo natural y los cambios producidos sobre él por la actividad humana.

Además de los aspectos cognitivos incluidos en la definición de “cultura científica” antes mencionada, los estudiantes también responden afectivamente - los aspectos actitudinales de su respuesta comprometen su interés, sostienen su atención y los motivan a tomar partido. Estas consideraciones llevan a re-definir el dominio de la cultura científica para PISA 2006. La definición de PISA 2006 ha sido ampliada para incluir preguntas sobre la actitud hacia los problemas de relevancia científica y tecnológica.

¹ Hawking, S.W. *A Brief History of Time*, Bantam Press, London, 1998.

² Millar, R. & Osborne, J. *Beyond 2000: Science Education for the Future*, King's College London School of Education, London, 1998.

La pregunta central del marco conceptual para la cultura científica en PISA 2006, *¿qué es importante saber, valorar y ser capaz de hacer en situaciones que involucran la ciencia y la tecnología?*

Para los propósitos de PISA 2006, la cultura científica de una persona es:

Conocimiento científico y el uso de tal conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevo conocimiento, explicar científicamente los fenómenos y elaborar conclusiones basadas en evidencias en relación con productos vinculados a la ciencia; comprensión de las características particulares de la ciencia como una forma del conocimiento y la investigación propias del ser humano; conciencia de cómo la ciencia y la tecnología le dan forma al entorno material, intelectual y cultural; y gusto por involucrarse en problemas relacionados con la ciencia, y con las ideas científicas, como un ciudadano reflexivo.

Comparando las definiciones 2003 y 2006, ésta última está enriquecida por nuevos elementos. Las definiciones del 2000 y 2003 se referían a las comprensiones acerca de la ciencia en términos de conocimiento científico. La definición del 2006 separa y elabora este aspecto de la cultura científica y agrega términos que subrayan el conocimiento de los estudiantes acerca de la naturaleza de la ciencia y la aplicación del conocimiento científico a la comprensión y a la toma de decisiones basada en información sobre el mundo natural y material.

CAPÍTULO 2

¿Qué se entiende por Cultura Científica?

La evaluación PISA 2003 utilizó la definición de "cultura científica" mencionada en el capítulo anterior. La misma no implica que las personas deban almacenar grandes cantidades de conocimiento científico sino más bien que sean capaces usar el conocimiento para pensar con un criterio científico acerca de las evidencias con las que se encuentren.

Algunos subrayados que aclaran la definición:

Cultura científica ...

Es importante enfatizar que no solo el conocimiento científico (o sea los conceptos de ciencia), y los procesos por los cuales este conocimiento se genera y desarrolla son esenciales para la cultura científica, sino que ellos están estrechamente ligados desde esta comprensión del término. Como se verá más en detalle posteriormente en este documento, los procesos solo son científicos cuando son usados en relación con los contenidos de la ciencia. Así el uso de los procesos científicos involucra necesariamente alguna comprensión de los contenidos de la ciencia. La perspectiva de cultura científica adoptada por PISA reconoce esa combinación de maneras de pensar sobre los aspectos científicos del mundo y a su vez, comprenderlos.

...usar el conocimiento científico, identificar preguntas y elaborar conclusiones basadas en las evidencias ...

Significa usar el conocimiento más allá de conocer hechos, nombres y términos. Incluye comprender los conceptos científicos fundamentales, las limitaciones del conocimiento científico y la naturaleza de la ciencia como una actividad humana. Las preguntas a ser identificadas son aquellas que pueden ser abordadas desde la investigación científica, implicando conocer sobre ciencia como sobre aspectos científicos específicos del tópico en cuestión. Elaborar conclusiones a partir de las evidencias quiere decir saber aplicar procesos de selección y evaluación de datos, tanto como reconocer cuando no hay suficiente información como para concluir y que a veces es necesario especular, cautelosa y concientemente, sobre la información disponible.

... comprender y ayudar en la toma de decisiones

Esta frase indica, en primer lugar, que la comprensión del mundo natural es valorada como una meta en sí misma tanto como una necesidad para la toma de decisiones. En segundo lugar indica que la comprensión científica puede contribuir a tomar una decisión, pero raramente determinarla. Las decisiones prácticas están siempre en el marco de un contexto social, político o económico, y el conocimiento científico es aplicado en un contexto de valores humanos relacionados con esas dimensiones. Donde hay acuerdos respecto a los valores en juego, generalmente el uso de las evidencias científicas, no es controversial. Donde los valores difieren, la selección y uso de las evidencias científicas en la toma de decisiones, puede volverse muy polémico.

... el mundo natural y los cambios realizados por la actividad humana ...

El término "mundo natural" se usa habitualmente para el mundo físico, el mundo de las cosas vivas y su relacionamiento. Las decisiones sobre el mundo natural tienen que ver con las personas y sus familias, la comunidad y el mundo global. Los cambios realizados por la actividad humana son adaptaciones planificadas o no planificadas del mundo natural para propósitos humanos (tecnologías simples y complejas).

El proyecto PISA se propone evaluar el conocimiento de los estudiantes y su capacidad de usarlo efectivamente, llevando a cabo procesos cognitivos que son característicos de la ciencia y la investigación científica, y que son de relevancia personal y social. Evaluando la cultura científica, PISA se preocupa por problemas en los cuales el conocimiento científico puede contribuir, ya sea ahora o en el futuro, en la toma de decisiones. Desde el punto de vista de su cultura científica, los estudiantes responden a estas cuestiones en términos de su

comprensión de conocimiento científico relevante, su habilidad para acceder a la información e interpretar evidencia referida al tema, y su habilidad para identificar los aspectos científicos y tecnológicos del producto en cuestión.

Cabe destacar que la cultura científica no es una dimensión dicotómica. Esto es, no se trata de categorizar a las personas como ser cultas o incultas científicamente. Más bien, las personas experimentan una progresión en su cultura, desde un menor desarrollo hacia uno mayor, a través de la incorporación continua de conocimientos y habilidades. Por ejemplo, un estudiante con escaso desarrollo en su cultura científica solo será capaz de recordar conocimiento científico factual muy sencillo (nombres, reglas simples, terminología, símbolos, etc.) y usará su conocimiento científico común para elaborar o evaluar conclusiones. Un estudiante cuya cultura científica se ha desarrollado más será capaz de usar o crear modelos conceptuales simples para realizar predicciones o explicaciones, podrá comunicarlas con mayor precisión, analizar investigaciones científicas con relación a los experimentos diseñados, usar datos como evidencia para evaluar puntos de vista alternativos y luego comunicar sus conclusiones con precisión.

CAPÍTULO 3

¿Cómo se organiza el área “cultura científica”?

La definición de “cultura científica” está basada en tres dimensiones, en torno a las cuales se organiza el área de evaluación:

- **los conceptos científicos**, que son evaluados a través de contenidos específicos
- **los procesos científicos**, los cuales, por ser científicos, involucran conocimientos de ciencia, aunque en la evaluación este conocimiento no sea el obstáculo principal de la tarea, y
- **las situaciones o contextos** en los cuales los conceptos y los procesos se aplican y son evaluados.

Aunque estos aspectos de la cultura científica se analizarán por separado, es importante tener en cuenta que, en las actividades de evaluación de la cultura científica, existirá siempre una combinación de los tres.

Los dos primeros aspectos son usados en la elaboración de los ítemes de las pruebas y para caracterizar el desempeño de los estudiantes. El tercero asegura que en el desarrollo de la evaluación de los ítemes, se preste la debida atención a situar la ciencia en un amplio rango de situaciones relevantes.

A continuación se desarrolla cada una de las dimensiones mencionadas. El desarrollo del marco conceptual para la evaluación PISA asegura que el foco de la evaluación sea el resultado de la educación en ciencias como un todo.

Los conceptos científicos (temas)

El limitado tiempo de prueba que estuvo disponible en la evaluación en ciencias en PISA 2000 y 2003, no permitió evaluar todas las áreas del conocimiento científico, sino solo una muestra de conceptos. El propósito de PISA no es evaluar todo el conocimiento adquirido por los estudiantes, sino describir en qué grado pueden ellos aplicar el conocimiento escolar en contextos de relevancia para su vida presente y futura. Se realizó una selección de los principales campos del conocimiento científico, física, química, biología, ciencias de la tierra y el espacio, basada en los siguientes criterios:

1. El primero de estos criterios se refiere a la relevancia del conocimiento a evaluar para las situaciones de la vida real. El conocimiento científico difiere en el grado en que es útil en la vida cotidiana. Por ejemplo, aunque la teoría de la relatividad brinda una descripción del mundo más apropiada desde el punto de vista científico, las leyes de Newton son más útiles para comprender y explicar las relaciones entre fuerzas y movimientos que suceden en la vida diaria.
2. El segundo criterio tiene que ver con la relevancia del conocimiento científico para la próxima década y más. Dado que "Ciencias" se constituirá en el foco principal de la evaluación PISA recién en el 2006, el ciclo 2003 debía evaluar conocimiento que continuara siendo importante durante un cierto número de años hacia delante.
3. Por último, el tercer criterio concierne a la relación entre conocimiento requerido para responder con éxito las preguntas y el proceso científico que se pone en juego por parte del alumno para responder. Esto implica que las preguntas no deberían apelar simplemente a la recuperación de trozos aislados de información, por ejemplo solo recordar nombres, hechos o definiciones.

La Tabla 3.1 muestra el resultado de aplicar estos criterios a los contenidos de los principales campos del conocimiento científico. Se presenta una lista con los principales temas científicos y unos pocos ejemplos relacionados con ellos. Este conocimiento se requiere para comprender el mundo natural y darle sentido a las nuevas experiencias. Depende y deriva del estudio de fenómenos y eventos específicos, pero va más allá del conocimiento detallado de los mismos. Se expresan como amplias ideas integradoras que permiten la explicación de los diferentes aspectos del mundo en el que vivimos. La siguiente lista no agota todos los posibles aspectos que pueden estar relacionados con cada tema

Tabla 3.1 Principales temas seleccionados para evaluar la cultura científica

-
1. Estructura y propiedades de la materia (conductividad térmica y eléctrica)
 2. Cambios atmosféricos (radiación, transmisión, presión)
 3. Cambios físicos y químicos (estados de la materia, velocidad de reacción, descomposición)
 4. Transformaciones de la energía (conservación y degradación de la energía, fotosíntesis)
 5. Fuerzas y movimiento (equilibrio, velocidad, aceleración, cantidad de movimiento)
 6. Forma y función (célula, esqueleto, adaptación)
 7. Biología humana (salud, higiene, nutrición)
 8. Cambios fisiológicos (hormonas, electrólisis, neuronas)
 9. Biodiversidad (especie, genes, evolución)
 10. Control genético (dominancia, herencia)
 11. Ecosistemas (cadenas alimenticias, sustentabilidad)
 12. La Tierra y su lugar en el universo (sistema solar, cambios diurnos y estacionales)
 13. Cambios geológicos (deriva continental, calentamiento)

Los procesos científicos

Los procesos son acciones mentales (a veces también físicas) que se usan para imaginar, obtener, interpretar y usar evidencias o datos que permitan desarrollar conocimiento y comprensión. Los procesos tienen que darse en relación con algún contenido; no tiene sentido un contenido sin proceso adjunto. Pueden ser usados en relación con un amplio rango de contenidos pero se vuelven procesos científicos cuando el contenido está referido a aspectos científicos del mundo y el resultados de su utilización es favorecer la comprensión científica.

Lo que comúnmente se denomina "procesos científicos" abarcan un amplio rango de habilidades y comprensiones necesarias para recoger e interpretar evidencias del mundo que nos rodea y elaborar conclusiones sobre él.

Los procesos usados para recolectar evidencias incluyen los que conciernen a la investigación "práctica": planificación y diseño de situaciones experimentales; medidas y observaciones usando instrumentos adecuados al objeto de estudio, etc. El desarrollo de estos procesos se incluye como objetivo del currículo de Ciencia con la intención de que los estudiantes experimenten y comprendan cómo se desarrolla y crece el conocimiento científico, e incluso, más idealmente, la naturaleza de la investigación y el conocimiento científicos. Pocos

requerirán estas habilidades prácticas después que terminen su educación media pero sí necesitarán comprender los procesos y conceptos desarrollados a través de la experimentación práctica. Cabe señalar que ha sido fuertemente argumentado que lo que tradicionalmente ha sido visto como "procesos científicos", concepción según la cual las conclusiones se elaboran inductivamente a partir de las observaciones (enfoque que todavía se ve reflejado en la enseñanza de las ciencias), es contrario a cómo se desarrolla el conocimiento científico en la realidad.

La cultura científica, tal cual se identifica aquí, brinda especial prioridad al uso del conocimiento científico para "elaborar conclusiones basadas en evidencias" más que a la habilidad para recoger información por sí mismos. La capacidad para relacionar evidencias y datos con el fin de establecer conclusiones es absolutamente necesaria para todos los ciudadanos, para poder juzgar y tomar decisiones acerca de aspectos de sus vidas que están bajo la influencia de la ciencia. En consecuencia las personas necesitan saber cuándo el conocimiento científico es relevante, distinguiendo entre preguntas que la ciencia puede responder y las que no.

Los ciudadanos deben saber juzgar, a la hora de tomar decisiones, cuándo la evidencia es válida, tanto en términos de su relevancia como en relación al modo cómo ha sido colectada. Lo más importante de todo, sin embargo, es que los ciudadanos sean capaces de relacionar las evidencias con las conclusiones.

Los procesos listados en la Tabla 3.2 son principalmente procesos sobre la ciencia y no tanto de aplicación a la ciencia. Todos implican que los alumnos son capaces de manejar conocimientos científicos. En el primer proceso el conocimiento científico es un factor esencial. En el segundo y el tercero este conocimiento es necesario pero no suficiente. Por lo tanto la evaluación PISA enfatiza tanto la habilidad para usar el conocimiento científico como el saber acerca de la ciencia.

La evaluación de estas habilidades ayuda a comprender en qué medida la educación científica contribuye a preparar futuros ciudadanos que participarán en sociedades cada vez más afectadas por los avances científicos y tecnológicos.

Los estudiantes deberían estar equipados para comprender la naturaleza de la ciencia, sus procedimientos, sus fortalezas y debilidades y la clase de preguntas que puede responder y las que no.

A su vez también deberían ser capaces de comunicar su comprensión y argumentos con efectividad frente a una particular audiencia, así como participar en los debates que se planteen en la sociedad.

La preocupación de PISA no es saber si los estudiantes son capaces de llevar a cabo investigaciones científicas por sí mismos. El énfasis de la evaluación PISA se coloca en saber si la educación científica recibida ha sido suficiente para "comprender y tomar decisiones sobre el mundo natural y las transformaciones realizadas en el mismo por la actividad humana".

Estos argumentos han conducido a identificar los siguientes procesos científicos para ser evaluados en PISA:

Tabla 3.2 Procesos Científicos evaluados en 2003

CULTURA CIENTÍFICA		
Proceso 1:	Describir, explicar y predecir fenómenos científicos	Por medio de este proceso los estudiantes demuestran su comprensión aplicando conocimiento científico apropiado en el marco de una situación dada. Esto incluye describir y explicar fenómenos y predecir cambios, y puede implicar reconocer o identificar descripciones, explicaciones y predicciones.
Proceso 2:	Comprender investigaciones científicas	La comprensión de una investigación científica implica el reconocimiento y la comunicación de preguntas que pueden ser investigadas científicamente, y saber qué conocimiento está involucrado en la misma. Incluye reconocer o sugerir las preguntas que son científicamente investigables en una situación dada. También incluye identificar o reconocer qué evidencia se necesita para desarrollar una investigación científica dada: por ejemplo, que cosas deberían ser comparadas, qué variables deberían ser cambiadas o controladas, qué información adicional se necesita, o qué acción debería ser llevada a cabo para recoger datos relevantes a la investigación
Proceso 3:	Interpretar evidencias y conclusiones científicas	Este proceso implica acceder a información científica y producir y comunicar conclusiones basadas en evidencias científicas. También implica seleccionar y comunicar posibles conclusiones alternativas en relación con la evidencia; dar razones a favor o en contra de conclusiones dadas en términos de datos o identificar supuestos sobre los que se alcanzan ciertas conclusiones, así como reflexionar sobre las implicaciones sociales de conclusiones científicas y comunicar estas reflexiones.

El desarrollo de estos procesos debe ser realizado sobre cierta información científica; quiere decir que los procesos a evaluar necesitan de algún conocimiento en el que basarse. En el caso de los procesos 2 y 3, sin embargo, se pretende que el conocimiento no sea el principal obstáculo, ya que el objetivo es evaluar los procesos mentales involucrados en la recolección, evaluación y comunicación de las evidencias científicas. Por otra parte, en el proceso 1, es la comprensión de las ideas y conceptos científicos lo que se quiere evaluar y por lo tanto el principal obstáculo es la comprensión misma.

Es importante destacar que para cada proceso existe una gran variedad de ítems con distintos niveles de dificultad, dependiendo del conocimiento científico y de la situación involucrada en el mismo. La evaluación PISA asegura que a través de la retroalimentación realizada por los países participantes y los resultados del estudio piloto, los ítems seleccionados para el estudio principal en el 2006 sean de dificultades apropiadas para estudiantes de 15 años.

Las situaciones de evaluación (contextos)

El tercer aspecto que la evaluación PISA considera es el área de aplicación del conocimiento. Para PISA 2003 las áreas fueron “la ciencia en la salud y la vida”, “la ciencia en la tierra y el ambiente”, y “la ciencia en la tecnología”. La serie de tareas de evaluación abarca problemas que afectan a las personas como individuos (tales como los alimentos y el uso de la energía),

como miembros de la comunidad (tales como la ubicación de una central eléctrica), o como ciudadanos del mundo (tales como el calentamiento global).

La definición de cultura científica elaborada por PISA enfatiza la aplicación de procesos y conceptos a situaciones reales. Los estudiantes que hayan adquirido en alguna medida una cierta cultura científica serán capaces de aplicar en situaciones no escolares, lo que han aprendido en la escuela. Una situación científica es usada aquí para indicar un fenómeno del mundo real en el cual la ciencia puede ser aplicada. Nótese la distinción entre un concepto científico, como “cambios atmosféricos”, y un aspecto del mundo en el cual éste es aplicado, como “clima”.

La Tabla 3.3 lista aquellas áreas de aplicación científica que tocan asuntos que los ciudadanos de hoy y mañana necesitan para comprender y tomar decisiones acerca de ellos. Estas son las áreas del conocimiento científico que guían la selección de los contenidos de las unidades.

Tabla 3.3 Áreas de Aplicación para la evaluación en Ciencias

CULTURA CIENTÍFICA	
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	Biotecnología Uso de la energía Transporte Basura

En el marco de las unidades del test, es necesario considerar no solo el área de aplicación, sino también la situación en la cual los asuntos a ser considerados será presentada. Al seleccionar las situaciones es necesario tener presente que el propósito del estudio PISA es evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar las habilidades y el conocimiento que han adquirido hacia el final de sus años de educación obligatoria. La evaluación PISA prefiere que las situaciones no se limiten a situaciones escolares sino que estén referidas a la vida en general. En consecuencia las situaciones elegidas para evaluar la cultura científica de los estudiantes se caracterizan por pertenecer a una de las áreas de aplicación y a su vez tener aspectos que sean relevantes para la cultura de la humanidad y/o la vida diaria. Por ejemplo, problemas que afectan la vida personal como la alimentación o el uso de la energía; o problemas que afectan a la comunidad, como el tratamiento del agua potable o la instalación de una usina eléctrica; también pueden ser problemas que afectan al conjunto de los ciudadanos del mundo, tales como la disminución de la biodiversidad o el calentamiento global. Otro tipo de situación, apropiado para algunos tópicos, es la situación histórica, a través de la cual se puede evaluar la comprensión de los avances del conocimiento científico. En el marco conceptual PISA el foco de los ítems está ubicado en las personas y la familia (personal), la comunidad (público), la vida a lo largo del mundo (global), y aquellos que ilustran como el conocimiento científico afecta las decisiones sociales asociadas a la ciencia (relevancia histórica).

En un estudio internacional es importante cuidar que las áreas de aplicación utilizadas para la evaluación sean de interés y conocimiento de los jóvenes de todos los países y que a la vez sean apropiados para evaluar procesos y conocimientos científicos. En la evaluación PISA se

ha priorizado fuertemente la sensibilidad hacia la diversidad cultural, no solo con el fin de validar la evaluación sino también por respeto a los distintos valores y tradiciones de los países participantes. En el Capítulo 5 se muestran ejemplos de unidades que ilustran las afirmaciones antes realizadas.

CAPÍTULO 4

¿Cómo están organizadas las preguntas de evaluación?

La prueba utilizada para evaluar la cultura científica está integrada por una serie de «Unidades» cada una de las cuales trata sobre un problema o tema concreto. Cada Unidad presenta un estímulo inicial y varias preguntas (ítemes) vinculadas al mismo. Cada ítem requerirá el uso de uno de los procesos explicados anteriormente e involucra algún tipo de conocimiento científico.

Las unidades de evaluación enfrentan al estudiante con una situación real, tomada de una fuente auténtica, y una serie de preguntas con relación a la misma. Cada pregunta requiere usar uno o más de los procesos científicos y algún conocimiento científico. La presentación del estímulo (problema o asunto) requiere la lectura de algún texto, tabla o diagrama. Sin embargo, dado que se trata de varias cuestiones que están ligadas al mismo estímulo en cada unidad, el tiempo total ocupado en leer y contestar, no es mayor que en una serie de ítemes individuales de un test convencional.

Una razón para emplear esta estructura es la posibilidad de elaborar unidades lo más realistas posibles y reflejar en ellas la complejidad de situaciones de la vida real. Otra razón se vincula con el uso eficiente del tiempo de la Prueba, con el tiempo justo para que el estudiante “se empape” del asunto de cada Unidad a través de unas pocas situaciones, sobre las cuales pueden formularse varias preguntas, en lugar de preguntas separadas sobre una gran cantidad de situaciones diferentes.

Otros ítemes requerían respuestas más amplias y a menudo podían ser corregidas como incorrectas, correctas o parcialmente incorrectas. El esquema de corrección para estas preguntas abiertas presentaba no solo una guía general sino también ejemplos de respuesta de cada categoría. Además, dado que la información obtenida es muy valiosa para la retroalimentación del currículo, las guías de corrección incluyen un sistema de corrección de dos dígitos. *El primer dígito es el puntaje. El segundo dígito, mostrado entre paréntesis, es usado para categorizar diferentes clases de respuestas sobre la base de las estrategias usadas por los estudiantes para responder los ítemes.* Existen dos ventajas en esta modalidad. Primero, se puede recoger gran cantidad de información sobre las concepciones previas, los errores más comunes, y los diferentes enfoques de resolución de problemas. En segundo lugar, permite una forma más estructurada de presentar los códigos, indicando claramente los niveles jerárquicos de los grupos de códigos. Es importante hacer notar que los correctores son advertidos de ignorar los aspectos gramaticales, a menos que ellos sean de tal importancia que impidan la comprensión del significado, dado que esta no es una prueba de expresión escrita.

Tabla 4.1 Distribución de ítems de PISA 2003 según las dimensiones del marco conceptual para la evaluación en Ciencias

	Número de ítems	Número de ítems de MO	Número de ítems de MO complejos	Número de ítems de respuesta abierta	Número de ítems de respuesta breve
Distribución de ítems de ciencias según procesos científicos					
proceso 1: describir, explicar y predecir fenómenos científicos	17	7	3	6	1
	7	2	2	3	0
proceso 2: comprender investigaciones científicas	11	4	2	5	0
proceso 3: interpretar evidencias y conclusiones científicas					
Total	35	13	7	14	1
Distribución de ítems de ciencias según áreas científicas					
Ciencia en la vida y la salud	12	3	2	6	1
Ciencia en la Tierra y el medio	12	5	2	5	0
Ciencia en la tecnología	11	5	3	3	0
Total	35	13	7	14	1
Distribución de ítems de ciencias según aplicaciones de la ciencia					
Estructura y propiedades de la materia	6	4	2	0	0
Cambios atmosféricos	3	0	0	3	0
Cambios físicos y químicos	1	0	0	1	0
Transformaciones energéticas	4	0	1	3	0
Fuerzas y movimientos	1	1	0	0	0
Forma y función	3	1	0	2	0
Cambios fisiológicos	4	1	1	2	0
Control genético	2	1	1	0	0
Ecosistemas	3	2	0	1	0
La Tierra y su lugar en el Universo	7	3	2	1	1
Cambios geográficos	1	0	0	1	0
Total	35	13	7	14	1

Según muestra la Tabla anterior, se utilizaron 5 tipos de ítems como instrumentos de evaluación:

Ítems de respuesta abierta - en estos ítems los estudiantes elaboran una respuesta larga con un amplio rango de respuestas divergentes individuales y diferentes puntos de vista. Estos ítems preguntan sobre información o ideas contenidas en la situación de partida, relacionadas con sus propias experiencias y opiniones cuya admisibilidad dependerá de sus propias posturas y de la habilidad de usar los contenidos del texto para justificar el argumento. Frecuentemente se admite un crédito parcial para respuestas parcialmente correctas o menos sofisticadas. Todos estos ítems deben ser codificados por correctores.

Ítemes cerrados de respuesta construida- estos ítemes requieren que los estudiantes elaboren una respuesta dentro de un rango limitado de opciones aceptables. La mayoría de los ítemes están tabulados dicotómicamente (correcto/incorrecto), pero algunos pueden requerir un proceso de codificación.

Ítemes de respuesta breve- en estos ítemes los estudiantes elaboran una respuesta corta dentro de un amplio rango de posibilidades. Pueden ser registrados dicotómicamente así como también pueden incluir crédito parcial.

Ítemes de múltiple opción compleja- estos ítemes proponen una sucesión usualmente binaria, donde hay que seleccionar la opción haciendo un círculo en una palabra o en una frase corta (como sí o no). Este ítem se tabula dicotómicamente por cada opción flexibilizando la posibilidad de considerar crédito total y parcial para el ítem completo, según la cantidad de opciones respondidas en forma correcta.

Ítemes de múltiple opción- estos ítemes requieren que el estudiante marque con un círculo una letra que identifica una opción entre cuatro o cinco alternativas, cada una de las cuales pueden ser un número, una palabra, una frase o una oración. Se registran dicotómicamente como correctos o incorrectos.

La escala de puntaje

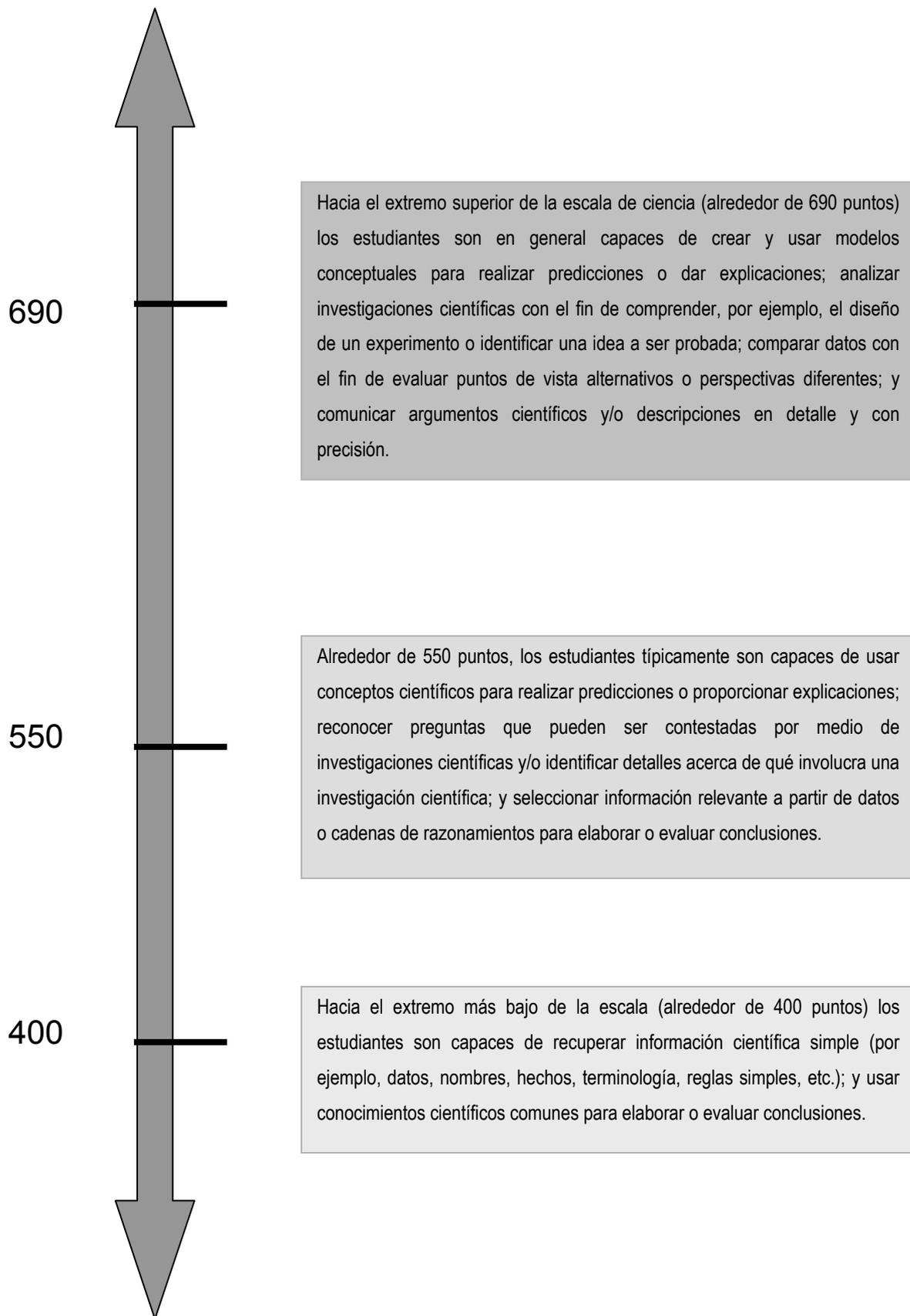
En PISA 2000 los desempeños en ciencias se corrigieron sobre una escala simple con un promedio de 500 puntos y una desviación standard de 100 puntos. Aproximadamente dos tercios de los estudiantes de los países de la OCDE puntuaron entre 400 y 600 puntos. La misma escala se usó para la evaluación PISA 2003.

La dificultad creciente en las tareas a lo largo de la escala se relaciona con la complejidad de los conceptos usados, la cantidad de datos que hay que considerar, la cadena de razonamientos requeridos para responder correctamente y la precisión exigida para la comunicación de las respuestas. Además, el nivel de dificultad está afectado por el contexto de la información, el formato y la presentación de la pregunta. Las tareas de PISA requieren, en orden ascendente de dificultad:

- recuperar datos o información científica simple;
- aplicar conceptos científicos y conocimientos básicos sobre investigación científica;
- usar conceptos científicos más desarrollados y/o complejos, o aplicar una cadena de razonamientos;
- probar distintos enfoques alternativos usando modelos conceptuales simples o analizando evidencias científicas

A diferencia de lectura y matemática, la escala de ciencias no puede aún ser definida en términos de niveles de desempeño. Esto solo será posible a partir del 2006, cuando ciencia sea el foco principal de la evaluación por primera vez y cuando se hayan desarrollado suficientes herramientas de medida y de comunicación. El siguiente diagrama ilustra la escala usada en las evaluaciones 2000 y 2003.

Figura 1 Escala de puntaje PISA 2000 y 2003 - Ciencias



CAPÍTULO 5

Algunos ejemplos de preguntas y situaciones utilizadas en PISA 2000 y PISA 2003

Periódicamente PISA 2000 publica varias unidades de las pruebas con el fin de mostrar qué tipo de problemas y situaciones se espera que sean capaces de resolver los estudiantes. Las que se incluyen en este capítulo pretenden mostrar la concepción de ciencia que subyace y que ha sido adoptada por PISA en su marco definitorio del concepto de “cultura científica”, en particular la capacidad para usar conceptos científicos al dar explicaciones.

Estas unidades fueron reemplazadas por otras, las que fueron sometidas a pruebas de campo que aseguran similares niveles de dificultad que las unidades publicadas. Se retuvo una buena cantidad de ítems para permitir anclajes entre las diversas evaluaciones a lo largo del tiempo.

Las tareas usadas para la evaluación en ciencias de PISA 2003 son variadas. Los ejemplos que aquí se muestran incluyen la descripción de los criterios de evaluación usados para corregir las respuestas de los estudiantes. Se aplicaron 35 ítems divididos en 13 unidades, de los cuales 25 ítems de 10 unidades fueron también aplicados en la evaluación PISA 2000.

En este capítulo se muestran algunos ejemplos de unidades aplicadas en las evaluaciones PISA 2000 y 2003 y en los estudios piloto previos.

Ejemplos	Nombre de la Unidad	Evaluación
1	Luz de día	2003
2	Clonación	2003
3	Paren los gérmenes!!	2000
4	Maíz	Piloto 2003
5	Diario de Semmelweis	2000
6	Ozono	2000
7	Biodiversidad	Piloto 2000
8	Clones de ternero	Piloto 2000

Ejemplo N° 1

Esta unidad proporciona información verbal sobre las variaciones en la longitud del día entre los Hemisferios Norte y Sur. El cambio de estaciones en estos hemisferios también está relacionado con la inclinación del eje de la Tierra.

LUZ DE DÍA

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

LA LUZ DE DÍA, EL 22 JUNIO DE 2002

Hoy, mientras el Hemisferio Norte celebra 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 en el Hemisferio Sur, que

será el 22 de diciembre, cuando el Sol saldrá a las 5:55 horas y se pondrá a las 20:42 horas, proporcionando 14 horas y 47 minutos de luz.

El presidente de la sociedad de astronomía, el señor Perry Vlahos, afirmó que los cambios de estación en los Hemisferios Norte y Sur estaban relacionados con los 23 grados de inclinación del eje de la Tierra

*Melbourne es una ciudad de Australia que se encuentra a una latitud aproximada de 38° Sur con respecto al Ecuador.

Pregunta 1

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

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

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Describir, explicar y predecir fenómenos científicos.
Concepto	La tierra y su lugar en el universo (sistema solar, cambios diurnos y estacionales)
Situación o contexto	Ciencia aplicada en la Tierra y el medio ambiente
Respuesta correcta	Opción A
Puntaje escala PISA	592

Este es un ítem 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 y distinguir esto del fenómeno de las estaciones, el cual proviene de la inclinación del eje de la Tierra a medida que se mueve alrededor del Sol. Las cuatro alternativas dadas son afirmaciones científicamente correctas.

Pregunta 2

La figura representa los rayos del Sol iluminando la Tierra.

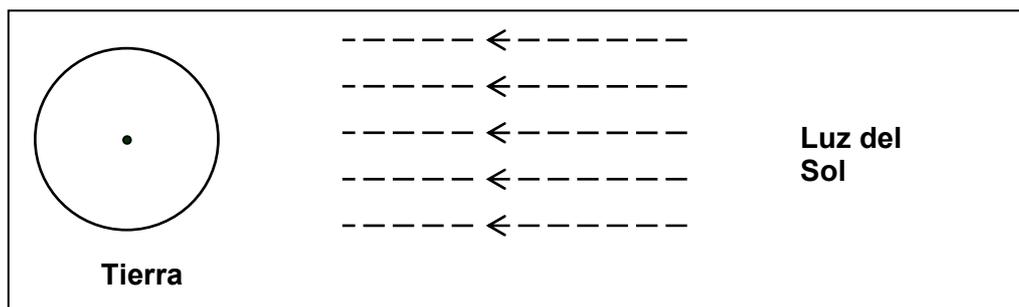


Figura: rayos de luz del Sol

Imagina que es el día más corto en Melbourne.

Dibuja en la figura el eje de la Tierra, el Hemisferio Norte, el Hemisferio Sur y el Ecuador. Escribe el nombre de todas las partes de tu respuesta.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta
Proceso	Describir, explicar y predecir fenómenos científicos.
Concepto	La tierra y su lugar en el universo (sistema solar, cambios diarios y estacionales)
Situación o contexto	Ciencia aplicada en la Tierra y el medio ambiente
Puntaje escala PISA	720

Crédito completo (720 puntos): Respuestas que incluyen un diagrama con el Ecuador inclinado hacia el Sol con un ángulo entre 10° y 45° y el eje de la Tierra inclinado hacia el Sol en un rango de 10° a 45° , y los hemisferios Norte y Sur correctamente señalados (o solo uno señalado y el otro implícito)

Crédito parcial (667 puntos): Respuestas que incluyen un diagrama con:

- el ángulo de inclinación del eje de la Tierra entre 10° y 45° , los hemisferios Norte y/o Sur correctamente señalados (o uno señalado y el otro implícito), pero el ángulo de inclinación del Ecuador no está entre 10° y 45° ; o falta el Ecuador.
- el ángulo de inclinación del Ecuador está entre 10° y 45° y los hemisferios Norte y/o Sur están correctamente señalados (o uno está señalado correctamente y el otro está implícito), pero el ángulo de inclinación del eje de la Tierra no está entre 10° y 45° ; o el eje no está.
- el ángulo de inclinación del eje de la Tierra está entre 10° y 45° y el ángulo de inclinación del Ecuador está entre 10° y 45° , pero los hemisferios Norte y Sur no están correctamente señalados (o uno solo señalado y el otro implícito, o ambos faltan).

Esta es una pregunta de respuesta abierta que exige a los estudiantes la elaboración de un modelo conceptual en forma de 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, ellos deben colocar en este diagrama, la posición del Ecuador con un ángulo de 90 grados respecto al eje inclinado de la Tierra. El crédito completo se obtiene cuando el estudiante coloca correctamente los tres elementos significativos de la respuesta: el Ecuador, el eje de la Tierra y los hemisferios. Se otorga un crédito parcial si el estudiante responde correctamente dos de los tres elementos.

Ejemplo N° 2

El estímulo para esta unidad ofrece un extracto de un artículo periodístico y una fotografía de Dolly, la primer oveja clonada. Las preguntas evalúan el conocimiento de los estudiantes sobre la estructura de las células animales y los métodos de investigación científica.

CLONACIÓN

Lee el siguiente artículo del diario y responde las preguntas que aparecen a continuación

¿Una máquina de copiar seres vivos?

Sin ninguna duda, si hubieran hecho elecciones para escoger el animal del año 1997, ¡Dolly habría 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 exacta. Clonar significa obtener copias “de un original”. Los científicos consiguieron crear una oveja (Dolly) que es idéntica a otra oveja que sirvió de “original”.

El científico escocés Ian Wilmut fue el diseñador de la, “la máquina copiadora” de ovejas. Comenzó por tomar una pequeña muestra de la ubre de una oveja adulta (oveja 1).

Luego, removi6 el núcleo de la pequeña muestra y después lo introdujo en un óvulo de otra oveja hembra (oveja 2). Pero, antes ya había eliminado de ese óvulo todo el material que hubiera podido transmitir las características de la oveja 2 al cordero que se originaría de este 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, dentro de pocos años, también será posible clonar seres humanos. Pero muchos gobiernos ya han decidido legislar contra la clonación de seres humanos.



Pregunta 1

¿A qué oveja es idéntica Dolly?

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

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Comprender investigaciones científicas.
Concepto	Control genético (dominancia y herencia)
Situación o contexto	Ciencia aplicada en la vida y la salud
Respuesta correcta	Opción A
Puntaje escala PISA	494

Esta pregunta evalúa la comprensión de los procesos por los cuales se lleva a cabo una clonación. Esto se describe detalladamente en el texto, y los estudiantes deben leer cuidadosamente este texto para extraer la información requerida. Ellos necesitan saber que los núcleos celulares contienen el material que determinará las características de la descendencia.

Pregunta 2

En la línea 15 se describe el trozo de la ubre que se usó como “una pequeña muestra”. El contenido del artículo permite deducir a qué se refiere con “una pequeña muestra”.

Esta “pequeña muestra” es:

- A una célula.
- B un gen.
- C el núcleo de una célula.
- D un cromosoma.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Comprender investigaciones científicas.
Concepto	Control genético (dominancia y herencia)
Situación o contexto	Ciencia aplicada en la vida y la salud
Clave	Opción C
Puntaje escala PISA	572

Este es un ítem que evalúa la comprensión que los estudiantes han alcanzado sobre la estructura de las células.

Pregunta 3

En la última frase del artículo se dice que muchos gobiernos ya han decidido legislar contra la clonación de seres humanos. Más abajo, se mencionan dos posibles razones para que hayan tomado esta decisión. ¿Son éstas razones científicas?

Encierra en un círculo la palabra “Sí” o “No” en cada caso.

Razón:	¿Es una razón científica?
Las personas clonadas podrían ser más sensibles a algunas enfermedades que las personas normales.	Sí / No
Las personas no deberían asumir el papel del Creador.	Sí / No

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple compleja
Proceso	Comprender investigaciones científicas.
Concepto	Control genético (dominancia y herencia)
Situación o contexto	Ciencia aplicada en la vida y la salud
Puntaje escala PISA	507

Crédito completo (507 puntos): Respuestas que indican Sí, No, en ese orden.

Este es un ítem de múltiple opción complejo que exige que los estudiantes muestren que pueden distinguir entre afirmaciones fundadas científicamente de las que no lo son. Uno de los aspectos del

marco conceptual sobre cultura científica que PISA destaca es la noción de que los estudiantes comprendan la investigación y el razonamiento científicos.

La pregunta coloca dos razones que los gobiernos esgrimen para prohibir la clonación humana. Una de las razones 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). El crédito completo se otorga por señalar correctamente ambas afirmaciones.

Ejemplo N° 3

La siguiente Unidad proporciona información sobre un estudio realizado en el Siglo XIX, acerca del sistema inmunitario. En este texto se comunican evidencias que fueron usadas como insumos para investigar sobre la viruela.

PAREN LOS GÉRMENES!!

Ya en el Siglo XI doctores chinos estudiaban el sistema inmunitario. Soplando costras pulverizadas obtenidas de enfermos de viruela dentro de las narices de sus pacientes, ellos podían, a menudo, inducir casos suaves de la enfermedad que prevenían en el futuro, formas más violentas de la misma. En los 1700s la gente frotaba su piel con costras secas para protegerse de la enfermedad. Estas primitivas prácticas fueron introducidas en Inglaterra y las colonias americanas. En 1771 y 1772, durante la epidemia de viruela, un doctor de Boston llamado Zabdiel Bolyston probó una idea que él tuvo al respecto. Raspó la piel de su pequeño hijo de seis años y la de otras 285 personas y frotó pus proveniente de costras de viruela dentro de las heridas. Todos menos seis de los pacientes, sobrevivieron.

Pregunta 1

¿Qué idea pretendió probar Zabdiel Bolyston?

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta elaborada
Proceso	Comprender investigaciones científicas.
Concepto	Biología humana
Situación o contexto	Ciencia de la vida y la salud

Crédito completo: Respuestas que hagan referencia a los siguientes dos aspectos:

- La idea de que infectar a alguien con viruela provee de alguna inmunidad
- Y
- La idea de que a través de las heridas en la piel, la viruela se introduce en el torrente sanguíneo

Crédito parcial: Respuestas que hacen referencia a solo uno de los aspectos anteriores

Pregunta 2

Indica dos trozos de información que consideres necesario para decidir cuán exitoso fue el enfoque de Bolyston.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta elaborada
Proceso	Comprender investigaciones científicas.
Concepto	Biología humana
Situación o contexto	Ciencia de la vida y la salud

Crédito completo: Respuestas que presenten los siguientes dos trozos de información:

- La tasa de supervivencia sin el tratamiento de Bolyston
- Si el paciente fue expuesto a la viruela además del tratamiento

Crédito parcial: Respuestas que hacen referencia a uno solo uno de los puntos anteriores

Ejemplo N° 4

En esta Unidad se relata, a través de un artículo de prensa, una situación real donde una persona usa maíz como combustible para encender una estufa.

MAIZ

Lee el siguiente artículo periodístico.

HOLANDES UTILIZA MAIZ COMO COMBUSTIBLE

En la estufa de Auke Ferwerda hay algunos troncos quemándose lentamente entre suaves llamas. De una bolsa de papel junto a la estufa él saca un puñado de maíz y lo coloca sobre las llamas. De inmediato las llamas se encienden vívidamente. “Mira esto,” dice Ferwerda, “La ventana de la estufa sigue limpia y transparente. La combustión es completa.” Ferwerda habla acerca del hecho de que el maíz se puede usar como combustible y también como alimento para el ganado. Según él, éste es el futuro.

Ferwerda señala que el maíz, en la forma de alimento para ganado, de hecho es también un tipo de combustible. Las vacas comen maíz para extraer energía de él. Pero, explica Ferwerda, la venta de maíz como combustible en vez de alimento para ganado podría ser mucho más rentable para los agricultores.

Ferwerda se ha convencido de que, a la larga, el maíz será extensamente utilizado como combustible. Se imagina cómo sería cosechar, almacenar, secar y envasar los granos en bolsas para la venta.

Actualmente Ferwerda está investigando si la planta completa de maíz podría utilizarse como combustible, pero todavía no ha terminado su investigación.

Lo que Ferwerda también debiera tomar en consideración es la cantidad de

atención que está recibiendo el dióxido de carbono. El dióxido de carbono es considerado como la principal causa del aumento del efecto invernadero. Se dice que el aumento del efecto invernadero es la causa del incremento de la temperatura promedio en la atmósfera de la Tierra.

Sin embargo, en opinión de Ferwerda, no hay nada de malo con el dióxido de carbono. Por el contrario, él afirma que las plantas lo absorben y lo convierten en oxígeno para los seres humanos.

No obstante, los planes de Ferwerda podrían entrar en conflicto con los del gobierno, que de hecho está tratando de reducir la emisión de dióxido de carbono. Ferwerda señala, “Hay muchos científicos que dicen que el dióxido de carbono no es la causa principal del efecto invernadero.”

Pregunta 1

Ferwerda compara el maíz utilizado como combustible con el maíz usado como alimento.

La primera columna de la siguiente tabla contiene una lista de eventos que suceden cuando el maíz se quema.

¿Sucedan también estos eventos cuando el maíz es utilizado como combustible en el cuerpo de un animal?

Encierra en un círculo la palabra "Sí" o "No" para cada una.

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

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple compleja
Proceso	Describir, explicar y predecir fenómenos científicos.
Concepto	Transformaciones de energía
Situación o contexto	Ciencia de la vida y la salud
Respuesta correcta	Sí, sí, sí, en ese orden.

Este ítem pretende evaluar la capacidad del alumno para aplicar el concepto de transformación de energía que ocurre en la combustión del maíz. Además debe comparar los procesos según tengan lugar en una estufa o en el cuerpo de un animal.

Pregunta 2

En el artículo se describe una conversión del dióxido de carbono: "..., las plantas lo absorben y lo convierten en oxígeno...".

En esta conversión participan otras sustancias además del dióxido de carbono y el oxígeno. La conversión se puede representar de la siguiente manera:

dióxido de carbono + agua → oxígeno +

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

Características del ítem	
Tipo de ítem	Cerrado con respuesta construida
Proceso	Describir, explicar y predecir fenómenos científicos.
Concepto	Transformaciones de energía
Situación o contexto	Ciencia de la vida y la salud
Respuesta correcta	Glucosa o azúcar o carbohidratos o sacárido/s o almidón

Este ítem evalúa la capacidad del alumno para identificar descripciones con relación a la síntesis de carbohidratos que se realiza en las plantas. Esta reacción se produce a partir del dióxido de carbono y del agua en presencia de la energía solar.

Pregunta 3

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

Carmen encuentra la siguiente tabla que muestra el efecto invernadero relativo causado por cuatro gases:

Efecto Invernadero relativo por molécula de gas			
Dióxido de carbono	Metano	Oxido nitroso	Compuestos clorofluorcarbonados
1	30	160	17.000

A partir de esta tabla, Carmen no puede concluir qué gas es la causa principal del aumento del efecto invernadero. Los datos de la tabla deben ser combinados con otros datos para que Carmen pueda concluir qué gas es la causa principal del efecto invernadero.

¿Qué otros datos debe reunir Carmen?

- A Datos acerca del origen de los cuatro gases.
- B Datos acerca de la absorción de los cuatro gases por las plantas.
- C Datos acerca del tamaño de cada uno de los cuatro tipos de moléculas.
- D Datos acerca de las cantidades de cada uno de los cuatro gases en la atmósfera.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Interpretar evidencia científica y conclusiones.
Concepto	Estructura y propiedades de la materia
Situación o contexto	Ciencia de la Tierra y del ambiente
Respuesta correcta	Opción D

El objetivo de este ítem es evaluar si el alumno puede interpretar la información de la tabla e inferir que datos se requieren para poder extraer conclusiones basadas en evidencias científicas.

Ejemplo N° 5

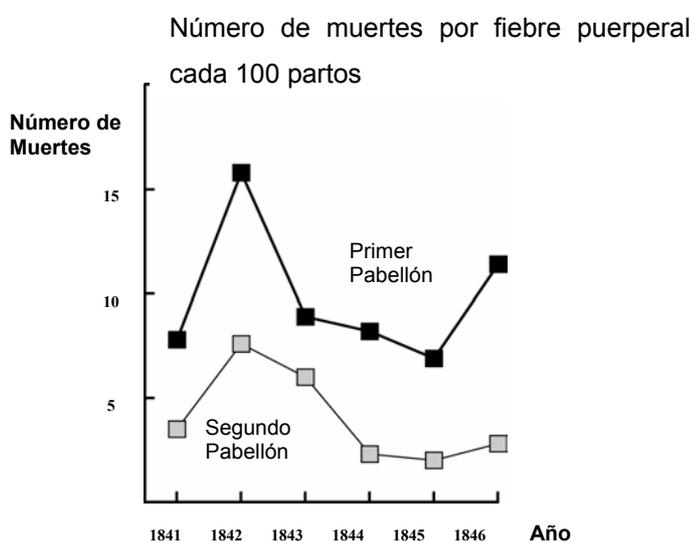
Esta Unidad utiliza una conocida investigación realizada en un hospital de Viena, en el Siglo XIX, sobre la fiebre puerperal, presentando textos originales del propio autor.

DIARIO DE SEMMELWEIS

TEXTO 1

“Julio de 1846. La próxima semana ocuparé el puesto de Director del Primer Pabellón de la maternidad en el Hospital General de Viena. Me alarmé cuando me enteré del porcentaje de pacientes que mueren en esa maternidad. En este mes, han muerto allí al menos 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 provocó la muerte de muchas mujeres después del parto. Semmelweis recopiló datos sobre el número de muertes por fiebre puerperal en el Primer y Segundo Pabellón de la maternidad del Hospital (ver el gráfico).



Gráfico

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. Ahora sabemos que ésta se relaciona con las condiciones higiénicas. Pero en la época en que vivió Semmelweis, mucha gente, ¡incluso científicos!, lo creía. Semmelweis sabía que era poco probable que la fiebre fuera causada por una influencia extraterrestre o por un terremoto. Llamó la atención sobre los datos que había recogido (ver el gráfico) y los utilizó para intentar convencer a sus colegas.

Pregunta 1

Imagina que tú eres Semmelweis. Basado en los datos recogidos por Semmelweis, da una razón que justifique por qué es poco probable que la fiebre puerperal sea causada por terremotos.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta
Proceso	Evaluar críticamente evidencia científica
Concepto	Ciencia de la vida y la salud (biología humana)
Situación o contexto	Histórico
Respuesta correcta	Crédito completo (2); crédito parcial (1); sin crédito (0)
Puntaje escala PISA	666

Esta pregunta 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.

Crédito completo: (666 puntos) Lo obtienen respuestas que hacen referencia a la diferencia del número de muertes en

cada sala.

Crédito parcial: (638 puntos) Se logra con respuestas que refieran a:

- Que los terremotos no son frecuentes
- Que los terremotos también influyen sobre la gente que no está en las salas.
- Que cuando ocurre un terremoto los hombres no padecen fiebre puerperal.

TEXTO 2

La autopsia era una parte de la investigación que se llevaba a cabo en ese hospital. El cadáver de una persona era abierto para encontrar la causa de su muerte. Semmelweis se dio cuenta de que los estudiantes que trabajaban en el Primer Pabellón participaban habitualmente en las autopsias de mujeres que habían muerto el día anterior, antes de examinar a las mujeres que acababan de dar a luz. Ellos no se preocupaban mucho de lavarse después de las autopsias. ¡Algunos, incluso estaban orgullosos de que, por su olor, se pudiera decir que habían estado trabajando en la morgue, ya que eso demostraba lo trabajadores que eran!

Uno de los amigos de Semmelweis murió después de haberse cortado durante una de esas autopsias. La autopsia de su cuerpo mostró que tenía los mismos síntomas que las madres que habían muerto de la fiebre puerperal. Esto le dio a Semmelweis una nueva idea.

Pregunta 2

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

¿Cuál era esta idea?

- A Hacer que los estudiantes se laven después de las autopsias debería conducir a una disminución de los casos de fiebre puerperal.
- B Los estudiantes no deberían participar en las autopsias porque pueden cortarse.
- C Los estudiantes huelen mal porque no se lavan después de una autopsia.
- D Los estudiantes quieren demostrar que son trabajadores, lo que hace que sean descuidados cuando examinan a las mujeres.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Reconocer situaciones.
Concepto	Ciencia de la vida y la salud (biología humana)
Situación o contexto	Histórico
Respuesta correcta	Opción A
Puntaje escala PISA	493

Esta pregunta requiere que los estudiantes hagan referencia a los datos proporcionados en el texto 2 a los efectos de elaborar una conclusión.

Pregunta 3

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

Las fiebres difíciles de curar son todavía un problema en los hospitales. Muchas medidas de rutina sirven para controlar este problema. Una de estas medidas consiste en lavar las sábanas a temperaturas muy elevadas.

Explica por qué lavar las sábanas a temperaturas elevadas ayuda a reducir el riesgo de que los pacientes contraigan la fiebre.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta
Proceso	Aplicar conocimiento científico a una situación.
Concepto	Ciencia de la vida y la salud (biología humana)
Situación o contexto	Histórico
Respuesta correcta	Crédito completo (1); sin crédito (0)
Puntaje escala PISA	467

En esta pregunta los estudiantes deben aplicar un conocimiento científico común referido a que las elevadas temperaturas destruyen a las bacterias.

Crédito completo: Se logra con respuestas que mencionen la destrucción de bacterias y microorganismos o su remoción, así como a la esterilización de las sábanas.

Pregunta 4

Muchas enfermedades pueden curarse utilizando antibióticos. Sin embargo, el éxito de algunos antibióticos contra 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 Estos antibióticos sólo ayudan contra la fiebre puerperal, pero no contra otras enfermedades.
- D La necesidad de estos antibióticos se ha reducido porque las condiciones de la salud pública han mejorado considerablemente en los últimos años.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Aplicar conocimiento científico a una situación.
Concepto	Ciencia de la vida y la salud (biología humana)
Situación o contexto	Histórico
Respuesta correcta	Opción B
Puntaje escala PISA	508

En esta pregunta el estudiante debe ir más allá del ejemplo histórico y recurrir a conocimientos científicos para aplicarlo a una situación particular.

Ejemplo N° 6

En esta Unidad se presenta información sobre los beneficios y perjuicios ocasionados por la capa de ozono en función de su localización. También da cuenta en qué forma las actividades humanas pueden incidir en ella.

OZONO

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

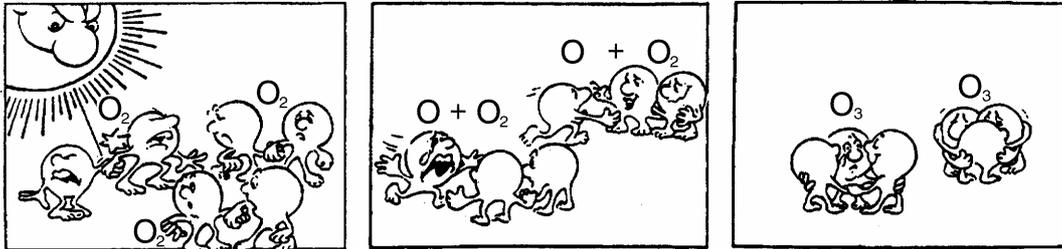
La atmósfera es un océano de aire y un recurso natural precioso para mantener la vida en la Tierra. Desgraciadamente, las actividades humanas basadas en intereses nacionales o personales están dañando este bien común, reduciendo notablemente la frágil capa de ozono que actúa como un escudo protector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

- 5 Las moléculas de ozono están formadas por tres átomos de oxígeno, mientras que las moléculas de oxígeno están formadas solo por dos átomos de oxígeno. Las moléculas de ozono son muy escasas: 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 rol fundamental en la protección de la vida sobre la Tierra. Dependiendo de dónde se
- 10 localice, el ozono puede proteger o dañar 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” que juega un rol beneficioso al absorber la peligrosa
- 15 radiación ultravioleta (UV-B) procedente del Sol.

- Sin esta beneficiosa capa de ozono, los seres humanos estarían más expuestos 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 clorofluorocarbonos (CFC) podrían ser la causa
- 20 de este fenómeno. Hasta 1987, la evaluación científica de la relación causa-efecto no era lo suficientemente convincente como para involucrar a los CFC. Sin embargo, en septiembre de 1987, diplomáticos de todo el mundo se reunieron en Montreal (Canadá) y se pusieron de acuerdo para fijar límites estrictos al uso de los CFC.

Pregunta 1

En el texto anterior no se menciona cómo se forma el ozono en la atmósfera. De hecho, cada día se forma un poco de ozono y un poco de ozono desaparece. La siguiente historieta ilustra el modo en que se forma el ozono.



Imagina que tienes un tío que trata de entender el significado de esta historieta. Sin embargo, no estudió ciencias en el colegio y no entiende qué trata de explicar el autor de la historieta. Él sabe que en la atmósfera no hay hombrecillos pero se pregunta qué representan los hombrecillos en la historieta, qué significan estos extraños símbolos O_2 y O_3 y qué procesos se describen en la historieta. Supón que tu tío sabe:

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

Escribe una explicación de la historieta para tu tío. En tu explicación, usa las palabras átomos y moléculas de la misma forma en la que se utilizan en las líneas 5 y 6 del texto.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta
Proceso	Usar evidencia para comunicar a otros conclusiones válidas
Concepto	Ciencia de la Tierra y el ambiente (cambios físicos y químicos)
Situación o contexto	Global
Puntaje escala PISA	682

En este ítem se pretende evaluar la si el alumno es capaz de usar información para elaborar una explicación sobre la formación del ozono, fenómeno que afecta a la comunidad mundial.

Crédito completo: (682 puntos) Supone la mención de los siguientes tres aspectos: que el oxígeno molecular se divide en

átomos, que la división ocurre bajo la influencia de la luz solar y que los átomos de oxígeno se combinan con moléculas de oxígeno para formar ozono.

Crédito parcial: (628 puntos) Se obtiene mencionando una de las siguientes combinaciones:

- el primero y segundo aspecto
- el primer y el tercer aspecto
- el segundo y tercer aspecto.

Pregunta 2

El ozono también se forma durante las tormentas eléctricas. Esto produce el olor característico que aparece después de estas tormentas. Entre las líneas 10 y 14 el autor distingue “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 y la explicación que están de acuerdo con el texto.

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

Características del ítem

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Evaluar críticamente evidencia científica.
Concepto	Ciencia de la Tierra y del ambiente (Tierra/espacio)
Situación o contexto	Global
Respuesta correcta	Opción B
Puntaje escala PISA	642

El objetivo del ítem es evaluar si el alumno puede deducir que el “ozono malo” es el que se forma en las tormentas, dado que se localiza en la troposfera.

Pregunta 3

En las líneas 15 y 16 se afirma que:

“Sin esta beneficiosa capa de ozono, los seres humanos estarían más expuestos a cierto tipo de enfermedades provocadas por la incidencia cada vez mayor de los rayos ultravioleta del Sol”.

Nombra una de estas enfermedades específicas.

Características del ítem

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta corta
Proceso	Aplicar conocimiento científico a una situación.
Concepto	Ciencia de la vida y la salud (cambio fisiológico)
Situación o contexto	Global
Respuesta correcta	Crédito completo (1); sin crédito (0)
Puntaje escala PISA	547

El objetivo del ítem es evaluar si el alumno vincula el cáncer de piel con el adelgazamiento de la capa de ozono.

Crédito completo: (547 puntos) Se obtiene mencionando cáncer de piel o melanoma.

Pregunta 4

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

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

Encierra en un círculo Sí o No, en cada caso.

Pregunta:	¿Se puede contestar mediante una investigación científica?
¿Las incertidumbres científicas acerca de la influencia de los CFC en la capa de ozono, podrían ser una razón para que los gobiernos no tomen medidas?	Sí / No
¿Cuál será la concentración de CFC en la atmósfera, en el año 2002, si se continúa liberando CFC a la atmósfera al mismo ritmo que hoy día?	Sí / No

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple compleja
Proceso	Reconocer preguntas.
Concepto	Ciencia de la Tierra y del ambiente
Situación o contexto	Global
Respuesta correcta	No, sí, en ese orden
Puntaje escala PISA	529

El objetivo del ítem es evaluar si el alumno es capaz de reconocer preguntas que son posibles de investigar científicamente.

Ejemplo N° 7

Esta Unidad presenta información sobre dos redes tróficas simples (en comparación con las reales). La red trófica A representa un ecosistema más diverso que el representado por la red B.

BIODIVERSIDAD

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

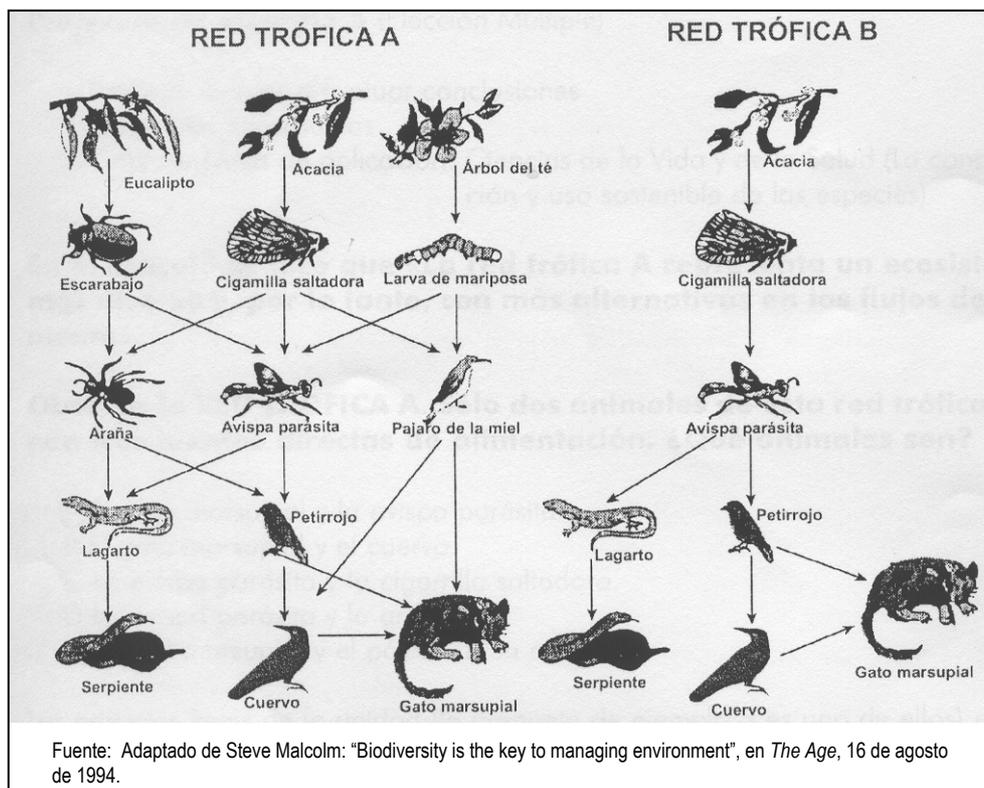
LA BIODIVERSIDAD ES LA CLAVE PARA LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

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 ética como utilitarias (beneficios útiles), sino también porque los organismos que sobrevivan serán más vulnerables a la extinción, en el futuro.



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.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones.
Concepto	Ecosistemas
Situación o contexto	Ciencia de la vida y de la salud (la conservación y uso sostenible de las especies)
Respuesta correcta	Opción A

En este ítem se explora la capacidad del estudiante para “leer” e interpretar correctamente el esquema de las redes tróficas. Debe ser capaz de seleccionar la información que aparece en la red trófica A para valorar las opciones y llegar a una conclusión adecuada.

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.

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple
Proceso	Extraer o evaluar conclusiones.
Concepto	Ecosistemas
Situación o contexto	Ciencia de la vida y de la salud (la conservación y uso sostenible de las especies)
Respuesta correcta	Opción C

Este ítem pretende evaluar si el alumno es capaz de seleccionar y comparar información que le permita realizar conclusiones adecuadas sobre el impacto ambiental producido por los cambios en los ecosistemas.

Ejemplo N° 8

Esta Unidad proporciona información sobre una investigación biotecnológica sobre el control genético relacionado con la división celular y el significado genético del núcleo celular.

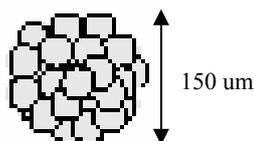
LOS CLONES DE TERNERO

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 anteriormente).

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.

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?

Características del ítem	
Tipo de ítem	Respuesta abierta
Proceso	Reconocer cuestiones científicamente investigables.
Concepto	Control genético
Situación o contexto	Ciencia en las tecnologías (biotecnología)
Respuesta correcta	Crédito completo (1); Sin crédito (0)

El objetivo del ítem es evaluar si el alumno es capaz de reconocer preguntas que son posibles de investigar científicamente.

Crédito completo: Se obtiene presentando respuestas que aporten una idea principal tal como comprobar si es posible clonar terneros, o determinar el

número de clones de ternero que podría producir.

Pregunta 2

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

Frase

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

Características del ítem	
Tipo de ítem	Opción múltiple compleja
Proceso	Demostrar la comprensión de los conceptos científicos.
Concepto	Control genético
Situación o contexto	Ciencia en las tecnologías (biotecnología)
Respuesta correcta	Sí, sí, sí, en ese orden

El objetivo de este ítem es evaluar la comprensión básica del control genético y su aplicación a la situación particular.