

Las pruebas de evaluación en ciencias del proyecto PISA

Ana Oñorbe

Consejo de Dirección
de ALAMBIQUE

Las pruebas de evaluación de las ciencias en el programa PISA presentan unas características determinadas por el concepto de competencia científica y donde se aúnan conceptos, procesos, actitudes y valores necesarios para que el ciudadano pueda participar activamente en la sociedad. Aquí se presentan algunos ejemplos de las cuestiones utilizadas con los alumnos y de sus criterios de corrección.

Palabras clave: *secundaria, ciencias, competencia científica, evaluación.*

Science assessment tests from the PISA project

The science assessment tests from the PISA programme present a series of characteristics determined by the concept of scientific literacy, which brings together the necessary concepts, processes, attitudes and values to ensure citizens play a full role in society. In this article we present some examples of questions used with students and correction criteria.

Keywords: *secondary, sciences, scientific literacy, assessment.*

PISA, siglas en inglés del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, se inició en 1997 con el objetivo de conocer si el alumnado de los países miembros de la OCDE (y algunos países asociados) que se aproxima al final de la educación obligatoria posee los conocimientos y habilidades funcionales que hacen posible una participación activa en la sociedad. Ello implica que dispongan de los recursos necesarios para participar en un proceso de toma de decisiones. Existe el compromiso de los gobiernos implicados para estudiar la evolución de los resultados de sus sistemas educativos a través de los logros de los alumnos.

Las pruebas de evaluación se aplican cada tres años en áreas clave: la competencia lectora, la matemática y la científica, aunque en cada una de las convocatorias se profundiza más en una de estas áreas. En el 2000 fue la lectura, en 2003 las matemáticas, y en 2006, la última edición hasta la fecha, las ciencias. La orientación de las evaluaciones no se centra en los conocimientos teóricos de los currículos de cada país sino que se dirige hacia el concepto de competencia básica en relación con la capacidad del estudiante para extrapolar sus conocimientos más relevantes y poder aplicarlos a diferentes circunstancias.

¿Qué competencia en ciencias deberían adquirir los ciudadanos? Su respuesta es el punto de partida para diseñar su evaluación. El concepto de competencia científica en el programa PISA incluye conoci-

mientos y destrezas pero también valores y actitudes. Asume la definición de la OCDE (2006):

La capacidad de emplear el conocimiento científico para adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia. Además comporta la comprensión de los rasgos característicos de la ciencia, entendida como un método del conocimiento y la investigación humanas, la percepción del modo en que la ciencia y la tecnología conforman nuestro entorno material, intelectual y cultural, y la disposición a implicarse en asuntos relacionados con la ciencia y con las ideas sobre la ciencia como un ciudadano reflexivo.

Esta definición implica tres dimensiones:

1. Conocimiento y conceptos científicos que facilitan la comprensión de fenómenos. Se evaluarán a través de su empleo en aspectos específicos de la vida real, no bastando una reproducción memorística de los mismos (p. ej., cambio climático, transformación de la energía, ecosistemas, salud, estructura y propiedades de la materia).
2. Procesos científicos, centrados en la capacidad de asimilar, interpretar y actuar partiendo de pruebas (p. ej., comprensión de textos con conceptos científicos, descripción, explicación y predicción de fenómenos, interpretación de pruebas y conclusiones científicas).
3. Situaciones o contextos, ámbitos a los que se aplican los conocimientos y los procesos en forma de problemas de contenido científico. El marco identifica tres áreas principales de aplicación: la ciencia en la vida y salud, la ciencia en la Tierra y el mundo actual y la ciencia en la tecnología (p. ej., enfermedades, nutrición, producción y pérdida de suelo, contaminación, eliminación de residuos, utilización de la energía).

El cuadro 1 muestra los principales elementos de la evaluación PISA sobre la competencia científica del año 2006.

Los estudiantes (con edades comprendidas entre 15 años y tres meses y 16 años y dos meses al empezar la evaluación, independientemente del curso escolar en que se encuentren) se seleccionan a partir de una muestra aleatoria de centros públicos y privados. Un millón y medio de alumnos han sido evaluados ya mediante pruebas de papel y lápiz acompañadas de cuestionarios con petición de datos personales y familiares, opiniones y actitudes. Los directores de los centros o la persona en quien el director delegue también han de responder un cuestionario.

Cuadro 1

CAPACIDADES	CONOCIMIENTO	ACTITUDES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identificar cuestiones científicas. ▪ Explicar fenómenos científicamente. ▪ Utilizar pruebas científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Conocimiento de la ciencia: <ul style="list-style-type: none"> - Sistemas físicos. - Sistemas vivos. - Sistemas de la Tierra y el espacio. ▪ Conocimiento acerca de la ciencia: <ul style="list-style-type: none"> - Investigación científica. - Explicaciones científicas. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interés por la ciencia. ▪ Apoyo a la investigación científica. ▪ Sentido de la responsabilidad sobre los recursos y los ambientes.

Las pruebas (de papel y lápiz) relacionadas con el conocimiento científico se realizan de la forma siguiente:

- Se elaboran trece cuadernos algo diferentes y se entrega uno a cada alumno (los contenidos se solapan parcialmente para poder cubrir más campos). La duración de la prueba es de dos horas y el cuestionario personal de otra media hora. Más de la mitad de las unidades llevan incorporados ejercicios de actitud (cuya realización ocupó aproximadamente el 11% del tiempo total).
- Las preguntas se presentan agrupadas y parten de un texto, figura o gráfica común (llamada «estímulo») relacionada con una situación cotidiana que minimice el efecto del contexto en los diferentes países.

Al finalizar el programa se hacen públicas algunas de las preguntas utilizadas mientras que otras se reservan para posteriores mediciones.

Los tipos de preguntas utilizadas pueden ser:

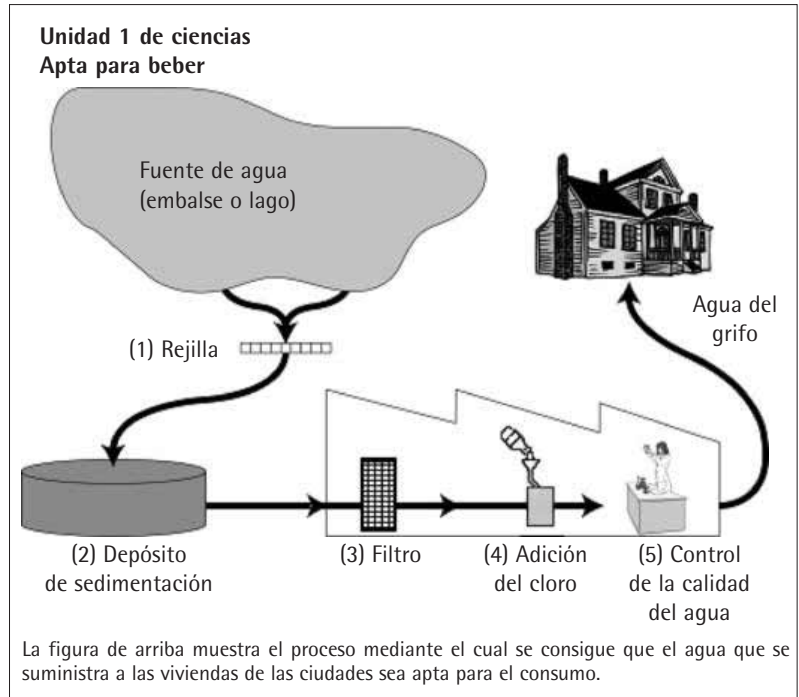
- *Cerradas*. Unas de ellas simples, de elección múltiple entre 4 respuestas, y otras complejas, que combinan distintas opciones de respuesta binaria: sí/no, verdadero/falso.
- *Abiertas*. De respuesta elaborada más o menos larga. Los correctores dispondrán después de criterios de evaluación muy pormenorizados.

Cuestiones de evaluación de ciencias

He aquí varias de las cuestiones utilizadas en PISA (en 2003 y 2006) para la evaluación de la competencia científica. En alguno de ellos hemos prescindido del dibujo, cuando no aportaba nada específico a las cuestiones que debe contestar el alumnado. En el primer ejercicio que aparece a continuación (agua para beber) se han añadido, a modo de ejemplo, las pautas de corrección utilizadas y la clasificación del tipo de ejercicio:

Ejercicio 1. «Agua potable»

Figura 1



1. Disponer de una fuente de agua potable de calidad tiene una gran importancia. Las aguas que se encuentran bajo tierra se denominan aguas subterráneas. Da una razón que explique por qué la contaminación de bacterias y partículas es menor en las aguas subterráneas que en las superficiales, que son los ríos y los lagos.
2. La depuración del agua suele comprender varias fases en las que se emplean diversas técnicas. El proceso de depuración que se muestra en la figura comprende cuatro fases (numeradas del 1 al 4). En la segunda fase el agua es recogida en unos depósitos de sedimentación.

¿De qué manera contribuye esta fase a hacer que el agua esté más limpia?

 - a) Las bacterias del agua se mueren.
 - b) Se añade oxígeno al agua.
 - c) La grava y la arena se van al fondo.
 - d) Las sustancias tóxicas se descomponen.
3. En la cuarta fase de la depuración se añade cloro al agua. ¿Para qué se añade el cloro?

4. Imagina que una vez completado el proceso de depuración los científicos encargados de analizar el agua descubren que ésta sigue conteniendo alguna bacteria peligrosa.
¿Qué debería hacer la gente en sus casas con esa agua antes de beberla?
5. ¿Beber agua contaminada puede ser la causa de alguno de los siguientes problemas de salud? (Rodea con un círculo «Sí» o «No» para cada uno de los casos.)

DIABETES	SÍ / NO
DIARREA	SÍ / NO
VIH / SIDA	SÍ / NO

Puntuación y comentarios

Pregunta 1

▪ Puntuación máxima

Respuestas que mencionen el proceso de filtrado de las aguas subterráneas a través del terreno:

«Al atravesar las capas de arena y polvo el agua se limpia. Se ha filtrado de forma natural». «Porque el agua que se introduce en la tierra es tamizada por las rocas y la arena.»

Respuestas en relación con el hecho de que las aguas subterráneas se encuentran encapsuladas y, por tanto, protegidas de contaminación, o bien que las aguas de la superficie se contaminan más fácilmente: «Las aguas subterráneas están bajo tierra y la contaminación del aire no las ensucia.» «Porque no están al descubierto sino situadas debajo de algo.» «Porque los lagos y los ríos están contaminados por las personas y los animales.»

Otras respuestas correctas: «Las aguas subterráneas contienen pocos nutrientes para las bacterias y por eso éstas no pueden sobrevivir en ellas.» «Las aguas subterráneas no reciben la luz del sol.» «Contienen algas verde-azuladas.»

▪ Sin puntuación

Respuestas relativas al hecho de que las aguas subterráneas están muy limpias (información que ya se había suministrado): «Porque se han limpiado. Porque hay desperdicios en lagos y ríos (sin razonarlo).» «Porque contienen menos bacterias (idem).»

Respuestas referidas de manera obvia al proceso de limpiado que aparece en la figura: «Porque pasan a través de un filtro y se les añade cloro.» «Porque pasan a través de un filtro que las limpia completamente.»

Otras respuestas: «Porque siempre están en movimiento.» «Porque no se remueven y, por tanto, no se ensucian con el barro.» «Sin respuesta.»

Tipo de ejercicio: respuesta construida abierta. **Capacidad:** explicar fenóme-

nos científicamente. **Categoría de conocimiento:** sistemas de la tierra y el espacio. **Área de aplicación:** recursos naturales. **Marco:** global. (Este ejercicio funcionó bien en las pruebas de campo, con dificultad media y niveles de discriminación satisfactorios. Casi dos tercios del alumnado respondieron correctamente.)

Pregunta 2

- *Puntuación máxima*

C: la gravilla y la arena se van al fondo.

- *Sin puntuación*

Otras respuestas, sin respuesta.

Tipo de ejercicio: elección múltiple. **Capacidad:** explicar fenómenos científicamente. **Categoría de conocimiento:** sistemas físicos. **Área de aplicación:** Salud. **Marco:** social.

(Ejercicio de dificultad media con nivel de discriminación elevado, si bien la opción B resultó bastante insatisfactoria como distractor.)

Pregunta 3

- *Puntuación máxima*

Referencia a la retirada, eliminación o descomposición de las bacterias (o microbios, virus o gérmenes): «Para dejarla libre de bacterias.» «El cloro mata las bacterias.» «Para matar todas las algas.»

- *Sin puntuación*

Otras respuestas: «El agua se vuelve menos ácida y se eliminan las algas.» «Es como el flúor.» «Para limpiar más el agua y matar las cosas que quedan» («cosas» no se considera lo bastante preciso). «Para que se mantenga limpia y se pueda beber.» «Sin respuesta.»

Tipo de ejercicio: respuesta construida-abierta. **Capacidad:** explicar fenómenos científicamente. **Categoría de conocimiento:** sistemas vivos. **Área de aplicación:** salud. **Marco:** social.

(Ejercicio con nivel de discriminación adecuado y dificultad media-baja (resulta de dificultad bastante superior en algunos países.)

Pregunta 4

- *Puntuación máxima*

Respuestas referidas al hervido del agua: «hervirla».

Respuestas relativas a otros métodos de depuración que pueden realizarse de manera segura en los hogares: «tratar el agua con pastillas de cloro» (por ejemplo Puratabs), «Utilizar un filtro microporoso.»

- *Sin puntuación*

Respuestas que hagan referencia a métodos «profesionales» de depuración que no pueden realizarse de forma segura en el hogar o no sean prácticos:

«mezclarla con cloro en un cubo antes de beberla.» «Añadir más cloro u otros productos químicos o agentes biológicos.» «Destilar el agua.»

Otras respuestas: «Volver a depurarla.» «Utilizar un filtro de café.» «Comprar agua embotellada hasta que el proceso de depuración se haya arreglado» (elude la pregunta que se plantea. Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: respuesta construida-abierta. **Capacidad:** explicar fenómenos científicamente. **Categoría de conocimiento:** sistemas vivos. **Área de aplicación:** salud. **Marco:** social.

(Ejercicio de nivel de discriminación adecuado y dificultad media-baja. Pero su amplia gama de dificultad entre grupos de distintos países hizo que se excluyera del estudio principal.)

Pregunta 5

▪ Puntuación máxima

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

▪ Sin puntuación

Otras respuestas. Sin respuesta.

Tipo de ejercicio: elección múltiple compleja. **Capacidad:** explicar fenómenos científicamente. **Categoría de conocimientos:** sistemas vivos. **Área de aplicación:** salud. **Marco:** personal.

(Ejercicio con nivel de discriminación adecuado y dificultad baja. En general, más respuestas correctas entre las chicas que entre los chicos.)

Ejercicio 2. «Lluvia ácida»

A continuación se muestra una foto de las estatuas llamadas cariátides, que fueron erigidas en la Acrópolis de Atenas hace más de 2.500 años. Las estatuas están hechas con un tipo de roca llamado mármol. El mármol está compuesto de carbonato de calcio.

En 1980, las estatuas originales fueron trasladadas al interior del museo de la Acrópolis y fueron sustituidas por copias. Las estatuas originales estaban siendo corroídas por la lluvia ácida (en este lugar se incluía una foto de la fachada del Partenón con las cariátides).

La lluvia normal es ligeramente ácida porque ha absorbido algo del dióxido de carbono del aire. La lluvia ácida es más ácida que la lluvia normal porque además ha absorbido gases como óxidos de azufre y óxidos de nitrógeno.

Pregunta 1

¿De dónde vienen los óxidos de azufre y los óxidos de nitrógeno que hay en el aire?

Pregunta 2

Una astilla de mármol tiene una masa de 2,0 gramos antes de ser sumergida en vinagre durante toda una noche. Al día siguiente la astilla se extrae y se seca. ¿Cuál será la masa de la astilla de mármol seca?

- a) Menos de 2,0 gramos.
- b) Exactamente 2,0 gramos.
- c) Entre 2,0 y 2,4 gramos.
- d) Más de 2,4 gramos.

Pregunta 3

Los alumnos que llevaron a cabo este experimento también pusieron astillas de mármol en agua pura (destilada) durante toda una noche.

Explica por qué los alumnos incluyeron este paso en su experimento.

Pregunta 4

¿Te interesa la información siguiente? Marca sólo una casilla en cada fila.

- a) Saber qué actividades humanas son las que más contribuyen a la producción de lluvia ácida.
- b) Conocer las tecnologías que minimizan la emisión de gases que causan la lluvia ácida.
- c) Entender los métodos utilizados para reparar edificios que han sido dañados por la lluvia ácida.

ME INTERESA MUCHO	ME INTERESA A MEDIAS	ME INTERESA POCO	NO ME INTERESA
a)	a)	a)	a)
b)	b)	b)	b)
c)	c)	c)	c)

Pregunta 5

¿En qué medida estás de acuerdo con las afirmaciones siguientes? Marca sólo una casilla en cada fila.

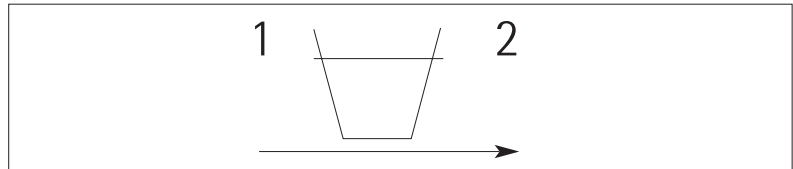
- a) La conservación de las ruinas antiguas debería basarse en estudios científicos sobre las causas del daño.
- b) Las afirmaciones respecto a las causas de la lluvia ácida deberían estar basadas en investigaciones científicas.

TOTALMENTE DE ACUERDO	DE ACUERDO	EN DESACUERDO	TOTALMENTE EN DESACUERDO
a)	a)	a)	a)
b)	b)	b)	b)
c)	c)	c)	c)

Ejercicio 3. «El autobús»

(Se reproducen sólo algunas de las preguntas.)

Un autobús circula por un tramo de carretera. Raimundo, el conductor del autobús, tiene un vaso de agua sobre el panel de mandos. El autobús avanza hacia donde se dirige la flecha.



De repente Raimundo tiene que frenar bruscamente.

Pregunta 1

¿Qué es lo más probable que le ocurra al agua del vaso inmediatamente después de 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 por el lado 1 o por el lado 2.

Pregunta 2

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

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

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

Ejercicio 4. «Estrellas»

(Se reproducen sólo algunas preguntas.)

A Tomás le gusta contemplar las estrellas. El problema es que no puede distinguir las bien por la noche porque vive en una gran ciudad.

El año pasado estuvo unos días en el campo y pudo observar una gran cantidad de estrellas que no se ven en la ciudad.

Pregunta 1

¿Por qué se ven muchas más estrellas en el campo que en la ciudad?

- a) La luna es más brillante en la ciudad y amortigua la luz de muchas estrellas.
- b) El aire del campo contiene más polvo que el de la ciudad y el polvo refleja la luz.
- c) La luminosidad de las ciudades hace que muchas estrellas sean difíciles de ver.
- d) El aire es más cálido en las ciudades debido al calor que emiten los coches, las máquinas y los edificios.

Pregunta 2

Para observar las estrellas más brillantes Tomás emplea un telescopio con lentes de gran diámetro. ¿Por qué el uso de lentes de gran diámetro permite ver mejor las estrellas?

- a) Cuanto mayor sea el tamaño de la lente mayor será la cantidad de luz que recoge.
- b) Cuanto más grande sea la lente mayor será su capacidad de aumento.
- c) Las lentes grandes permiten ver una porción mayor de cielo.
- d) Las lentes grandes detectan los colores oscuros de las estrellas.

Ejercicio 5. «Clonación»

Lee el siguiente artículo y contesta a las preguntas que aparecen a continuación:

«Sin lugar a dudas, si hubiera habido elecciones para escoger el animal del año 1997, ¡*Dolly* habría sido la ganadora! *Dolly* es la oveja escocesa que puedes ver en la fotografía. Pero *Dolly* no es una oveja cualquiera. Es un clon de otra oveja. Un clon significa: una copia. 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 quien 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

Imagen 1



óvulo manipulado de la oveja 2 (imagen 1) 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.»

Pregunta 1

¿A qué oveja es idéntica la oveja *Dolly*?

- a) La oveja 1.
- b) La oveja 2.
- c) La oveja 3.
- d) Al padre de *Dolly*.

Pregunta 2

En el texto se describe la parte de la ubre que se usa como «un trozo muy pequeño». A partir del texto del artículo, ¿puedes deducir a qué se refiere con un «trozo muy pequeño»? Este trozo es:

- a) Una célula.
- b) Un gen.
- c) El núcleo de una célula.
- d) Un cromosoma.

Pregunta 3

En la última parte del artículo se dice que muchos gobiernos ya han decidido prohibir por ley la clonación de seres humanos. ¿Son científicas estas razones? Rodea con un círculo el «Sí» o el «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

Anexo

Pueden encontrarse más cuestiones de las pruebas PISA en:
 CAÑAS, A.; MARTÍN-DÍAZ, M.J.; NIEDA, J. (2007): *Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico*. Madrid. Alianza Editorial.
 INECSE (2005): *Programa PISA. Ejemplos de ítems de conocimiento científico*. Madrid. MEC. Sólo disponible en pdf en <www.ince.mec.es/pub>.

MEC-IE (INSTITUTO DE EVALUACIÓN) (2007): *PISA 2006. Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos de la OCDE. Informe español*. Madrid, MEC. Disponible en pdf en <www.institutodeevaluacion.mec.es>.

OCDE (2006): *Marco de Evaluación, Conocimientos y habilidades en ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid. Santillana/MEC.

*Dirección
de contacto*

Ana Oñorbe

Consejo de Dirección de ALAMBIQUE. Didáctica de las Ciencias Experimentales
anaorbe@yahoo.es

Este artículo fue solicitado por *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales* en enero de 2008 y aceptado para su publicación en abril de 2008.