

# PROGRAMA PISA

## Ejemplos de ítems de Conocimiento Científico

The collage contains several scientific illustrations:

- Top Right:** A photograph of a white sheep.
- Middle Left:** A food web diagram with two columns labeled "RED TROPICA A" and "RED TROPICA B", showing various animals and their interactions.
- Middle Right:** A diagram of a water container with two levels labeled "1" and "2", and the word "agua" (water) below it.
- Bottom Left:** A diagram of a cell or tissue structure with a vertical scale bar labeled "150 μm".
- Bottom Center:** A chemical reaction diagram showing the transformation of  $O + O_2$  into  $O_3$  through a series of steps involving cartoon figures.



Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de 15 años en Matemáticas, Lectura y Ciencias

Agradecemos al Instituto Vasco de Evaluación e Investigación Educativa (ISEI-IVEI) su colaboración para la difusión de estas pruebas.  
*La Directora del INECSE*

**Elaboración del informe (ISEI-IVEI):**

Amaia Arregi Martínez  
Alicia Sainz Martínez  
Inmaculada Tambo Hernández  
Joserra Ugarriza Ocerin

**Asesoramiento y supervisión técnica:**

Eduardo Ubieta Muñuzuri

**Revisión (INECSE):**

Joaquín Martín Muñoz  
Ramón Pajares Box

## ÍNDICE

1. Presentación .....	4
2. Definición de las ciencias en PISA. Concepto de conocimiento científico.....	4
3. Cómo se mide el Conocimiento Científico.....	6
4. Tipos de preguntas.....	8
5. Criterios de corrección.....	8
6. Presentación de los ítems.....	9
7. Ejemplos de ítems de Ciencias.....	10
♦ ¡Detengan a ese germen!.....	11
♦ Peter Cairney.....	13
♦ Maíz.....	17
♦ Clonación .....	20
♦ Luz del día .....	24
♦ Los autobuses .....	27
♦ Las moscas .....	29
♦ La biodiversidad .....	33
♦ El cambio climático .....	36
♦ El chocolate .....	39
♦ Los clones del cordero .....	42
♦ Ozono .....	45
♦ Semmelweis .....	52
8. Bibliografía.....	59

## **PRESENTACIÓN**

Con la presentación de los ítems de Ciencias liberados de las evaluaciones PISA 2000 y 2003 y el análisis de los mismos, se pretende facilitar a los profesionales del área de Ciencias una reflexión que permita poner en marcha aspectos que ayuden a la mejora del rendimiento de su alumnado. El conocer el enfoque de la evaluación, aplicación del conocimiento científico versus memorización de conceptos, puede favorecer el desarrollo de una didáctica coherente con los logros a conseguir (saber resolver problemas que se plantean en la vida real: situaciones de viaje, compra, domésticas, económicas, etc.) y que mejore el rendimiento que será medido a través de las evaluaciones correspondientes.

Dado que la próxima evaluación PISA, que se realizará en el año 2.006, evaluará fundamentalmente el área de Conocimiento Científico, concretamente las destrezas alcanzadas en el área de Ciencias por el alumnado de 15 años, se ha considerado de interés hacer una recopilación del tipo de ítems que el proyecto PISA suele utilizar.

El objetivo, por tanto, es acercar al profesorado que imparte el área de Ciencias, a los Departamentos de este área en los centros educativos, así como a los profesionales que se ocupan del asesoramiento del área científica, el tipo de cuestiones que se plantean en las evaluaciones actuales. Conocer los procedimientos científicos que están en la base de estas preguntas, las competencias que se deben aplicar para su resolución y valorar las actitudes hacia la ciencia actual, puede ser una clave a la hora de planificar los programas escolares y las actividades del alumnado. Finalmente, y en coherencia con la definición del conocimiento científico que hace PISA, se trata de que el alumnado alcance las estrategias y competencias necesarias para comprender los hechos científicos del mundo actual.

En el año 2000 la evaluación PISA se llevó a cabo en 32 países en condiciones que hicieran posible la comparabilidad de los resultados. De las unidades utilizadas en dicha evaluación se reservó un número determinado de ellas para ser utilizadas en futuras aplicaciones, ya que la aplicación de las mismas unidades en varias evaluaciones permite equiparar las puntuaciones en una escala común y comparar los resultados a lo largo del tiempo de forma rigurosa. El resto de unidades que no se reservan no se vuelven a utilizar en las pruebas y son “liberadas” para conocimiento público. El objetivo es servir de modelo de cómo se entienden y se miden los conocimientos de ciencias en la evaluación internacional PISA.

Los ítems que se presentan en este documento son trece en total, y fueron utilizados bien en los pilotajes o bien en las propias evaluaciones PISA. Esta publicación recoge 2 unidades que fueron utilizadas en Pisa 2000, así como otras 2 unidades liberadas de PISA 2003. Además, se incluyen algunos ítems de Ciencias que fueron utilizados en los pilotajes pero que no fueron incluidos en las pruebas definitivas por su similitud en cuanto a lo que miden, con otros sí seleccionados para la evaluación.

## **DEFINICIÓN DE LAS CIENCIAS EN PISA**

El programa PISA considera que la formación científica es un objetivo clave de la educación y debe lograrse durante el periodo obligatorio de enseñanza, independientemente de que el alumnado continúe sus estudios científicos o no lo haga ya que la preparación básica en ciencias se relaciona con la capacidad de pensar en un mundo en el que la ciencia y la tecnología influyen en nuestras vidas.

Considera, por tanto, que la formación básica en ciencias es una competencia general necesaria en la vida actual.

La aptitud para la Ciencias se define en PISA como:

La capacidad para emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y obtener conclusiones basadas en pruebas, con el fin de comprender y poder tomar decisiones sobre el mundo natural y sobre los cambios que la actividad humana produce en él.

En este enfoque, la atención no se centra en cómo “*hacer ciencia*”, tampoco en cómo crear conocimientos científicos, ni en cómo recordarlos brevemente en un examen final. “...Así pues, en ciencias, se debería pedir a los estudiantes que fueran capaces de evaluar pruebas factuales, de distinguir entre teorías y observaciones y de valorar el grado de confianza que hay que conceder a las explicaciones proporcionadas” (Millar y Osborne, 1998)<sup>1</sup>

El desarrollo de un conocimiento científico implica comprender los elementos característicos del área (lenguaje científico, tablas, gráficos, diagramas, etc.) y también aprender a utilizarlos para resolver problemas en una gran variedad de situaciones sociales. Desafortunadamente se da a veces la circunstancia de que una persona conoce bien los elementos del área o materia y sin embargo no logra entender su estructura ni sabe como utilizarlos para resolver problemas.

El programa PISA no plantea la evaluación como una prueba curricular; sin embargo, admite que, al menos en el caso de las Ciencias, muchos de los ítems se responden mejor en la medida en que la experiencia escolar haya dado como resultado un mejor entendimiento de los procesos científicos y haya aumentado la capacidad para aplicar el conocimiento científico en situaciones de la vida real.

El análisis de los ítems de Ciencias de PISA conduce a plantear la hipótesis de que, aun cuando no son ítems estrictamente curriculares, muchos de los conocimientos científicos que se precisan para resolverlos (básicamente conocimientos conceptuales y procedimentales) tienen que ser explícita e intencionalmente enseñados. De ahí la importancia de la experiencia escolar que el alumnado tenga en relación con el aprendizaje de las ciencias. Conocer las características de los ítems de Ciencias puede aportar información relevante en este sentido.

Cuando se analizan las características de los ítems de Conocimiento Científico se observa que para la resolución de todos ellos se precisa:

- Tener un conocimiento básico de tipo conceptual
- Tener un conocimiento de tipo procedimental
- Aplicar determinados procedimientos a situaciones concretas
- Conocer y comprender un léxico básico propio del lenguaje científico, lógicamente correspondiente al dominio exigible al alumnado de 15 años.

---

<sup>1</sup> Millar, R.y J. Osborne (1998), *Beyond 2000: Science Education for the Future*, King,s College London School of Education, Londres, Reino Unido.

Aunque PISA es una prueba no curricular, los contenidos de los ítems se adquieren si existe una enseñanza específicamente dirigida a ello, una enseñanza no incidental. Dicho de otra manera, los procedimientos de deducción, identificación de los detalles de una investigación, la comunicación de un argumento científico, etc., son cuestiones que también necesitan ser enseñadas de forma intencional.

El profesional de la enseñanza sabe que tener la experiencia de la utilidad de los conocimientos que se van adquiriendo para cubrir necesidades reales añade un plus de motivación y disposición positiva por parte del alumnado ante nuevos aprendizajes.

## **CÓMO SE MIDE EL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO EN PISA**

El Conocimiento Científico se evalúa a través de tres grandes dimensiones:

- Los procesos o destrezas científicas
- Los conceptos y contenidos científicos
- El contexto en el que se aplica el conocimiento científico

### **Procesos o destrezas científicas**

Se refiere a los procesos mentales implicados en la resolución de un problema científico. El interés de PISA no consiste tanto en comprobar si los chicos y chicas de 15 años pueden realizar investigaciones científicas por sí mismos, como en conocer si su experiencia escolar ha dado como resultado un entendimiento de los procesos científicos y una capacidad de aplicar los conceptos de manera que puedan *“tomar decisiones sobre el mundo natural y los cambios que la actividad humana produce en él”* (PISA 2003).

PISA identifica cinco procesos científicos. La evaluación de cada uno de ellos ayuda a entender hasta qué punto la educación científica prepara a los futuros ciudadanos y ciudadanas para tomar decisiones sobre los cambios que la actividad humana produce en el mundo natural.

#### **1. Reconocer cuestiones científicamente investigables:**

Este proceso implica identificar los tipos de preguntas que la ciencia intenta responder, o bien reconocer una cuestión que es o puede ser comprobada en una determinada situación.

#### **2. Identificar las evidencias necesarias en una investigación científica:**

Conlleva la identificación de las evidencias que son necesarias para contestar a los interrogantes que pueden plantearse en una investigación científica. Asimismo, implica identificar o definir los procedimientos necesarios para la recogida de datos.

#### **3. Extraer o evaluar conclusiones:**

Este proceso implica relacionar las conclusiones con la evidencia en la que se basan o deberían basarse. Por ejemplo, presentar a los estudiantes el informe de una investigación dada para que deduzcan una o varias conclusiones alternativas.

#### **4. Comunicar conclusiones válidas:**

Este proceso valora si la expresión de las conclusiones que se deducen a partir de una evidencia es apropiada a una audiencia determinada. Lo que se valora en este procedimiento es la claridad de la comunicación más que la conclusión.

### 5. Demostrar la comprensión de conceptos científicos:

Se trata de demostrar si existe comprensión necesaria para utilizar los conceptos en situaciones distintas en las que se aprendieron. Esto supone, no sólo recordar el conocimiento, sino también saber exponer la importancia del mismo o usarlo para hacer predicciones o dar explicaciones.

Estos procesos científicos se organizan en tres grupos de competencias según el tipo de capacidad de pensamiento predominante que se requiere para resolver las preguntas que se presentan.

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

### Conceptos y contenidos

El programa PISA no pretende identificar todos los conceptos que podrían estar asociados a los grandes temas científicos para ser objeto de evaluación. En lugar de ello, define una serie de temas principales de la ciencia, y a partir de ellos se hace un muestreo seleccionando los contenidos a incluir según cuatro criterios de relevancia:

- Que aparezcan en situaciones cotidianas y tengan un alto grado de utilidad en la vida diaria.
- Que se relacionen con aspectos relevantes de la ciencia, seleccionando aquellos que con más probabilidad mantengan su importancia científica en el futuro.
- Que sean aptos y relevantes para detectar la formación científica del alumnado.
- Que sean aptos para utilizarlos en procesos científicos y no sólo que correspondan a definiciones o clasificaciones que únicamente deben ser recordadas.

Basándose en estos criterios PISA 2003 selecciona conceptos pertenecientes a 13 grandes temas científicos. Estos temas corresponden a un amplio abanico de disciplinas: física, biología, química, medicina, etc. Son los siguientes:

- Estructura y propiedades de la materia
- Cambio atmosférico
- Cambios físicos y químicos
- Transformaciones de la energía
- Fuerzas y movimiento
- Función y forma
- Biología humana

- Cambio fisiológico
- Biodiversidad
- Control genético
- Ecosistemas
- La Tierra y su lugar en el universo
- Cambio geológico

### **Contextos científicos**

Se refiere a las situaciones y áreas en las que el alumnado tiene que aplicar sus conocimientos científicos. Tanto los conocimientos como los contextos donde se aplican son preferentemente de la vida cotidiana y se priorizan los que se relacionan con problemas y temas que tienen repercusión en el bienestar humano.

Los espacios de aplicación de las ciencias se agrupan en tres grandes áreas:

1. Las ciencias de la vida y la salud
2. Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente
3. Las ciencias aplicadas a la Tecnología

Estas áreas incorporan aspectos que los estudiantes del mundo actual, ciudadanos y ciudadanas del mañana, necesitan comprender ya que en su vida cotidiana tendrán que tomar decisiones acerca de ellos.

### **TIPOS DE PREGUNTAS**

Las preguntas de Ciencias se presentan agrupadas en unidades. Cada unidad comienza con la presentación de un texto introductorio relacionado con una situación científica de la vida real. A este texto le siguen las preguntas o ítems que los alumnos y alumnas deben responder.

Las preguntas se presentan en diferentes formatos y se resuelven mediante dos tipos de respuestas. Son las siguientes:

- ♦ Respuesta de Elección Múltiple: se selecciona una sola opción entre varias alternativas dadas, normalmente cuatro.
- ♦ Respuesta de construcción abierta: se contestan redactando o calculando una respuesta en un espacio abierto.

### **CRITERIOS DE CORRECCIÓN**

Las preguntas cerradas se corrigen automáticamente. Sin embargo, para la corrección de las preguntas abiertas se siguen unos criterios internacionales de calificación que incluyen instrucciones pormenorizadas para cada una de ellas.

La puntuación posible de las preguntas oscila entre 0 y 3 puntos. La mayor parte de ellas tienen una puntuación máxima de 1 punto, incluyéndose en este grupo todas las de respuesta cerrada. Una parte de las preguntas abiertas recibe una puntuación máxima de 2 puntos, llegando en otras hasta 3 puntos en función de la riqueza de la respuesta.



## **PRESENTACIÓN DE LOS ÍTEMS**

Los textos y preguntas presentados a continuación se reproducen exactamente como fueron presentados a los alumnos y alumnas en sus cuadernillos.

Se presenta en primer lugar cada unidad temática con un texto introductorio de contenido científico. Tras esta presentación se muestran los ítems o preguntas.

La descripción de cada ítem tiene una parte común -texto introductorio, características del ítem, criterios de corrección, etc.- y se complementa con otro tipo de información sobre los resultados obtenidos y comentarios sobre el ítem en determinados casos en los que existe esta información.

Las preguntas se presentan según el siguiente esquema:

- a. Texto introductorio de la Unidad
- b. Planteamiento del problema a resolver
- c. Descripción de las características de cada ítem incluyendo:
  - Área
  - Tema
  - Proceso
  - Competencia requerida
  - Tipo de respuesta
- d. Criterios de corrección de cada ítem
- e. Porcentaje de respuestas correctas en ítems de las evaluaciones PISA 2000 y PISA 2003.

### **PISA 2000**

- 1.En la OCDE
- 2.En España

### **PISA 2003**

- 1.En La OCDE
- 2.En España
- 3.En Castilla León
- 4.En Cataluña
- 5.En el País Vasco

- f. Otra información complementaria (en determinados ítems)

La información referida a cada ítem ha sido desarrollada en diversos países. En este documento se muestra de forma exhaustiva con el objeto de que sea el profesional del área de Ciencias quien valore la adecuación y utilidad de la misma. Las fuentes de información se explicitan en la página 58 de la bibliografía.

## **EJEMPLOS DE ÍTEMS DE CIENCIAS DEL PROGRAMA PISA**

## ¡DETENGAN A ESE GERMEN!

Ya en el siglo XI, los médicos chinos manipulaban el sistema inmunitario. Al soplar polvo de costras de un enfermo de viruela en los orificios nasales de sus pacientes, a menudo podían provocar una enfermedad leve que evitaba un ataque más grave posterior. Hacia 1.700, la gente se frotaba la piel con costras secas para protegerse de la enfermedad. Estas prácticas primitivas se introdujeron en Inglaterra y en las colonias americanas. En 1.771 y 1.772, durante una epidemia de viruela, un médico de Boston llamado Zabdiel Boylston puso a prueba una idea que tenía. Arañó la piel de su hijo de seis años y de otras 285 personas y frotó el pus de las costras de viruela en las heridas. Sobrevivieron todos sus pacientes a excepción de seis.

### ITEM 1: ¡DETENGAN A ESE GERMEN!

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

---

---

---

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud  
**Tema:** Biología humana  
**Proceso:** Extracción o evaluación de conclusiones  
**Competencia requerida:** Comprensión de la investigación científica  
**Tipo de respuesta:** Construcción abierta

#### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

##### **Máxima puntuación**

Puntuación 2: Respuestas que hagan referencia a estas dos ideas:

- inocular a alguien con viruela le proporciona cierta inmunidad.
- al arañar la piel, la viruela pasa al flujo sanguíneo.

##### **Puntuación parcial**

Puntuación 1: Respuestas que hacen referencia a una sola de las dos ideas anteriores.

##### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.

## ITEM 2: ¡DETENGAN A ESE GERMEN!

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

---

---

---

---

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud  
**Tema:** Biología humana  
**Proceso:** Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica  
**Competencia requerida:** Comprensión de la investigación científica  
**Tipo de respuesta:** Construcción abierta

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### ***Máxima puntuación***

Puntuación 2: Respuestas que incluyen las dos informaciones siguientes:

- el índice de supervivencia sin el tratamiento de Boylston;
- si los pacientes estuvieron expuestos a la viruela al margen del tratamiento.

#### ***Puntuación parcial***

Puntuación 1: Respuestas que hacen referencia sólo a una de las dos ideas anteriores.

#### ***Ninguna puntuación***

Puntuación 0: Otras respuestas.

## PETER CAIRNEY

Las cuatro preguntas siguientes forman parte de una unidad cuyo estímulo es un fragmento sobre Peter Cairney, quien trabaja para el Australian Road Research Board (Consejo Australiano de Investigación Vial).

Se presenta el siguiente estímulo:

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

### ÍTEM 1: PETER CAIRNEY

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

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

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

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias aplicadas a la Tecnología  
**Tema:** Fuerzas y movimiento  
**Proceso:** Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica  
**Competencia requerida:** Comprensión de la investigación científica  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple compleja

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN

### **Máxima puntuación**

Puntuación 2: Sí, No, Sí, No, en este orden.

### **Puntuación parcial**

Puntuación 1: Si, No, No, No, en este orden.

### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Cualquier otra combinación de respuestas.

## ITEM 2: PETER CAIRNEY

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

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

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

Estoy a favor \_\_\_\_\_

Estoy en contra \_\_\_\_\_

Razón: \_\_\_\_\_

## CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias aplicadas a la Tecnología  
**Tema:** Fuerzas y movimiento  
**Proceso:** Comunicación de conclusiones válidas  
**Competencia:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Construcción de respuesta abierta

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN

### **Máxima puntuación**

Puntuación 1: Respuestas que están de acuerdo o en desacuerdo con la decisión por razones coherentes con la información dada. Por ejemplo:

- de acuerdo porque hay menos posibilidad de chocar si el tráfico se mantiene cerca de los márgenes de la carretera, incluso aunque vaya más rápido;

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

***Ninguna puntuación***

Puntuación 0: Respuestas a favor o en contra pero que no especifican las razones o dan razones que no tienen relación con el problema.

**ITEM 3: PETER CAIRNEY**

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

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

Razones:

---



---

**CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM**

**Área:** Las ciencias aplicadas a la Tecnología  
**Tema:** Fuerzas y movimiento  
**Proceso:** Demostración de la comprensión de conceptos científicos  
**Competencia:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos  
**Tipo de respuesta:** Construcción de respuesta abierta

**CRITERIOS DE CORRECCIÓN**

***Máxima puntuación***

Puntuación 2: Respuestas que mencionan que:

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

Y:

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

**Puntuación parcial**

Puntuación 1: Respuestas que indican sólo una de las dos ideas anteriores.

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas, o repetición de la afirmación, p. ej.

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

#### ÍTEM 4: PETER CAIRNEY

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

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

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

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias aplicadas a la Tecnología

**Tema:** Fuerzas y movimiento

**Proceso:** Extracción o evaluación de conclusiones

**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

#### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

**Máxima puntuación**

Puntuación 1: Respuesta B: 15 km/h

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.



## MAÍZ

Los tres ítems siguientes se han extraído de una unidad llamada Maíz. El estímulo es un artículo de periódico sobre un agricultor, Auke Ferweda, que quema maíz en su estufa a modo de combustible. Es el siguiente:

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

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

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

### ÍTEM 1: MAIZ

Ferwerda compara el uso del maíz como combustible con el maíz que se usa como alimento.

La primera columna de la tabla siguiente contiene una lista de fenómenos que pueden producirse cuando se quema maíz como combustible.

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

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

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

## CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud  
**Tema:** Cambios físicos y químicos  
**Proceso:** Extracción o evaluación de conclusiones  
**Competencia:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple compleja

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN

### **Máxima puntuación**

Puntuación 1: Sí, Sí, Sí, en este orden. (Todas las partes deben haber sido contestadas correctamente, dado que cualquier error indicaría algún fallo de comprensión del proceso de transformación de alimentos en el cuerpo de un animal.)

### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Cualquier otra combinación de respuestas.

## ÍTEM 2: MAÍZ

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

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

Dióxido de carbono + agua  $\longrightarrow$  oxígeno +

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

## CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud  
**Tema:** Transformaciones de la energía  
**Proceso:** Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica  
**Competencia:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos  
**Tipo de respuesta:** Construcción de respuesta abierta

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN

### **Máxima puntuación**

Puntuación 1: Respuestas que indiquen cualquiera de las opciones siguientes: glucosa, azúcar, hidrato(s) de carbono, sacárido(s), almidón.

### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.

### ÍTEM 3: MAÍZ

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

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

*Efecto invernadero relativo por molécula de gas*

Dióxido de carbono	Metano	Óxido nitroso	Clorofluorocarbonos
1	30	160	17.000

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

¿Qué otros datos debe conseguir Carolina?

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

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente  
**Tema:** Estructura y propiedades de la materia  
**Proceso:** Extracción o evaluación de conclusiones  
**Competencia:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

#### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

Existe una relación estrecha entre saber que la concentración de una sustancia influye en su capacidad de acción y reconocer que no puede extraerse una conclusión válida sin esta información adicional.

**Máxima puntuación**

Puntuación 1: Respuesta D: Datos sobre la cantidad de cada uno de los cuatro gases en la atmósfera.

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.

## CLONACIÓN

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

### ¿Una máquina copiadora de seres vivos?

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

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

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

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



## ÍTEM 1: CLONACIÓN

¿A qué oveja es idéntica Dolly?

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

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud.  
**Tema:** Control genético.  
**Proceso:** Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica.  
**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos.  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple.

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### *Máxima puntuación*

Puntuación 1: Respuesta A: Igual a la primera oveja.

#### *Ninguna puntuación*

Puntuación 0: Otras respuestas.

### Porcentaje de respuestas correctas

PISA 2000		PISA 2003	
OCDE:	61,4%	OCDE:	64,7%
España:	62,8%	España:	65,6%
		Castilla y León:	67,6%
		Cataluña:	65,7%
		País Vasco:	65,2%

## ITEM 2. CLONACIÓN

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

Este “trozo muy pequeño” es

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

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud.  
**Tema:** Control genético.  
**Proceso:** Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica.  
**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos.  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple.

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### **Máxima puntuación**

Puntuación 1: Respuesta A: una célula

#### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas o ninguna respuesta

Porcentaje de respuestas correctas			
PISA 2000		PISA 2003	
OCDE:	45,4%	OCDE:	48,7%
España:	46,6%	España:	50,1%
		Castilla y León:	54,8%
		Cataluña:	49,5%
		País Vasco:	49,8%

### ITEM 3. CLONACIÓN

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

A continuación se mencionan dos posibles razones para esta decisión.

¿Son científicas estas razones?

Rodea con un círculo Sí o No para cada caso.

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

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud.  
**Tema:** Control genético.  
**Proceso:** Reconocimiento de cuestiones científicamente investigables.  
**Competencia requerida:** Comprensión de la investigación científica  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple compleja.

#### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

##### *Máxima puntuación*

Puntuación 1: Sí, No, en este orden.

##### *Ninguna puntuación*

Puntuación 0: Otras respuestas. o ninguna respuesta

#### Porcentaje de respuestas correctas

PISA 2000		PISA 2003	
OCDE:	61,0%	OCDE:	62,1%
España:	70,9%	España:	69,8%
		Castilla y León:	70,5%
		Cataluña:	70,5%
		País Vasco:	69,3%

## LUZ DEL DÍA

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

### LA LUZ DEL DÍA 22 JUNIO DE 2002

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

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

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

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

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

### ÍTEM 1. LUZ DEL DÍA

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

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

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente.

**Tema:** La Tierra y su lugar en el Universo.

**Proceso:** Demostración de la comprensión de concepto científicos

**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple.

#### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

**Máxima puntuación**

Puntuación 1: Respuesta A: La Tierra rota sobre su eje.

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.



Porcentaje de respuestas correctas			
PISA 2000		PISA 2003	
OCDE:	38,7%	OCDE:	42,6%
España:	43,6%	España:	44,0%
		Castilla y León:	49,6%
		Cataluña:	39,0%
		País Vasco:	45,0%

## ITEM 2. LUZ DEL DÍA

La Figura representa los rayos del Sol iluminando la Tierra.

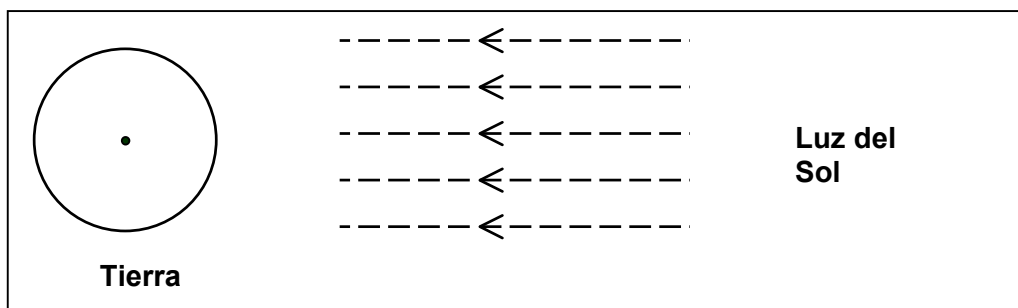


Figura: rayos de luz del Sol

Imagina que es el día más corto en Melbourne.

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

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente.

**Tema:** La Tierra y su lugar en el Universo.

**Proceso:** Demostración de la comprensión de concepto científicos

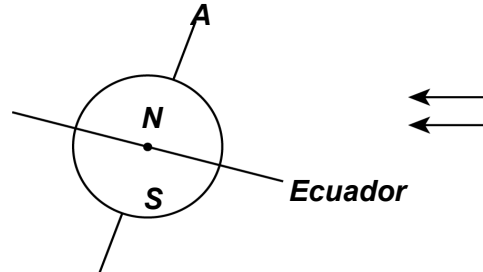
**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

**Tipo de respuesta:** Corta

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN

### *Máxima puntuación*

Puntuación 2: El diagrama contiene el Ecuador inclinado hacia el Sol con un ángulo entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ , el eje de la Tierra inclinado hacia el Sol dentro del rango de  $10^\circ$  y  $45^\circ$  de la vertical, y



están correctamente etiquetados los hemisferios norte y sur (o sólo uno y el otro implícito).

### *Puntuación parcial*

Puntuación 1: El diagrama contiene el ángulo de inclinación del eje entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ , los hemisferios norte y sur correctamente etiquetados (o sólo uno y el otro implícito), pero el ángulo de inclinación del Ecuador no está entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ ; o falta el Ecuador.

El ángulo de inclinación del Ecuador está entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ , los hemisferios norte y sur están correctamente etiquetados (o sólo uno y el otro implícito), pero el ángulo de inclinación del eje no está entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ ; o falta el eje.

El ángulo de inclinación del Ecuador está entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ , y el ángulo de inclinación de la Tierra está entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ , pero no están correctamente etiquetados los hemisferios norte y sur (o sólo uno y el otro implícito, o faltan ambos).

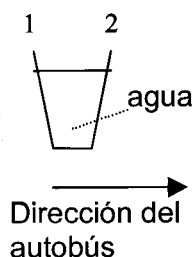
### *Ninguna puntuación*

Puntuación 0: El único rasgo correcto es el etiquetado de los hemisferios norte y sur (o solo uno y el otro implícito).  
El único rasgo correcto es el ángulo de inclinación del Ecuador entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ .  
El único rasgo correcto es el ángulo de inclinación entre  $10^\circ$  y  $45^\circ$ .  
No hay rasgos correctos, u otras respuestas.

Porcentaje de respuestas correctas			
PISA 2000		PISA 2003	
OCDE:	17,8%	OCDE:	18,6%
España:	22,7%	España:	19,0%
		Castilla y León:	19,8%
		Cataluña:	17,8%
		País Vasco:	18,2%

## LOS AUTOBUSES

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



De repente, Raimundo tiene que frenar violentamente.

### ITEM 1: LOS AUTOBUSES

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

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

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias aplicadas a la Tecnología.

**Tema:** Fuerzas y movimiento

**Proceso:** Demostración de la comprensión de concepto científicos

**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

#### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

##### **Máxima puntuación**

Puntuación 1: Respuesta C: El agua se derramará por el lado 2.

##### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras.

### Comentario sobre el ítem

Esta pregunta requiere que los estudiantes consideren los aspectos científicos de una forma de transporte cotidiana. En el ítem se utiliza esta situación para evaluar el conocimiento del objeto que se mueve y de las fuerzas que se necesitan para parar el movimiento. Cuando el autobús se para bruscamente, el agua del vaso continúa moviéndose en la dirección en la que ya se estaba moviendo y probablemente se derramará hacia delante. La fuerza de reacción contra el lado del vaso empujará el agua hacia atrás ocasionando la conocida experiencia de un líquido que se derrama hacia delante y hacia detrás. Sin embargo, para identificar por qué lado se derramó en primer lugar es preciso conocer las fuerzas que actúan. Como las opciones son limitadas, la forma de respuesta fija es la más adecuada para este caso

## ITEM 2: LOS AUTOBUSES

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

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

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

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente.  
**Tema:** Transformaciones de energía  
**Proceso:** Extracción o valoración de conclusiones  
**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Abierta

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### **Máxima puntuación**

Puntuación 1: Contesta con la afirmación de que la central eléctrica o la combustión del carbón también contribuyen a la contaminación del aire. Por ejemplo:

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

#### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: No o sí, sin una explicación correcta.

### Comentario sobre el ítem

Esta pregunta se centra en los autobuses como elementos que contribuyen a la contaminación del aire. La contaminación atmosférica constituye una gran preocupación de cara al futuro y es importante que los estudiantes puedan tomar decisiones con fundamento sobre la misma. El texto que introduce esta pregunta presenta la conclusión, deducida por algunas personas, de que los trolebuses no contribuyen a la contaminación del aire. Los alumnos y alumnas tienen que evaluar la validez de esta conclusión, usando la información dada en la pregunta y sus conocimientos de los productos desprendidos en la combustión del carbón en las centrales eléctricas. Para que los estudiantes obtengan alguna puntuación deben mencionar en su respuesta la contaminación causada por la central eléctrica de carbón que produce la electricidad, incluso si afirman que los usuarios de la electricidad no son los causantes directos de la contaminación.

## LAS MOSCAS

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

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

El granjero observó que se había preparado una gran cantidad de la solución del insecticida y se había utilizado en todas las rociadas. Por eso, pensó en la posibilidad de que la solución de insecticida se hubiera descompuesto con el tiempo.

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

## ITEM 1: LAS MOSCAS

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

---

---

---

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)  
**Tema:** Cambios físicos y químicos  
**Proceso:** Identificar la evidencia necesaria en una investigación científica  
**Competencia requerida:** Comprensión de la investigación científica  
**Tipo de respuesta:** Abierta

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### **Máxima puntuación**

Puntuación 2: Respuestas del tipo:

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

#### **Puntuación parcial**

Puntuación 1: Respuestas del tipo de:

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

#### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras.

### Comentario sobre el ítem

El uso de los insecticidas en la agricultura, cada vez tiene mayor importancia. La producción intensiva de alimentos implica un elevado uso de insecticidas y herbicidas de los que sabemos que su efectividad hoy en día tiende a disminuir por el uso continuado de los mismos. Sin embargo, en casos específicos, como el presentado en esta unidad, podrían existir otras razones para el desarrollo de defensas en los organismos elegidos. Así, los estudiantes se encuentran aquí con un conjunto de preguntas relacionadas con un texto que implica consecuencias importantes.

## ITEM 2: LAS MOSCAS

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

**Explicación 1:** \_\_\_\_\_

**Explicación 2:** \_\_\_\_\_

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)

**Tema:** Cambios fisiológicos

**Proceso:** Extraer y evaluar conclusiones

**Competencia:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas

**Tipo de respuesta:** Abierta

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### **Máxima puntuación**

Puntuación 2: Respuestas que dan dos de las siguientes explicaciones:

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

### ***Puntuación parcial***

Puntuación 1: Respuestas que sólo dan una explicación de las anteriores.

### ***Ninguna puntuación***

Puntuación 0: Otras, incluyendo la de la llegada al establo de nuevas moscas procedentes de las áreas próximas (no rociadas).

#### **Comentario sobre el ítem**

El estímulo de esta unidad presenta observaciones a partir de las cuales se puedan extraer diferentes conclusiones. La pregunta se centra en dar otras explicaciones posibles para la disminución de la efectividad del insecticida, además de la sugerida por el granjero. En el caso de las respuestas que se refieren a la resistencia de las moscas, se necesitan conocimientos científicos del cambio fisiológico y de la posible y consecuente resistencia hereditaria. Esta última es una de las respuestas dada por la mayor parte de los estudiantes evaluados en la prueba piloto del programa PISA. Por ejemplo: «Con el uso continuado del mismo insecticida las moscas se hicieron inmunes a su composición». Las otras dos explicaciones que se aceptan implican el reconocimiento de la posibilidad de cambios en las condiciones medio ambientales y un cambio en la manera de aplicar el insecticida -conclusiones que pueden deducirse de la evidencia disponible-. Este tipo de preguntas, donde existen tres posibles respuestas correctas (y, en algunos casos, más) pero sólo se necesitan dos, plantean un problema general de calificación. Puede suceder que una determinada respuesta sea mucho peor que las otras y, sin embargo, se le otorga la puntuación completa sólo cuando está incluida. La respuesta relacionada con la resistencia adquirida de las moscas se considera más importante que las otras dos respuestas. No obstante, es mejor tratar por igual a todas las respuestas si la pregunta no indica al alumno la preferencia por un determinado tipo de respuesta.



## LA BIODIVERSIDAD

Lee este artículo del periódico y contesta a las siguientes preguntas

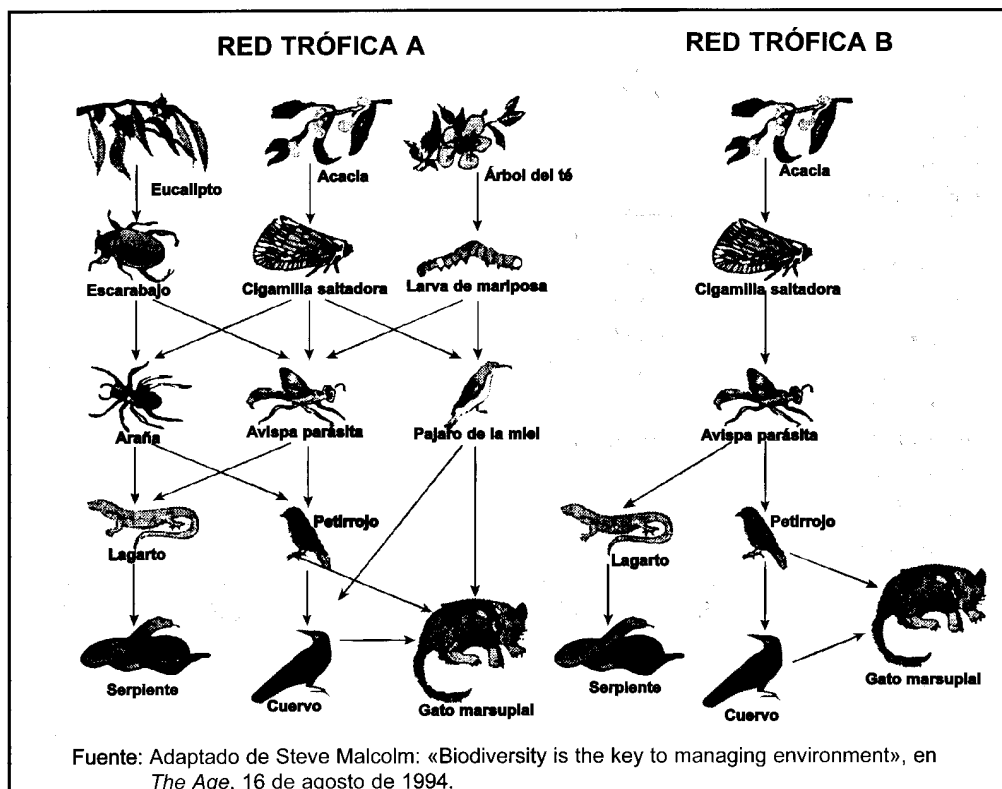
### LA BIODIVERSIDAD ES LA CLAVE PARA LA GESTIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

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

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

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

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



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

## ITEM 1: LA BIODIVERSIDAD

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

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud (Conservación y uso sostenible de las especies)

**Tema:** Ecosistema

**Proceso:** Identificar la evidencia necesaria en una investigación científica

**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

#### ***Puntuación máxima***

Puntuación 1: Responde la opción A: El gato marsupial y la avispa parásita.

#### ***Ninguna puntuación***

Puntuación 0: Otras.

### Comentario sobre el ítem

La conservación de gran variedad de especies tiene consecuencias de largo alcance en una escala global y durante un largo espacio de tiempo aunque su importancia no sea percibida como inmediatamente obvia en la vida diaria. El impacto que produce la extinción de las especies, que puede suceder por numerosas razones, incluyendo las relacionadas con la actividad humana, puede notarse de forma inesperada. La comprensión de la cadena de sucesos y resecuencias depende del conocimiento de la interdependencia que existe entre los seres vivos y de la destreza en el uso de este conocimiento para predecir cómo los cambios en la población de determinados seres vivos pueden afectar a otros seres vivos. Las redes tróficas constituyen un modo útil de presentar y explicar este tipo de relaciones y se encuentran en todos los currículos de ciencias del mundo. Esta unidad sobre la biodiversidad presenta dos redes tróficas, representando una de ellas un ecosistema más diverso que la otra.

## ITEM 2: LA BIODIVERSIDAD

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

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud (Conservación y uso sostenible de las especies)

**Tema:** Ecosistema

**Proceso:** Identificar la evidencia necesaria en una investigación científica

**Competencia:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

#### ***Puntuación máxima***

Puntuación 1: Responde la opción C: El efecto sería mayor en la red trófica B porque la avispa parásita sólo tiene una fuente de comida en la red B.

#### ***Ninguna puntuación***

Puntuación 0: Otras.

### Comentario sobre el ítem

Esta pregunta de la unidad de Biodiversidad estudia si los estudiantes comprenden el impacto ambiental producido por los cambios en los ecosistemas. Otro tipo de preguntas pide a los alumnos y alumnas que razonen, basándose en las redes tróficas proporcionadas, por qué se debe considerar la pérdida de la biodiversidad como un asunto muy preocupante. Aquí se requiere la comparación de las dos redes tróficas y el reconocimiento del mayor impacto ambiental producido cuando cambia una población en un ecosistema menos diverso. Se usa un formato de respuesta fija, dando más importancia al razonamiento que a la elección de la red trófica. La puntuación sólo se da cuando en la respuesta existe una combinación de la elección de la red trófica correcta con argumentos válidos. La lectura detallada de las otras respuestas dadas en la pregunta no pareció ser un obstáculo en la prueba piloto del programa PISA, ya que fue contestada correctamente por el 60% de los y las estudiantes.

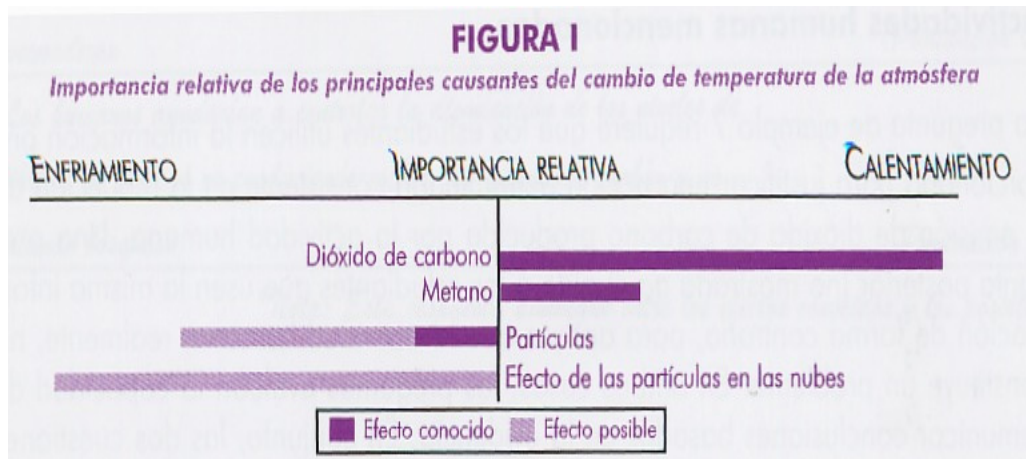
## EL CAMBIO CLIMÁTICO

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

### ¿Qué actividades humanas contribuyen al cambio climático?

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

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



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

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

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

## ITEM 1: EL CAMBIO CLIMÁTICO

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

---

---

---

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente (tiempo y clima)  
**Tema:** Cambio atmosférico  
**Proceso:** Comunicar conclusiones válidas  
**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Abierta

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

#### ***Puntuación máxima***

Puntuación 1: Respuestas que indican que.

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

#### ***Ninguna puntuación***

Puntuación 0: Otras, incluyendo respuestas como:

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

### Comentario sobre el ítem

La pregunta requiere que los y las estudiantes utilicen la información proporcionada para justificar una acción determinada consistente en la reducción de la emisión de dióxido de carbono producida por la actividad humana. Una pregunta posterior (no mostrada aquí) pide a los estudiantes que use la misma información de forma contraria, para apoyar que la actividad humana, realmente no constituye un problema. En ambos casos las preguntas evalúan la capacidad de comunicar conclusiones basadas en la evidencia. En conjunto, las dos cuestiones son un ejemplo de la precaución con la que tiene que utilizarse la información científica en casos complejos. Las preguntas dependen del conocimiento de las materias científicas, tales como por qué el enfriamiento y calentamiento influyen en el cambio climático y cómo el dióxido de carbono, el metano y las partículas en el aire pueden ser los causantes de estos efectos. No obstante, el objetivo es construir un argumento a partir de los datos proporcionados y evaluar la capacidad de comunicarlo de una forma adecuada. En este ejemplo, se puntúa la respuesta que identifica la relación existente entre la información dada y el argumento propuesto y no se puntúan las respuestas que fallen en el argumento explicativo de la reducción en la emisión, aunque mencione las actividades que contribuyen a la producción de dióxido de carbono.

## EL CHOCOLATE

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

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

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

### ITEM 1: EL CHOCOLATE

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

Tabla 1

Contenido nutritivo de 100 g de chocolate

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

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

---

---

---

## CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)  
**Tema:** Transformaciones de la energía  
**Proceso:** Demostrar comprensión de los conceptos científicos  
**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Abierta

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

### **Puntuación máxima**

Puntuación 2: Respuestas que señalan “no” y explican qué parte de la energía procede de los hidratos de carbono, de las proteínas o de los hidratos de carbono junto con las proteínas.

### **Puntuación parcial**

Puntuación 1: Respuestas que señalan “no” y explican qué parte de la energía procede de los hidratos de carbono, de las proteínas o de los hidratos de carbono junto con las proteínas y, también, de las vitaminas y/o los minerales.

### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Respuestas que

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

## Comentario sobre el ítem

La pregunta presenta información sobre el valor nutritivo del chocolate que se supone es aplicable al chocolate que consume Jessica. Según esos datos el chocolate contiene, además de grasas, proteínas e hidratos de carbono, algunos minerales y vitaminas. La cuestión que se plantea se refiere a los aportes energéticos de estos componentes y requiere el conocimiento de que esta energía procede de las grasas, las proteínas y los hidratos de carbono, y no de los minerales ni de las vitaminas, que tienen otras funciones en la dieta equilibrada. Por lo tanto, la pregunta requiere no sólo recordar conocimientos sino también aplicarlos a una situación de la vida real. Se otorga la puntuación completa a las respuestas que indican que la energía procede, además de las grasas, de las proteínas y de los hidratos de carbono (de uno o de ambos) del chocolate. “No, porque los hidratos de carbono, por ejemplo, proporcionan incluso más energía que las grasas”. Esta respuesta se considera correcta porque, aunque la energía que aporta 1 gramo de hidrato de carbono es menor que la de 1 gramo de grasas el estudiante, posiblemente, quiere decir que existe mayor cantidad de hidratos de carbono. La puntuación parcial se da cuando indican que la energía proviene además de las proteínas y de los hidratos de carbono, de las vitaminas y/o de los minerales: “Yo no pienso así, porque también proceden de los hidratos de carbono, de los minerales y de las vitaminas”.



## ITEM 2 EL CHOCOLATE

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

Aquí tienes una lista de tipos de alimentos,

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

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

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

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud (salud, enfermedad y nutrición)  
**Tema:** Cambio fisiológico  
**Proceso:** Demostrar comprensión de los conceptos científicos  
**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

**Puntuación máxima**

Puntuación 1: Responde la opción E: 2 y 4.

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras

### Comentario sobre el ítem

Una respuesta correcta depende del conocimiento de los alimentos que contienen uno de los principales componentes de una dieta equilibrada. Este conocimiento es necesario para que los estudiantes puedan tomar decisiones fundamentadas sobre sus propias dietas y sobre las de otras personas.

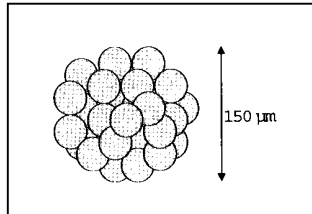
## LOS CLONES DEL TERNERO

Lee el siguiente artículo sobre el nacimiento de cinco terneros.

En febrero de 1993 un equipo de investigadores del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias en Bresson-Villiers (Francia) logró producir cinco clones de terneros. La producción de los clones (animales con el mismo material genético, aunque nacidos de cinco vacas diferentes) fue un proceso complicado,

Primero, los investigadores extrajeron alrededor de treinta óvulos de una vaca (supongamos que el nombre de la vaca era Blanca 1). Los investigadores sacaron el núcleo de cada uno de los óvulos extraídos de Blanca 1.

Después, los investigadores cogieron un embrión de otra vaca (la llamaremos Blanca 2). Este embrión tenía alrededor de treinta células.



Los investigadores separaron la bola de células de Blanca 2 en células individuales.

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

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

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

Fuente: Corinne Bensimon, Libération, marzo de 1993

### ITEM 1: LOS CLONES DEL TERNERO

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

**Área:** Las ciencias aplicadas a la Tecnología (biotecnología)  
**Tema:** Control genético  
**Proceso:** Reconocer cuestiones científicamente investigables  
**Competencia requerida:** Comprensión de la investigación científica  
**Tipo de respuesta:** Abierta

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

### **Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuestas que aportan una idea principal aceptable, por ejemplo:

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

### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Respuestas que:

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

## Comentario sobre el ítem

Una respuesta correcta para la pregunta implica el reconocimiento del tipo de pregunta que se puede estudiar en una investigación científica; en este caso, relacionada con la materia que proporciona los conocimientos de lo que es la división celular y el significado genético del núcleo celular. El baremo de calificación da puntuación a las respuestas plausibles, tales como “Esa clonación fue posible”, aunque no mencionen a los terneros o a las vacas. No se puntúan aquellas ideas que podrían haberse estudiado pero que no lo fueron en esta investigación concreta o las ideas que no se pueden demostrar científicamente.

## ITEM 2 LOS CLONES DEL TERNERO

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

### Frase

Los cinco terneros tienen el mismo tipo de genes: Si/ No

Los cinco terneros tienen el mismo sexo: Sí/ No

El pelo de los cinco terneros es del mismo color: Si/ No

## CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias aplicadas a la Tecnología (biotecnología)  
**Tema:** Control genético  
**Proceso:** Demostrar la comprensión de los conceptos científicos  
**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Elección múltiple compleja

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

### ***Puntuación máxima***

Puntuación 1: Sí, Sí, Sí.

### ***Ninguna puntuación***

Puntuación 0: Otra.

## Comentario sobre el ítem

Aquí, en el artículo estímulo, la pregunta presenta frases relacionadas con el resultado de la clonación. No obstante, estas frases no se dedujeron de los datos experimentales y, por lo tanto, no se evalúan con relación a la evidencia dada. Pudo ser que el proceso evaluado fuera “extraer o evaluar conclusiones”, pero en lugar de esto, el estudiante tuvo que aplicar sus conocimientos de Genética a la respuesta. Por eso, mientras que el concepto y el área de aplicación son los mismos el proceso es diferente.

## OZONO

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

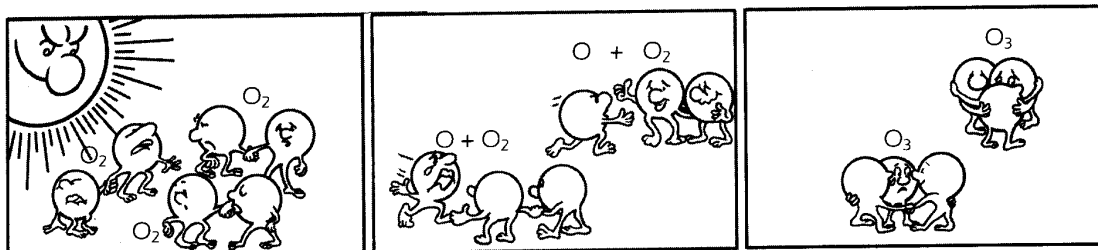
La atmósfera es un océano de aire y un recurso natural imprescindible para mantener la vida en la Tierra. Desgraciadamente, las actividades humanas basadas en intereses nacionales o personales están dañando de forma considerable a este bien común, reduciendo notablemente la frágil capa de ozono que actúa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

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

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

## ITEM 1: OZONO

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



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

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

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

Escribe una explicación de la tira cómica para tu familiar.

En tu explicación, utiliza las palabras átomos y moléculas del mismo modo en el que se utilizan en las líneas 5 y 6 del texto.

---

---

---

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente

**Tema:** Cambios físicos y químicos

**Proceso:** Comunicación de conclusiones válidas

**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple compleja

## CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

### **Puntuación máxima**

Puntuación 3:

*Respuestas que mencionen los siguientes tres aspectos:*

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

*Ejemplos de puntuación 3:*

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

### **Puntuación media**

Puntuación 2:

*Respuestas que sólo mencionen correctamente el primer y el segundo aspecto*

- El Sol descompone las moléculas de oxígeno en átomos simples. Los átomos se fusionan en grupos. Los átomos forman grupos de 3 átomos juntos.

*Respuestas que sólo mencionen correctamente el primer y el tercer aspecto.*

- Cada uno de los hombrecillos es un átomo de oxígeno. O es un átomo de oxígeno,  $O_2$  es una molécula de oxígeno y  $O_3$  es un grupo de átomos unidos. Los procesos mostrados son un par de átomos de oxígeno ( $O_2$ ) dividiéndose y luego juntándose con otros dos pares que forman dos grupos de 3 ( $O_3$ ).
- Los hombrecillos son átomos de oxígeno.  $O_2$  significa una molécula de oxígeno (como un par de hombrecillos que se dan la mano) y  $O_3$  significa tres átomos de oxígeno. Los dos átomos de oxígeno de una pareja se dividen y uno se junta con cada uno de los otros pares y de los tres pares, se forman dos conjuntos de moléculas de oxígeno ( $O_3$ ).

*Respuestas que sólo mencionen correctamente el segundo y el tercer aspecto*

- El oxígeno es dividido por la radiación del Sol. Se parte por la mitad. Los dos lados se juntan con otras "partículas" de oxígeno formando ozono.

- La mayor parte del tiempo en ambientes de oxígeno puro ( $O_2$ ) el oxígeno viene en parejas de dos, así que hay tres pares de 2. Un par tiene mucho calor y se separan para irse a otro par, haciendo  $O_3$  en lugar de  $O_2$ .

Puntuación 1:

*Respuestas que sólo mencionen correctamente el primer aspecto.*

- Las moléculas de oxígeno se están separando. Forman átomos de O. Y algunas veces hay moléculas de ozono. La capa de ozono sigue igual porque se forman nuevas moléculas y otras mueren.

*Respuestas que sólo mencionen correctamente el segundo aspecto.*

- O representa una molécula de oxígeno,  $O_2$  =oxígeno,  $O_3$  =ozono. A veces, las dos moléculas de oxígeno, juntándose, son separadas por el Sol. Las moléculas solas se juntan con otro par para formar ozono ( $O_3$ ).

*Respuestas que sólo mencionen correctamente el tercer aspecto.*

- Las moléculas de "O" (oxígeno) se ven forzadas a juntarse con  $O_2$  (2 x moléculas de oxígeno) para formar  $O_3$  (3 x moléculas de oxígeno) por el calor del Sol. [No hay puntuación por el segundo aspecto porque el Sol no participa en la formación de ozono resultante de  $O + O_2$  sino sólo en la separación de las uniones en  $O_2$ ]

**Ninguna puntuación:**

Puntuación 0:

*Respuestas que mencionen incorrectamente los tres aspectos*

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

Porcentaje de respuestas correctas	
PISA 2000	
OCDE:	28,4%
España:	28,2%



## ITEM 2: OZONO

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

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

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

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

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

<b>Área:</b>	Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente
<b>Tema:</b>	La Tierra y su lugar en el universo
<b>Proceso:</b>	Identificación de la evidencia necesaria en una investigación científica
<b>Competencia requerida:</b>	Interpretación de evidencias y conclusiones científicas
<b>Tipo de respuesta:</b>	Elección múltiple compleja

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN:

#### **Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuesta B — Malo. Se forma en la troposfera.

#### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras.

### Porcentaje de respuestas correctas

#### PISA 2000

OCDE:	34,8%
España:	32,2%

### ITEM 3: OZONO

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

Nombra una de estas enfermedades específicas.

---

---

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud  
**Tema:** Cambio fisiológico  
**Proceso:** Demostración de la comprensión de conceptos científicos  
**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas  
**Tipo de respuesta:** Abierta

#### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

##### *Puntuación máxima*

Puntuación 1: Respuestas que se refieran al cáncer de piel. Por ejemplo:

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

##### *Ninguna puntuación*

Puntuación 0: Respuestas referidas a otros tipos específicos de cáncer.  
P.ej.

- Cáncer de pulmón.

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

- Cáncer.

Otras respuestas incorrectas

Porcentaje de respuestas correctas	
PISA 2000	
OCDE:	53,8%
España:	68,7%

## ITEM 4: OZONO

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

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

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

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

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la Tierra y del medio ambiente  
**Tema:** La Tierra y su lugar en el universo  
**Proceso:** Reconocimiento de cuestiones científicamente investigables  
**Competencia requerida:** Comprensión de la investigación científica  
**Tipo de respuesta:** Abierta

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### **Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuestas que indiquen No y Si, en ese orden.

#### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.

### Porcentaje de respuestas correctas

#### PISA 2000

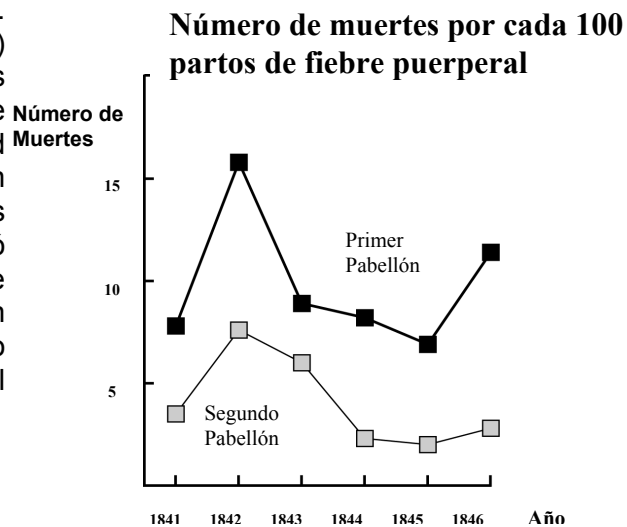
OCDE:	54,6%
España:	44,4%

## SEMMELEWEIS

### El diario de Semmelweis. Texto1

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

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



**Diagrama**

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

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

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

## ÍTEM 1: EL DIARIO DE SEMMELWEIS

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

---

---

---

### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud

**Tema:** Biología humana

**Proceso:** Extraer o evaluar conclusiones

**Competencia requerida:** Interpretar evidencias y conclusiones científicas

**Tipo de respuesta:** Abierta

### CRITERIOS DE CORRECCIÓN

#### ***Puntuación máxima***

Puntuación 2:

*Respuestas que se refieran a la diferencia entre el número de muertes (por cada 100 partos) en ambos pabellones. P.ej:*

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

#### ***Puntuación media***

Puntuación 1:

*Respuestas que se refieran a que los terremotos no ocurren frecuentemente*

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

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

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

*Respuestas que se refieran a la idea de que cuando ocurren los terremotos, los hombres no contraen fiebre puerperal.*

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

### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0:

*Respuestas que afirmen (sólo) que los terremotos no pueden causar la fiebre.*

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

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

- Los terremotos no emiten gases venenosos. Son causados por placas de la Tierra que se doblan y chocan entre ellas.
- Porque no tienen nada que ver una con la otra y sólo es superstición.
- Un terremoto no tiene influencia en el embarazo. La razón es que los doctores no estaban suficientemente especializados.

*Respuestas que sean combinaciones de las dos anteriores.*

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

*Otras respuestas incorrectas.*

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

<b>Porcentaje de respuestas correctas</b>	
<b>PISA 2000</b>	
<b>OCDE:</b>	<b>25,0%</b>
<b>España:</b>	<b>26,2%</b>

## El diario de Semmelweis. Texto2

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

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

### ÍTEM 2: EL DIARIO DE SEMMELWEIS

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

¿Cuál era esta idea?

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

#### CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud

**Tema:** Biología humana

**Proceso:** Reconocimiento de cuestiones científicamente investigables

**Competencia requerida:** Descripción, explicación y predicción de fenómenos científicos

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

**CRITERIOS DE CORRECCIÓN****Puntuación máxima**

Puntuación 1: Respuesta A: Hacer que los estudiantes se lavaran después de las disecciones debería llevar a una reducción de los casos de fiebre puerperal.

**Ninguna puntuación**

Puntuación 0: Otras respuestas.

**Porcentaje de respuestas correctas****PISA 2000**

<b>OCDE:</b>	<b>63,3%</b>
<b>España:</b>	<b>61,8%</b>

**ITEM 3: EL DIARIO DE SEMMELWEIS**

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

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

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

---



---

**CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM**

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud

**Tema:** Biología humana

**Proceso:** Demostración de la comprensión de conceptos científicos

**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas

**Tipo de respuesta:** Abierta

**CRITERIOS DE CORRECCIÓN****Puntuación máxima**

Puntuación 1:

*Respuestas que se refieran a la muerte de las bacterias.*

- Porque con el calor se morirán muchas bacterias.
- Las bacterias no soportarán la temperatura alta.
- Las bacterias se quemarán con la temperatura alta.



- Las bacterias se cocinarán. [Nota: Aunque “quemar” y “cocinar” no son correctas científicamente, cada una de las dos últimas respuestas pueden considerarse, en conjunto, como correctas.]

*Respuestas que se refieran a matar microorganismos, gérmenes o virus.*

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

*Respuestas que se refieren a eliminar (no matar) las bacterias.*

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

*Respuestas que se refieran a la esterilización de las sábanas.*

- Se esterilizarán las sábanas.

### **Ninguna puntuación**

Puntuación 0:

*Respuestas que se refieran a la eliminación de la enfermedad.*

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

*Otras respuestas incorrectas.*

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

Porcentaje de respuestas correctas	
PISA 2000	
OCDE:	67,3%
España:	67,4%

## ITEM 4: EL DIARIO DE SEMMELWEIS

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

¿Cuál es la razón de este hecho?

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

**CARACTERÍSTICAS DEL ÍTEM**

**Área:** Las ciencias de la vida y la salud

**Tema:** Biodiversidad

**Proceso:** Demostración de la comprensión de conceptos científicos

**Competencia requerida:** Interpretación de evidencias y conclusiones científicas

**Tipo de respuesta:** Elección múltiple

**CRITERIOS DE CORRECCIÓN*****Puntuación máxima***

Puntuación 1: Respuesta B: Las bacterias se vuelven resistentes a los antibióticos.

Puntuación 0: Otras respuestas.

**Porcentaje de respuestas correctas****PISA 2000**

<b>OCDE:</b>	<b>59,9%</b>
<b>España:</b>	<b>49,9%</b>

## BIBLIOGRAFÍA

OCDE (2001). *PISA. La medida de los conocimientos y destrezas de los alumnos. La evaluación de la lectura, las matemáticas y las ciencias en el Proyecto PISA 2000*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, INCE.  
<http://www.ince.mec.es/pub/pisa2000assessment.pdf>

OCDE (2002). *Muestra de reactivos empleados en la evaluación. PISA 2000. Aptitudes para la Lectura, Matemáticas y Ciencias*. Madrid: Aula XXI Santillana.

ISEI-IVEI (2005). *Primer informe de la evaluación PISA 2003. Resultados en Euskadi*. Vitoria-Gasteiz: Gobierno Vasco, Servicio Central de Publicaciones.  
<http://www.isei-ivei.net/cast/pub/PISA2003euskadic.pdf>

OCDE (2004). *Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de problemas*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia, INECSE.  
<http://www.ince.mec.es/pub/marcoteoricopisa2003.pdf>

Unidad de Currículo y Evaluación. Ministerio de Educación de Chile. *Competencias para la vida. Resultados de los estudiantes chilenos en el estudio PISA 2000*. LOM ediciones.

Ramón Pajares et al. (2004). *Aproximación a un modelo de evaluación: el proyecto PISA 2000*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, INECSE.  
<http://www.ince.mec.es/pub/aproxapisa2000.pdf>