

En este artículo se analiza la estructura de la evaluación de ciencias en el programa PISA. Se detallan tanto los niveles de alfabetización científica utilizados como las dimensiones de contexto, competencias, conocimiento y actitudes, incluidas en la propuesta. También se comentan los resultados esperados del proyecto 2006 y se discuten algunas cuestiones consideradas insuficiencias del marco teórico y sus posibles influencias sobre la enseñanza de las ciencias.

**PALABRAS CLAVE:** Alfabetización científica; Ciencias de la naturaleza; Evaluación; Funcionalidad del aprendizaje; Educación secundaria.

## PISA y la evaluación de la alfabetización científica

pp. 65-77

Antonio Gutiérrez

DINIECE\*

En la actualidad, los resultados deseados de la educación científica para todos los ciudadanos se centran en el desarrollo de una comprensión general de conceptos importantes y de los marcos explicativos de las ciencias. También se basan en el desarrollo de conocimientos acerca de los métodos por los que la ciencia obtiene las pruebas que apoyan las afirmaciones que realiza. Pero además, incluyen otro aspecto central muy poco abordado en la investigación y en las propuestas de aula como es el análisis del alcance y las limitaciones de la ciencia y sus relaciones complejas con el mundo social. En este marco se valora especialmente la capacidad de aplicar ese conocimiento a situaciones relacionadas con la vida diaria, en las que los postulados y los métodos de la ciencia tienen que ser evaluados, y se deben tomar decisiones al respecto.

Algunos autores han identificado un enfoque pedagógico basado en las premisas anteriores. Millar y Osborne (1998) proponen

que la enseñanza de la ciencia debe orientarse hacia el desarrollo en los alumnos de capacidades relacionadas con la lectura y la comprensión de información científica y técnica, y evaluar su relevancia. Plantean que la atención del trabajo docente no se debe fijar en que los alumnos sepan “hacer ciencia”, ni en que reconozcan cómo se crea el conocimiento científico ni en recordarlo para una evaluación, sino en mostrar capacidades diversas para evaluar pruebas científicas, distinguir teorías de observaciones y reconocer los niveles de certeza del conocimiento.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, el proyecto PISA (Programme for International Student Assessment) que evalúa las áreas de *Comprensión Lectora*<sup>1</sup>, *Matemática* y *Ciencias*, asume que el resultado fundamental de la educación científica en cualquier país, que constituye el centro de atención principal de la evaluación realizada este año 2006, consiste en lograr alumnos que denominan *científica-*

\* DiNIECE, Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de Argentina. Correo electrónico: agutierrez@me.gov.ar

<sup>1</sup> Según la designación del área en la Argentina. *Reading*, en el mundo anglosajón.

☒ Artículo recibido el 20 de julio de 2006 y aceptado en octubre de 2006.

mente alfabetizados. Dentro de los muchos y diferentes puntos de vista sobre la formación científica (Shamos, 1995; Graeber y Bolte, 1997) se han establecido diversos niveles posibles de alcanzar por los alumnos.

Por ejemplo, Bybee (1997) ha propuesto cuatro niveles, en los que los dos más bajos se refieren a una “*formación científica nominal*”, que consiste básicamente en el conocimiento de nombres y términos, y una “*formación funcional*”, que se aplica a aquellos alumnos que pueden utilizar el vocabulario científico en contextos limitados. El proyecto PISA considera que estos niveles son demasiado elementales para ser incluidos en los objetivos del marco general de la evaluación internacional.

El nivel más alto que identificó Bybee fue el que denominó de “*formación científica multidimensional*”, el cual incluye una comprensión amplia de la naturaleza de la ciencia, de su historia y su papel en la cultura, es decir centrada en aspectos epistemológicos y sociológicos. Este nivel es considerado el más apropiado para aquellos alumnos que eligen seguir estudios superiores de ciencias y no para la totalidad de los ciudadanos. Quizá entre las razones de esta inclusión en el nivel más alto se encuentre la dificultad de plasmar estos contenidos en propuestas de enseñanza centradas en cuestiones relativas al valor de las teorías, sus relaciones con la sociedad y los cambios que sufren a lo largo de la historia y que sólo una formación científica específica y profunda permite abordar estas temáticas.

Es el tercer nivel, propuesto por Bybee, el que ha sido considerado el más adecuado y constituye la referencia central para los objetivos del marco teórico del proyecto PISA. Se trata de la “*formación científica conceptual y procedimental*”, que se refiere a la comprensión de los conceptos científicos principales, la utilización de herramientas de representación (esquemas, gráficos), el conocimiento sobre las características de la experimentación científica y la aplicación de estos saberes en distintos contextos.

En la evaluación del año 2006 (OECD, 2004) se define a la formación científica de un alumno como:

*La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar preguntas y sacar conclusiones a partir de pruebas, con el fin de comprender y ayudar a tomar decisiones acerca del mundo natural y de los cambios que la actividad humana produce en él.*

Recordamos que el proyecto PISA evalúa conceptos considerados básicos para el plan de estudios de las ciencias en los países participantes y no está condicionado por un común denominador de los currículos nacionales.

### ¿Qué Evalúa Pisa en Ciencias Experimentales?

En PISA se usa el término conocimiento científico en dos sentidos, para referirse a dos tipos de saberes: *conocimientos de ciencia* y *conocimientos sobre ciencia*. Los conocimientos de ciencia se refieren a los conocimientos del mundo natural que se produce en los campos disciplinares de la biología, las ciencias de la Tierra y del espacio, la física y la química. En tanto que los conocimientos *sobre* la ciencia se refieren a los aspectos metodológicos (las preguntas científicas, las hipótesis, las variables, los instrumentos utilizados, el análisis de datos), a las metas del proceso que son las explicaciones científicas (conclusiones), y también a los papeles complementarios que cumplen en la sociedad (utilización según los contextos) (OECD, 2004).

Es probable que ambos tipos de contenidos estén presentes en los documentos curriculares de todos los países, pero que en la práctica solamente se considere importante a los conocimientos *de* ciencia. Los conocimientos *sobre* la ciencia podrán utilizarse a veces de modo lateral o para ilustrar algún contenido conceptual.

En el proyecto PISA el conocimiento científico se evalúa teniendo en cuenta los aspectos siguientes:

- *Primero*, reconocer que las *situaciones* de la vida cotidiana involucran a la ciencia y a la tecnología. Este es el *contexto* de la evaluación.
- *Segundo*, comprender el mundo natural, incluyendo a la tecnología, sobre la base del co-

nocimiento científico que incluye conocimiento *de* ciencia y conocimiento *sobre* la ciencia. Este es el componente de *conocimiento* de la evaluación.

Asimismo, se destaca que la propuesta del conocimiento científico asume la perspectiva histórica. Se considera entonces que el hecho de que las ideas hayan sido “establecidas” en un momento histórico dado, ha dependido de la aceptación social en ese momento.

Este aspecto probablemente sea el más trabajado en las aulas.

– Tercero, demostrar *competencias científicas*, centradas en la capacidad para adquirir e interpretar evidencias científicas y actuar a partir de ellas.

Estos procesos están relacionados con:

\* El reconocimiento de problemas científicamente investigables.

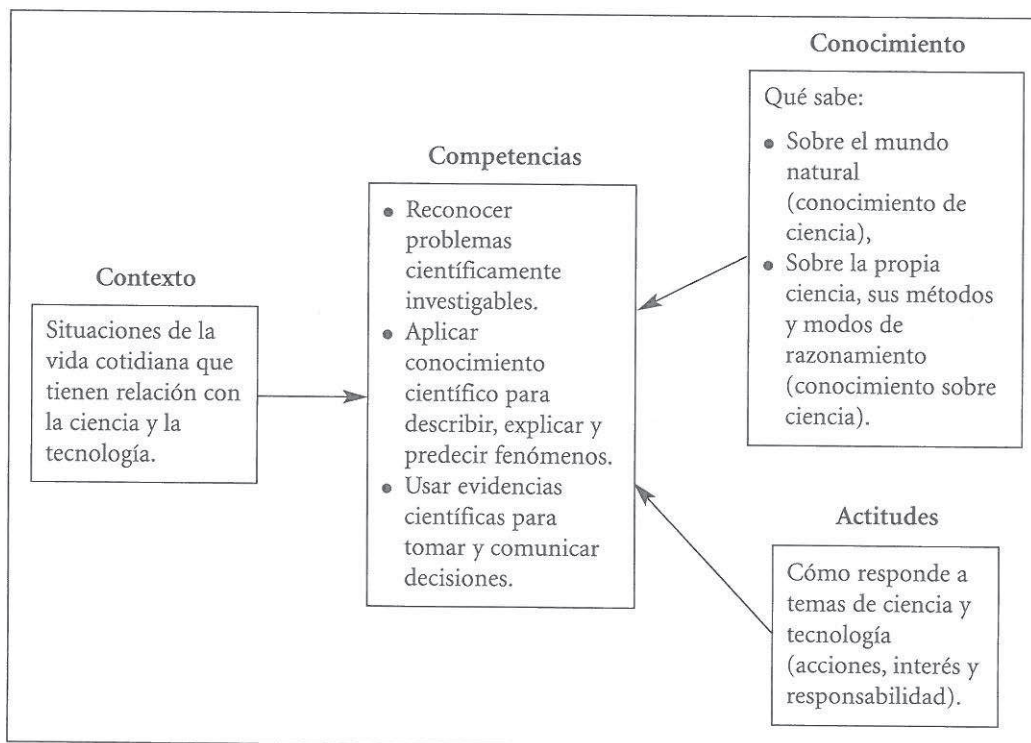
\* La aplicación de conocimiento científico para describir, explicar y predecir fenómenos.

\* La utilización de evidencias científicas para elaborar y comunicar conclusiones.

Una destreza importante para los jóvenes es ser capaces de elaboración de conclusiones coherentes y apropiadas a partir de las pruebas e información recibidas, criticar las afirmaciones de otros basándose en dichas pruebas, y distinguir entre una mera opinión y una evidencia apoyada en pruebas concretas. Este es el componente de *competencias* en la evaluación y, probablemente, sea el que mayores dificultades presente para los alumnos.

– Cuarto, asumir interés en la ciencia, apoyar la investigación, mostrar motivación para actuar con responsabilidad hacia los recursos naturales y el ambiente. Constituyen la dimensión *actitudinal* de la evaluación y resulta sin duda, uno de los mayores logros de PISA como posibilidad de incidir en el desarrollo de prácticas de aula más amplias y complejas.

En síntesis, la evaluación PISA ha definido la alfabetización científica como un complejo de aspectos interrelacionados (ver cuadro 1):



Cuadro 1. Dimensiones que constituyen la estructura general de la evaluación PISA.

En relación al contexto, al hacer la selección de situaciones, es importante tener en cuenta que el objetivo de la evaluación para ciencias es evaluar la capacidad de los alumnos para aplicar las destrezas y el conocimiento que han adquirido al término de la enseñanza obligatoria. El proyecto PISA precisa que las tareas se encuadren en situaciones de la vida en general y que no se limiten a la vida escolar.

Las situaciones del mundo real incluyen problemas que pueden afectarnos en tanto que individuos (como la alimentación y el empleo de la energía), en tanto que miembros de una

comunidad local (como el tratamiento del suministro del agua o la ubicación de una central eléctrica) o en tanto que ciudadanos del mundo (calentamiento global de la Tierra, disminución de la biodiversidad). Todos estos contextos son conocidos en la enseñanza de las ciencias, aparecen en los libros de texto, pero probablemente con un mayor énfasis en el plano global, que en el social. Así, es posible que en muchas aulas se trabaje la problemática de la lluvia ácida (global) y se deje de lado el estudio de la situación de los suelos en una determinada localidad cercana (social) (ver cuadro 2).

### CONTEXTOS

#### Personal

- Salud (por ejemplo, cuidado de la salud, accidentes, nutrición).
- Recursos (por ejemplo, consumo personal de materiales y energía).
- Ambiente (por ejemplo, conductas ambientalmente saludables, utilización y eliminación de materiales).
- Riesgos (por ejemplo, naturales o inducidos por el ser humano, decisiones sobre la urbanización de ambientes).
- Fronteras (por ejemplo, interés en las explicaciones científicas de los fenómenos naturales, pasatiempos basados en la ciencia, deporte y ocio, música y tecnología).

#### Social

- Salud (por ejemplo, control de enfermedades, transmisión social, elecciones alimentarias, salud comunitaria).
- Recursos (por ejemplo, mantener a la población humana, calidad de vida, seguridad, producción y distribución de alimentos, provisión de energía).
- Ambiente (por ejemplo, distribución de la población, tratamiento de los residuos, impacto ambiental, clima local).
- Riesgos (por ejemplo, cambios rápidos –terremotos–, cambios lentos y progresivos –erosión–).
- Fronteras (por ejemplo, nuevos materiales, aparatos y procesos, modificaciones genéticas, transportes).

#### Global

- Salud (por ejemplo, epidemias, propagación de enfermedades infecciosas).
- Recursos (por ejemplo, renovables o no renovables, sistemas naturales, crecimiento de la población, biodiversidad).
- Ambiente (por ejemplo, desarrollo sostenible, control de la contaminación, producción y pérdida de suelo).
- Riesgos (por ejemplo, cambio climático, impacto de los organismos modificados genéticamente).
- Fronteras (por ejemplo, extinción de especies, exploración del espacio, origen y estructura del universo).

Cuadro 2. Los contextos y las problemáticas que tiene en cuenta la evaluación.

El proyecto considera importante, dada la amplitud internacional que presenta, que las situaciones planteadas en las preguntas de la evaluación sean seleccionadas según la importancia que tienen para los intereses de los alumnos de todos los países, así como para sus vidas. La preocupación por las diferencias culturales tiene una prioridad elevada en el desarrollo y selección de las tareas, no sólo por la validez de la evaluación, sino por el respeto a los diferentes valores y tradiciones de los países participantes (OECD, 2003). Es por ello, que la retroalimentación a partir de las pruebas piloto resulta fundamental para asegurar que las situaciones escogidas para las tareas del estudio sean relevantes y adecuadas para todos los países, además de incluir la combinación del conocimiento científico con el empleo de los procesos científicos.

Con relación a las competencias científicas, se considera que algunos procesos cognitivos tienen especial significado y relevancia para la enseñanza de las ciencias. Entre ellos se destacan el razonamiento inductivo y deductivo, la representación y transformación de datos (gráficos, tablas), construcción de explicaciones basadas en datos, pensamiento a partir de

modelos, utilización de herramientas matemáticas (ver cuadro 3).

Entre las competencias mencionadas, desde nuestro punto de vista, creemos que en general en las prácticas de aula, se enfatiza mayormente la aplicación de conocimiento científico y parcialmente el trabajo a partir de evidencias científicas. Por su parte, la identificación de problemas científicamente investigables, que probablemente constituya la competencia central de la enseñanza de las ciencias, ya que favorece diversos tipos de razonamiento y de pensamiento lógico, prácticamente no forma parte de las propuestas didácticas. Así por ejemplo, Hurd (1998), afirma que durante siglos la mejora de los currículos escolares ha consistido en una puesta al día de los contenidos de las disciplinas científicas, que los currículos llevados a la práctica son descriptivos y focalizados en las leyes, teorías y conceptos de las distintas disciplinas, que durante el último siglo se ha dicho que los currículos deben responder a las necesidades de los estudiantes, pero que todavía no se han definido estas necesidades en términos educativos.

Otra de las dimensiones se refiere al conocimiento. Existen muchas maneras de agrupar

### COMPETENCIAS

#### Identificación de problemas científicamente investigables

- Reconocimiento de preguntas que son posibles de investigar científicamente.
- Identificación de palabras clave para realizar una búsqueda de información científica.
- Reconocimiento de características principales de la investigación científica.

#### Aplicación de conocimiento científico

- Aplicación de conocimiento *de* ciencia o conocimiento *sobre* la ciencia en una situación dada.
- Descripción o explicación científica de un fenómeno y predicción de cambios.
- Identificación de descripciones apropiadas, explicaciones y predicciones.

#### Emplear evidencias científicas

- Interpretar evidencias científicas y elaborar conclusiones.
- Brindar razones a favor o en contra de conclusiones e identificar supuestos utilizados para alcanzar conclusiones.
- Comunicación de conclusiones y de las evidencias y razonamientos que las sostienen.

Cuadro 3. Las competencias evaluadas en PISA.

los conceptos científicos para ayudar a la comprensión de los aspectos científicos del mundo que nos rodea. A veces los conceptos son denominaciones que indican la serie de características que definen un grupo específico de objetos o sucesos (“mamíferos”, “aceleración”, “disolvente”), de este tipo debe haber miles. Los conceptos también pueden expresarse como generalizaciones acerca de fenómenos concretos (las “leyes” o teoremas de Física o de Química), de los cuales existen cientos. También pueden expresarse como grandes temas científicos aplicables a un marco más amplio y más fáciles de investigar en los objetivos de evaluación e información.

El proyecto PISA emplea tres criterios para determinar la selección de los conceptos científicos a evaluar:

– El primero de ellos es la relevancia para las situaciones de la vida real.

– El segundo criterio es que el conocimiento seleccionado representa conceptos científicos

básicos y su utilización tiene una relevancia duradera.

– El tercer criterio supone que el conocimiento seleccionado resulta apropiado para el nivel de desarrollo de un alumno de 15 años de edad.

Asimismo, el conocimiento científico considerado necesario para la comprensión del mundo natural y para dar sentido a diversas experiencias en el contexto personal, social y global se organiza empleando el término “sistemas” en lugar de “ciencias”. La razón se funda en la consideración de que las personas tienen que comprender conceptos de ciencias de la vida y de ciencias físicas, de ciencias de la Tierra, y de tecnología en contextos que tienen elementos que interactúan como una unidad. Es decir, tienen que aplicar conocimiento científico y desplegar competencias científicas en contextos que pueden ser considerados como sistemas. A nuestro entender, éste es otro logro relevante de la propuesta de PISA (ver cuadro 4).

#### CATEGORÍAS DE CONOCIMIENTO DE CIENCIA

##### Sistemas físicos

- Estructura y propiedades de la materia (por ejemplo, conductividad térmica y eléctrica).
- Cambios físicos y químicos (por ejemplo, estados de la materia, velocidad de reacción).
- La energía y sus transformaciones (por ejemplo, conservación, disipación).
- Interacciones entre energía y materia (por ejemplo, luz y ondas de radio, sonido y ondas sísmicas).

##### Sistemas biológicos

- Células (por ejemplo, estructura y función, ADN, vegetales y animales).
- Seres humanos (por ejemplo, salud, nutrición, subsistemas –digestivo, respiratorio, circulatorio, excretor y sus relaciones–, enfermedades, reproducción).
- Poblaciones (por ejemplo, especies, evolución, biodiversidad, variaciones genéticas).
- Ecosistemas (por ejemplo, cadenas alimentarias, flujo de materia y energía).
- Biosfera (por ejemplo, sostenibilidad de los ecosistemas).

##### Sistemas de la Tierra y el espacio

- Estructuras de los sistemas terrestres (por ejemplo, litosfera, atmósfera, hidrosfera).
- Energía en los sistemas terrestres (por ejemplo, fuentes, clima global).
- Cambios en los sistemas terrestres (por ejemplo, placas tectónicas, ciclos geoquímicos, fuerzas constructivas y destructivas).
- Historia de la Tierra (por ejemplo, fósiles, origen y evolución).
- La Tierra en el espacio (por ejemplo, gravedad y sistema solar).

Cuadro 4. Contenidos científicos evaluados en PISA.

Como señalamos anteriormente, la evaluación PISA 2006 también incluye la evaluación de conocimiento y comprensión de cuestiones *sobre* la ciencia y las interacciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad (ver cuadro 5).

En este caso, nuevamente pueden presentarse dificultades para muchos alumnos en diferentes países. Para la evaluación PISA las dos primeras categorías (investigación y explica-

ción científica) son consideradas las más importantes (y lo compartimos plenamente), pero no parecen ser prioridades en la mayoría de las propuestas de enseñanza de las ciencias (Gil, 2006). Así, entendemos que pueden aparecer dificultades a la hora de identificar hipótesis, variables e interpretar datos. En cambio, la tercera categoría, con matices y resultados dispares, ya se encuentra desarrollada en mu-

#### CATEGORÍAS DE CONOCIMIENTO SOBRE LA CIENCIA

##### Investigación científica

- Origen (problemas y preguntas científicas).
- Propósitos (por ejemplo, producir evidencias que ayuden a responder preguntas científicas, ideas actuales/modelos/teorías como guía de la investigación).
- Observaciones y experimentos (por ejemplo, diferentes preguntas sugieren diferentes investigaciones, conocimiento científico actual).
- Datos (por ejemplo, cuantitativos –medidas– y cualitativos –observaciones–).
- Medidas (por ejemplo, replicabilidad, variación, incertidumbre, precisión en el equipamiento y procedimiento).
- Características de los resultados (por ejemplo, empíricos, tentativos, falsables, auto correctivos).

##### Explicaciones científicas

- Tipos (por ejemplo, hipótesis, teorías, modelos, leyes).
- Elaboración (por ejemplo, conocimiento disponible y nuevas evidencias, creatividad e imaginación en ciencia, lógica).
- Procedimientos (por ejemplo, consistencia lógica, bases en evidencias, bases en conocimientos históricos y actuales).
- Resultados (por ejemplo, nuevo conocimiento, nuevas metodologías, nuevas tecnologías, nuevas investigaciones).

##### Ciencia y tecnología en la sociedad

- Papel de la ciencia (por ejemplo, comprensión del mundo natural a través de interrogantes) y el papel de la ciencia basada en la tecnología (por ejemplo, como tentativa de resolver problemas humanos, desarrollar artefactos, diseño de procesos).
- Relaciones entre la ciencia y la tecnología (por ejemplo, avances en la ciencia debido a las nuevas tecnologías, avances en el conocimiento científico que favorecen el avance tecnológico).
- Riesgos (por ejemplo, nuevos problemas debido a desarrollos científicos y tecnológicos, el conocimiento científico en algunos casos deja de ser público, costos y beneficios de la ciencia, consecuencias imprevistas).
- Influencia (por ejemplo, la ciencia y la tecnología influyen sobre la sociedad a través del conocimiento, procedimientos y productos y sus visiones del mundo).
- Desafíos (por ejemplo, temas sociales y expectativas a menudo constituyen problemáticas para la investigación científica y problemas para la innovación tecnológica).
- Límites (por ejemplo, la ciencia no puede responder todas las cuestiones y la tecnología no puede solucionar todos los problemas sociales o concretar todas las aspiraciones humanas).

Cuadro 5. Aspectos metodológicos y relaciones ciencia-sociedad evaluados en PISA.

chos libros de texto y por ello estar presente en diferentes cursos de ciencias.

Finalmente, la evaluación PISA 2006 incorpora como novedad la evaluación de una dimensión sobre contenidos actitudinales en tres áreas: el interés en la ciencia, el apoyo a la investigación científica y las actitudes hacia los recursos y el ambiente. Estas áreas han sido seleccionadas porque permiten elaborar un cuadro internacional de los modos en que los estudiantes se relacionan con la ciencia, sus valores específicos y la responsabilidad hacia cuestiones relacionadas con la ciencia (ver cuadro 6).

Consideramos que este componente de la prueba es realmente interesante y valioso para la enseñanza de las ciencias. Nuevamente, estamos en presencia de contenidos que no han sido incorporados a la práctica de aula o bien se han incluido de un modo idealizado. Tanto el contenido como el modo en que aparecen estas cuestiones en la evaluación PISA constituyen, a nuestro entender, una oportunidad para que estos aspectos centrales de la formación sean incorporados en las aulas.

## ¿Qué se espera de los resultados de la evaluación en ciencias?

Para el proyecto PISA resulta relevante muchos tipos de información que se obtendrán en la evaluación de 2006. Algunos relacionados con los saberes de los alumnos sobre ciencias experimentales, otros relacionados con las opiniones que tienen sobre el valor de la actividad científica para la sociedad y para sí mismos. Además, dado que las propuestas incluidas en PISA pueden resultar novedosas para muchos alumnos, será importante tener información sobre el nivel de familiaridad con el contenido y con el formato de las tareas y preguntas de la evaluación. En algunos casos, esta información puede ofrecer variables explicativas; en otros casos, esta información puede relacionarse con los datos sobre los resultados de la educación científica de los alumnos.

Como uno de los aspectos más destacados de la evaluación PISA 2006 encontramos que además de los resultados de conocimiento se obtiene importante información sobre conte-

### ÁREAS PARA LA EVALUACIÓN DE CONTENIDO ACTITUDINAL

#### Interés en la ciencia

- Curiosidad hacia la ciencia y hacia temas relacionados con los esfuerzos de la ciencia.
- Adquisición, con interés y confianza, de conocimiento científico adicional y habilidades, utilizando una variedad de recursos y métodos.
- Demostración de voluntad para buscar información y tener interés en la ciencia actual, incluyendo consideraciones hacia las carreras científicas.

#### Apoyo a la investigación científica

- Apoyar la importancia de considerar diferentes perspectivas, ideas y explicaciones.
- Apoyar la utilización de información sobre hechos y explicaciones racionales cuando se evalúa y analiza.
- Apoyar los requisitos lógicos y los procedimientos cuidadosos para elaborar conclusiones.

#### Responsabilidad hacia los recursos y el ambiente

- Demostración de sentido de la responsabilidad para ayudar a mantener ambientes sostenibles.
- Conciencia sobre las consecuencias ambientales de las acciones individuales.
- Demostración de buena voluntad para actuar en el mantenimiento de un ambiente sostenible.

Cuadro 6. Categorías actitudinales evaluadas en PISA.



nidos actitudinales, considerados centrales en la educación científica.

Se ha planificado además, obtener información a través de un cuestionario para el alumno sobre:

- la participación en actividades científicas, tanto en las escuelas como fuera de ellas (por ejemplo, su participación en actividades extraescolares científicas, tales como la lectura de revistas científicas, ver programas científicos en la televisión o la colaboración en actividades sociales como las que llevan a cabo las organizaciones ecologistas);

- la valoración de la utilidad de los conocimientos científicos que han adquirido dentro y fuera de la escuela a la hora de tomar decisiones propias o que afecten a la comunidad;

- la realización de juicios sobre el papel de la ciencia para crear y/o resolver problemas;

- la inclusión en el currículum de los temas concretos sobre los que se basan las tareas de la evaluación;

- el nivel de familiaridad con la forma de las tareas y de las preguntas vinculadas con estrechamente con la ciencia y la tecnología en la vida cotidiana.

En conjunto, los cuestionarios de contexto de PISA proporcionan una completa y detallada base de datos para el análisis, orientado a la política educativa, de los resultados de la evaluación realizada. Permiten:

- Comparar diferencias entre los resultados de los alumnos de distintos sistemas educativos y con diversos entornos académicos.

- Comparar diferencias entre los resultados de los alumnos que estudian distintos contenidos curriculares y siguen diversos procedimientos pedagógicos.

- Considerar posibles relaciones entre el rendimiento de los alumnos y los factores organizativos, tales como el tamaño de las escuelas y los recursos disponibles, así como las diferencias entre países.

- Examinar diferencias entre países respecto al grado en que las escuelas reducen o incrementan los efectos de los factores contextuales

que influyen en el nivel de rendimiento del alumnado.

- Considerar diferencias entre los sistemas educativos y el contexto nacional respecto a las diferencias en el rendimiento de los estudiantes dentro de cada país.

Todos estos aspectos arrojarán nueva luz sobre cuestiones centrales de la educación en ciencias<sup>2</sup>.

### ¿Cómo mejorar PISA para renovar la enseñanza?

Un primer comentario resulta laudatorio para el proyecto PISA. Sin duda, constituye un valioso aporte original y bienvenido a la mejora de la enseñanza de las ciencias. La propuesta de incluir cuestiones relacionadas con la vida diaria, así como también planteos sobre identificación de problemas y variables, representan una necesaria corriente de aire fresco en el campo de la enseñanza de las ciencias. Compartimos con Harlem (2001) la idea de que la evaluación externa (internacional en este caso) es una nueva manera de orientar la enseñanza hacia las innovaciones e investigaciones didácticas. Esta estrecha relación entre innovación educativa y evaluación, como aparece en el proyecto, ha sido reiteradamente puesta de relieve por la investigación. Varios investigadores han llamado la atención sobre la necesidad de acompañar las innovaciones curriculares de transformaciones similares en la evaluación, para contribuir a consolidar el necesario cambio de modelo didáctico (Gil y Martínez Torregrosa, 2005). Es sabido que poco influyen las innovaciones introducidas si la evaluación sigue repitiendo ejercicios para constatar el grado de retención de algunos conocimientos conceptuales.

Como señala Acevedo (2005), las evaluaciones externas, bien planteadas, pueden servir de estímulo para orientar la enseñanza de las ciencias hacia las innovaciones de los currículos reformados en consonancia con los aportes

<sup>2</sup> Para mayor información sobre PISA se puede consultar: [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org)

de la investigación en didáctica de las ciencias. Entendemos que un proyecto como PISA resulta una herramienta de gran potencialidad para contribuir a la necesaria renovación de la enseñanza de las ciencias y otras áreas de conocimiento. Sin embargo, esta contribución inestimable no debe promover una aceptación sin reservas del proyecto.

Un primer aspecto para reflexionar se vincula con el uso equívoco del concepto *alfabetización* como plataforma para la toma de decisiones sobre qué enseñar en educación en ciencias. Como recuerda Emilia Ferreiro (2001), el término alfabetización –traducción generalizada aunque insatisfactoria del inglés *literacy*– remite a “cultura letrada”, y el término *estar alfabetizado* a “formar parte de la cultura letrada”. En una primera aproximación podríamos decir entonces, tomando esta caracterización, que en un sentido genérico el concepto de alfabetización remite a una cultura determinada (en este caso la científica) y el de estar alfabetizado a formar parte de esa cultura. Ahora bien, las culturas se caracterizan por el uso de determinadas herramientas simbólicas (lenguaje científico), por el despliegue de actividades o prácticas socioculturales (leer textos científicos) y por la utilización de saberes asociados a dichas prácticas. Un interrogante que surge a partir de lo anterior: ¿Qué cultura científica debe ser el eje de la formación de los alumnos en la educación obligatoria? Pareciera que muchas propuestas incluidas bajo la designación de alfabetización científica transmiten cierta postura edificante sobre la ciencia. Así, estar *alfabetizado científicamente* se vincula con decirle *sí* a la ciencia. Esta concepción cándida produce su efecto global incrementando una educación científica virtuosa (“la ciencia es responsable de todo lo bueno que le ha ocurrido y ocurre a la humanidad”), ocultando así los vínculos complejos y poco claros que la ciencia y la tecnología tienen con el poder. Se afirma por ejemplo, que un objetivo de la alfabetización es *actuar* con criterio científico (Marco-Stiefel, 2000). ¿Qué supone tal actuación? ¿Cuáles son sus límites? Entendemos que los dramáticos sucesos que atrave-

saron el siglo XX, principalmente en Europa, deben hacernos meditar seriamente y sin candores sobre las conveniencias de una supuesta organización *científica* de la sociedad.

En segundo lugar, la reflexión debe apuntar como señala Acevedo (2005) a definir claramente sobre qué idea de ciencia se elabora el proyecto. Recordemos que es en la segunda mitad del siglo XIX en que se inventa “la ciencia” como una categoría general que unifica a un conjunto de actividades relacionadas con el conocimiento considerado verdadero y les da un nuevo sentido. Se establece la evidencia jerárquica pura/aplicada y se canoniza la creencia de que la teoría y la abstracción “guían” el proceso de producción de saberes que modifica al mundo. El mundo ha cambiado, y la ciencia con él.

Por otro lado, debemos tener en cuenta que en la actualidad, según parece, una porción importante del mundo vive en economías de mercado y en democracia. La ciencia mantiene relaciones muy ambiguas con ambas y entender esta tensión nos ayuda a comprender algunas de las características del mundo que viene.

En una democracia la confrontación de ideas es central, pero a menudo no se llega a ninguna conclusión definitiva. El conflicto no es una anomalía. La sociedad vive en riesgo. En ciencia, por el contrario, se asume habitualmente que la verdad es una, que se decide racionalmente y que la subjetividad no tiene cabida en el conocimiento producido. Por su parte, la lógica del mundo de las empresas asume que el conocimiento científico es aplicación y la democracia generación de condiciones de posibilidad para instrumentar negocios. Es en este marco en el que debe ser estudiada y entendida la ciencia, no en escenarios de ficciones en los que los científicos guiados por su genialidad deciden sobre qué investigar y cómo hacerlo.

A mediados de la década del noventa se publica *The new production of knowledge* (Gibbons, 1994) y a comienzos del nuevo milenio se profundizan y amplían muchas de las consideraciones presentadas allí, en otro texto:

*Re-thinking science: knowledge and the public in an age of uncertainty* (Nowotny, Scott y Gibbons, 2001). Estos libros ayudan a comprender las mutaciones ocurridas en los últimos treinta años en la relación ciencia-sociedad. La tesis central que proponen es el surgimiento de un nuevo modo de producción de conocimiento, que por ahora convive con la tradición iniciada en el siglo XVII. A continuación algunas claves de ambas tradiciones.

En el modo clásico, la creación se centra básicamente en la universidad. En la actualidad, la producción se encuentra distribuida en empresas de innovación, instituciones financieras y fundaciones. En la universidad, el modo de relación es jerárquico: del doctor hacia los doctorandos, es supuestamente estable (debido al financiamiento inagotable del estado) y se prefieren los enfoques disciplinares. El segundo modo, permite y fomenta la circulación de profesionales, resulta más flexible y transitorio. En la universidad se regula la producción por el juicio de pares y se considera independiente de las influencias sociales, en tanto que en el campo privado la evaluación se basa en la aplicación exitosa, en el cumplimiento de las expectativas iniciales. El primer modo considera la ciencia neutra, desinteresada, objetiva, que busca que se olvide lo que la define: el carácter situado de toda producción. En tanto el segundo considera a la ciencia en contexto, relacionada con las demandas de regulación social actuando en situaciones de incertidumbre y urgencia. Los problemas se definen desde el exterior, se despliegan a partir de exigencias sociales y políticas y no por la inercia de la academia.

En otras épocas se sostenía que la pedagogía debía conducir a la perfección del ser humano. En plena época tecnocientífica esos valores evidentemente están siendo descartados. Hoy el ideal del “*hombre ilustrado*” (alfabetizado) le está dejando su lugar al ideal de la capacidad de aprender. Antes el conocimiento se acumulaba, ahora se lo utiliza. Se trata entonces de estar abiertos a nuevas capacidades e in-

formaciones, más que a la adquisición definitiva de los conocimientos.

El paradigma del mundo como un gran texto que debe ser leído de manera lineal, siguiendo una cadena de causas y efectos, se desvanece en favor de la realidad como un hipertexto con varias entradas. Actualmente, el mundo de los argumentos debe compartir espacios con las imágenes. La pantalla convive con el libro; la escritura con el mundo de las imágenes. Nos estamos enfrentando con desafíos pedagógicos desconocidos hasta el presente. Indignarse por lo que una época histórica dejó atrás puede ser legítimo. Pero no ayuda a recuperar lo perdido, ni ayuda tampoco a interactuar con las nuevas estructuras culturales. La reflexión pedagógica no puede, o no debe, prescindir de las realidades actuales. Nuestro presente ha generado una *episteme* polifacética. Los territorios de cada disciplina de estudio ya no están determinados de manera férrea. Los márgenes epistemológicos de las distintas ciencias se flexibilizan y sus *corpus* se hacen más complejos.

Estas nuevas condiciones (posmodernas) que hacen posible la educación y la ciencia, entendemos que no han sido plasmadas aún en las propuestas de PISA; ni en los aspectos relacionados con los contenidos, ni en los planteos referidos a cuestiones actitudinales. Las situaciones vinculadas con la historia de la ciencia siguen siendo relatos lineales en los que sujetos solitarios producen verdades utilizando un método (casi) infalible. En tanto que las consultas de actitudes sobre la ciencia y sus relaciones con la sociedad y el ambiente siguen siendo declaraciones más o menos abstractas sobre cómo ser buenos. Así por ejemplo, al proponer un análisis sobre la clonación no se presentan aspectos relacionados con las patentes, el carácter supuestamente público del conocimiento científico y las consecuencias éticas de tales prácticas, solo se propone además de cuestiones referidas al conocimiento de ciencia, la identificación de temáticas científicas de otras que son políticas o religiosas<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Para mayores detalles se pueden consultar los ejercicios liberados por PISA en: <http://www.ince.mec.es/pub/itemscien ciaspisa.pdf>

Teniendo en cuenta que gran parte de este proyecto puede llegar a influir en la enseñanza de las ciencias, es de esperar que los países participantes puedan revisar e incorporar miradas más amplias y complejas. En tanto, lo importante como señalan Gil y Vilches (2006) es mantener una permanente actitud de indagación para analizar las propuestas y sus resultados y proceder a las necesarias rectificaciones y mejoras.

#### REFERENCIAS

- ACEVEDO, J.A. (2005). TIMSS y PISA: Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 282-301, (URL: <http://www.apa-ceureka.org/revista/Larevista.htm>)
- BYBEE, R. (1997) *Achieving scientific literacy: from purposes to practices*. Portsmouth NH: Heinemann.
- FERREIRO, E. (2001). *Pasado y presente de los verbos leer y escribir*. México: Fondo de Cultura Económica.
- GIBBONS, M. (dir.) (1994) *The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. Londres: Sage.
- GIL, D. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J.: "¿Para qué y cómo evaluar? La evaluación como instrumento de regulación y mejora del proceso de enseñanza/aprendizaje", en GIL, D.; MACEDO, B.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J.; SIFREDO, C.; VALDÉS, P.; VILCHES, A. (eds.). (2005): *¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*.
- SANTIAGO, OREALC/UNESCO, pp. 159-182. (URL: [http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/como\\_promover\\_interes\\_cultura\\_cientifica.pdf](http://www.unesco.cl/medios/biblioteca/documentos/como_promover_interes_cultura_cientifica.pdf))
- GIL, D. y VILCHES, A. (2006) ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, Num. extra 2006, pp. 295-311 (URL: [http://www.revistaeducacion.mec.es/re2006\\_16.htm](http://www.revistaeducacion.mec.es/re2006_16.htm))
- GRAEBER, W. y BOLTE, C. (eds.) (1997) *Scientific literacy, an international symposium*. Kiel: IPN.
- HARLEN, W., (2001), The assessment of scientific literacy in the OCDE/PISA Project, *Studies in Science Education*, 36, 79-104.
- HURD, P.D., (1998), Scientific literacy: New minds for a changing world, *Science Education*, 407- 416.
- MARCO-STIEFEL, B. (2000) La alfabetización científica. En PERALES, J. y CAÑAL, P. (dir.), *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfil.
- MILLAR, R. y OSBORNE, J. (1998) *Beyond 2000: science education for the future*. Londres: King's College London School of Education.
- NOWOTNY, H., SCOTT, P. y GIBBONS, M. (2001) *Re-thinking science. Knowledge and the public in an age of uncertainty*. Cambridge: Polity Press.
- OECD. (2003): *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. París: OECD.
- OECD. (2004). *PISA 2006 Scientific Literacy Framework*. París: OECD.
- OSBORNE, J., SIMON, S., y COLLINS, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- SHAMOS, M. H. (1995) *The myth of scientific literacy*. Nueva Jersey: Rutgers University Press.

#### ABSTRACT

This paper analyze the structure of science assessment in PISA. The levels of scientific literacy and the dimensions of context, knowledge, competences and attitudes included in this project have been explained. I also mention the expected results of this project in 2006. Finally I discuss some unclear topics of the framework and its possible influences in science teaching.

*KEY WORDS: Scientific literacy; Nature Sciences; Evaluation; Functionality of the learning; Secondary Education.*

#### RÉSUMÉ

Dans cet article on analyse la structure de la évaluation des sciences au programme PISA. On détaillent tant les niveaux d'alphabétisation scientifique utilises comme les dimensions contexte, compétences, savoirs et attitudes dans la propose. On parle aussi sur les résultats attendus du Project 2006 et on discute quelques questions considérées comme insuffisances du cadre théorique et sas possibles influences sur l'enseignement des sciences.

*MOTS CLEF: Alphabétisation scientifique; Sciences de la Nature; Evaluation; Fonctionnalité de l'apprentissage; Education secondaire.*