

¿CÓMO PUEDE CONTRIBUIR EL PROYECTO PISA A LA MEJORA DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS (Y DE OTRAS ÁREAS DE CONOCIMIENTO)?¹

DANIEL GIL PÉREZ Y AMPARO VILCHES²

(Publicado en Revista de educación, número extraordinario, 2006, PISA, Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, pp. 295-331)

RESUMEN. Se intenta mostrar, en primer lugar, que el Proyecto PISA constituye un instrumento potencialmente valioso para la mejora del aprendizaje, la enseñanza y los currículos, que hasta aquí ha sido desaprovechado en nuestro país, dando lugar, incluso, a interpretaciones distorsionadas, perjudiciales para la extensión de una educación de calidad. Se procede a mostrar las virtualidades del Proyecto y su coherencia con las aportaciones de la investigación educativa y se indican algunas estrategias para que pueda jugar su papel de instrumento de mejora del proceso de enseñanza/aprendizaje. En particular, se señala la necesidad de superar el escaso conocimiento por parte del profesorado de las orientaciones y fundamentación del Proyecto. Ello ha impedido hasta aquí que ejerciera influencia positiva alguna, por lo que se recomienda una amplia campaña informativa y una modificación sustancial de la presentación de los resultados.

PALABRAS CLAVE: Proyecto PISA; Evaluación formativa; Evaluación como instrumento de mejora de la enseñanza y del currículo; superación del reduccionismo conceptual; inmersión en la cultura científica. Interacciones CTSA

SUMMARY. We intend to show that the PISA Project is potentially a powerful instrument for improving learning, teaching and curricula that has not been well used to date in our country, thereby giving rise to serious misinterpretations that harm the extension of a quality education. PISA's potentialities and coherence with educational research contributions are shown and strategies that enable it to play its part in improving the teaching/learning process are proposed. In particular, the paper indicates the need for teachers in general to overcome their lack of knowledge of PISA's characteristics, an obstacle that has limited the positive influence PISA might have had. In this sense, we recommend a wide-ranging information campaign, as well as profound changes in how results are presented.

KEY WORDS: Programme for International Student Assessment (PISA); Formative assessment; evaluation for teaching and curriculum improvement; overcoming conceptual reductionism; immersion in scientific culture.

¹ Este artículo ha sido concebido como contribución a la Década de la Educación para un futuro sostenible, instituida por Naciones Unidas para el periodo 2005-2014 (Ver <http://www.oei.es/decada/>)

² Universitat de València

PISA: UN PROYECTO CONCEBIDO COMO INSTRUMENTO DE MEJORA DE LA ENSEÑANZA

Conviene comenzar señalando que el Proyecto PISA no constituye un simple instrumento de constatación, sino que ha sido concebido explícitamente para contribuir a la mejora de la enseñanza, con orientaciones que se apoyan en los resultados convergentes de la investigación educativa de las últimas décadas. Así, para el caso particular de las ciencias, los documentos del Proyecto señalan:

“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”. Y se precisa seguidamente que 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” (<http://www.ince.mec.es/pub/index.htm>, Programa PISA. Ítems de ciencias).

De acuerdo con ello, el Proyecto PISA evalúa el conocimiento científico a través de tres grandes dimensiones, superando –lo que constituye un primer e importante mérito- el habitual reduccionismo conceptual de las actividades de evaluación (Alonso, Gil Pérez y Martínez Torregrosa, 1992; Tamir, 1998; Goñi, 2005):

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

Transcribiremos brevemente cómo se conciben estas tres dimensiones en el Proyecto, lo que permite comprender la orientación del mismo.

PROCESOS O DESTREZAS CIENTÍFICAS

El proyecto PISA identifica cinco procesos científicos y señala, como elemento fundamental, que 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. Dichos procesos son:

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.

Otro aspecto que conviene resaltar es que, como se indica en el proyecto, 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:

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

CONCEPTOS Y CONTENIDOS

Por lo que se refiere a este apartado, se señala que 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, indican, PISA 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

Para terminar este apartado, se indica que, basándose en estos criterios, PISA 2003 selecciona conceptos pertenecientes a los siguientes 13 grandes temas científicos, que corresponden a un amplio abanico de disciplinas (física, biología, química, medicina, etc.): Estructura y propiedades de la materia; Cambio atmosférico; Cambios físicos y químicos; Transformaciones de la energía; Fuerzas y movimiento; Función y forma; Cambio fisiológico; Biodiversidad; Control genético; Ecosistemas; La Tierra y su lugar en el universo; Cambio geológico.

CONTEXTOS CIENTÍFICOS

Conviene destacar la importancia de esta última dimensión del proyecto, tan a menudo ausente en las evaluaciones, pero esencial para que la educación científica contribuya a formar ciudadanas y ciudadanos preparados para participar en las necesarias tomas de decisiones frente a la actual situación de emergencia planetaria (Comisión Mundial del Medio Ambiente y del Desarrollo, 1988; Tilbury, 1995; Vilches y Gil, 2003). El proyecto se refiere aquí a las situaciones y áreas en las que el alumnado tiene que aplicar sus conocimientos científicos, resaltando los contextos donde se aplican y dando prioridad a los que se relacionan con problemas y temas que tienen repercusión en el bienestar humano y precisan la toma de decisiones.

Los espacios de aplicación de las ciencias en el proyecto, aparecen agrupados 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 y el desarrollo tecnocientífico.

Atendiendo a todo lo que acabamos de resaltar, como elementos básicos de la forma en que el Proyecto evalúa el conocimiento científico, podemos afirmar que el tener en cuenta estas tres dimensiones favorece la inmersión en la cultura científica, saliendo al paso de visiones deformadas y empobrecidas de la ciencia y la tecnología (McComas, 1998; Gil Pérez et al., 2005).

En el Anexo 1 hemos incluido un ejemplo de las preguntas utilizadas en el Proyecto PISA, que permite constatar de qué forma se intenta atender a las orientaciones expuestas. Más ejemplos pueden encontrarse en <http://www.ince.mec.es/pub/index.htm>.

Una idea central del Proyecto Pisa es que con el enfoque de la evaluación propuesta – que considera la aplicación del conocimiento científico en vez de la memorización de conceptos- se 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, en última instancia, mejorar el rendimiento de los estudiantes.

Conviene resaltar que esta estrecha relación entre innovación educativa y evaluación, como aparece en el Proyecto, ha sido reiteradamente puesta de relieve por la investigación (Tamir, 1998; Gil Pérez y Martínez Torregrosa, 2005). Muy en particular, los 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 (Linn, 1987). Porque, desde luego, poco importan las innovaciones introducidas o los objetivos que se hayan marcado: si la evaluación sigue consistiendo en ejercicios para constatar el grado de retención de algunos conocimientos conceptuales, éste será para los alumnos y alumnas (y gran parte del profesorado) el verdadero objetivo del aprendizaje. Como señala Acevedo (2005), las evaluaciones externas, bien planteadas, pueden servir de acicate para orientar la enseñanza de las ciencias hacia las innovaciones de los currículos reformados en consonancia con las aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias.

El propósito del Proyecto PISA es, precisamente, influir en la enseñanza a través de un replanteamiento de la evaluación, favoreciendo al propio tiempo una reflexión sobre los problemas de la educación en una escala internacional y el intercambio de planteamientos, rompiendo el aislamiento de sistemas educativos estancos e impulsando de ese modo las nuevas propuestas didácticas.

Un proyecto como el PISA se revela, pues, como un instrumento de gran potencialidad para contribuir a la necesaria renovación de la enseñanza de las ciencias y otras áreas de conocimiento. Ahora bien, ¿hasta qué punto el Proyecto PISA está cumpliendo esta función? Como intentaremos mostrar justificadamente en el siguiente apartado, hasta aquí y por lo que se refiere a nuestro país, dicho proyecto no ha jugado el papel para el que ha sido concebido y debe llegar a desempeñar.

UN INSTRUMENTO, HASTA EL MOMENTO DESAPROVECHADO, DE MEJORA DE LA ENSEÑANZA

Una primera condición para que un sistema de evaluación influya sobre la enseñanza es que sea conocido por el profesorado. Es lo que ocurre, por ejemplo, con las Pruebas de Acceso a la Universidad, que se hacen públicas año tras año y que, en la mayor parte de los casos, con su reduccionismo conceptual están contribuyendo con enorme eficacia a condicionar las innovaciones curriculares hasta llegar a reprimirlas (Oliva y Acevedo, 2005). Cabe, pues, preguntarse, si el profesorado del nivel al que se aplican las pruebas diseñadas por el Proyecto PISA conoce las orientaciones del Proyecto, las características de las pruebas, lo que se pretende medir con ellas, etc.

Un amplio estudio de campo consistente en entrevistar a profesores de ciencias de más de dos docenas de centros de la Comunidad Valenciana, y de otro tanto de otras comunidades (Andalucía, Asturias, Canarias, Cataluña, Extremadura, Madrid y País Vasco) nos ha permitido constatar el prácticamente nulo conocimiento, por parte del profesorado, de los contenidos y las orientaciones de las pruebas utilizadas por el Proyecto PISA. Ello resulta lógico porque, como señalan los entrevistados, ni ha llegado información oficial a los centros, ni se les ha impulsado a acceder a las páginas web que incluyen ejemplos de las pruebas y su fundamentación (que desconocían). Tampoco los medios de comunicación, que se han hecho amplio eco de “los resultados” de dichas pruebas, han contribuido a dar a conocer su contenido y orientaciones. Y lo mismo puede decirse de la generalidad de los artículos de las revistas especializadas que, con raras y recientes excepciones (Acevedo, 2005; Goñi, 2005), se han ocupado, en general, de discutir los informes (centrados en el análisis estadístico de los resultados).

En consecuencia, cabe concluir que se está desaprovechando el papel orientador que las evaluaciones trienales realizadas y proyectadas –la próxima para el año 2006, con una especial atención a los conocimientos científicos- pudieran y debieran tener. Peor aún, podemos hablar de *desorientación* provocada por los informes publicados y, muy en particular, por la notable y posiblemente bien intencionada atención que los medios de comunicación han prestado a la publicación de los informes PISA.

En efecto, cuando en diciembre de 2004 se dio a conocer el último Informe PISA, los titulares y editoriales de prensa adquirieron, al igual que tres años antes, tintes dramáticos: “Los alumnos españoles, a la cola de la OCDE en matemáticas, ciencia y lectura”, “el informe PISA 2003, ha hecho saltar la alarma sobre los malos resultados obtenidos por el sistema español”... Pero no sólo los media expresaban su alarma. Personalidades académicas,

responsables de organismos, instituciones educativas, de asociaciones del profesorado e incluso investigadores en el campo de la educación, insistían en ello. Así, en un número monográfico dedicado por la revista *Aula* al informe PISA 2003, Álvaro Marchesi se preguntaba: “¿Por qué nuestros alumnos obtienen peores resultados que los de la mayoría de los países de nuestro entorno?” (Marchesi, 2005, p. 9). Isabel Solé Gallart (2005, p. 22) precisaba que, en lo que se refiere a la lectura, “La puntuación media –481 puntos- de los alumnos españoles (...) es *significativamente inferior* al promedio OCDE –494 puntos- (la cursiva es nuestra). Y Antonio de Pro Bueno (2005, p. 32) incluye una tabla comparativa, según la cual los resultados de los estudiantes españoles en ciencias serían “*muy inferiores*” a los de los siguientes países de la Unión Europea: Finlandia, Reino Unido, Austria, Irlanda, Suecia y República Checa; *inferiores* a los de Francia y Hungría; *similares* a los de Bélgica, Alemania y Polonia y, finalmente, *superiores* a los de Dinamarca, Italia, Grecia, Letonia, Portugal y Luxemburgo.

Los resultados del actual informe –escribíamos en el mismo monográfico (Gil Pérez y Vilches, 2005, p. 16)- no parecen dejar lugar a dudas, puesto que colocan a España en el lugar 22 (entre 30) por lo que se refiere a cultura científica, el 23 en comprensión lectora y el 24 en cultura matemática, apareciendo por debajo de la media en los tres dominios analizados. Quizás ello justifique la rapidez con la que los editoriales de los periódicos, los representantes políticos y los expertos en educación se han pronunciado para, en general, deplorar la situación y denunciar un sistema educativo “que hace agua”.

Estamos de acuerdo, sin embargo, con Jesús María Goñi (2005, p. 28) cuando escribe “Acostumbrados, como estamos, al ruido de los medios de comunicación, no echamos de menos el silencio ni la reflexión reposada que debería acompañar a cualquier intento responsable de leer el significado de estos datos”.

Para ayudar a esa reflexión reposada y evitar la obnubilación que producen las apariencias, propusimos el siguiente ejercicio mental, a partir de una situación bastante común:

Supongamos que en un centro educativo se comparan las notas medias de matemáticas obtenidas en tres grupos-clase distintos y que dichas nota son, respectivamente, 4.9, 5.0 y 5.5. ¿Cuál sería nuestra valoración de dichos resultados? ¿Lamentaríamos escandalizados los resultados obtenidos en el primer grupo, por quedar detrás de los otros dos? Seguro que no, claro está; nadie con una mínima sensatez diría que dichas notas medias son significativamente distintas. Nadie alabaría la brillantez del tercer grupo ni se escandalizaría por los mediocres resultados del primero (los tres recibirían un simple aprobado). Sin

embargo eso es exactamente lo que estamos haciendo al interpretar los datos ofrecidos por el informe PISA.

En efecto, por lo que se refiere, por ejemplo, a la cultura científica, España obtiene 487 puntos y queda por debajo de la media (500), mientras los países mejor clasificados son Japón y Finlandia con 548 puntos. Unas sencillas proporciones nos permiten calcular que, si asignamos a la media de la OCDE una clasificación de 5, a España le corresponde un 4.9 y a Finlandia o Japón, un 5.5. Igualmente pequeñas son las diferencias en comprensión de la escritura y en Matemáticas: también en estos casos España obtiene una nota de 4.9 con relación al 5 correspondiente a la media.

Nada justifica, pues, el alarmismo con que han sido valorados los resultados del informe PISA. Dicho informe no muestra otra cosa que una homogeneidad de resultados en el conjunto de los países de la OCDE... y la necesidad de mejoras *en todos ellos*.

Merece la pena reflexionar sobre la forma en que se proporcionan dichos resultados “secuela, sin duda –comenta con acierto de Pro (2005, p. 32)- del arraigo que tienen las aficiones deportivas en nuestro contexto”. Si presentamos un listado ordenado según la puntuación obtenida por cada país, es obvio que siempre habrá países por arriba y por debajo de la media. Y si nos fijamos primordialmente en el orden, países con resultados prácticamente idénticos recibirán alabanzas o críticas. El propio Ministerio de Educación y Ciencia da pie a dicha lectura en sus documentos “Evaluación PISA 2003. Resumen de los primeros resultados en España” y “Aprender para el mundo de mañana. Resumen de resultados PISA 2003” (<http://www.ince.mec.es/pub/index.htm>). Pero, ¿aceptaríamos que se hiciera lo mismo con la valoración del trabajo de cada alumno y se enviara a sus padres un boletín de notas en el que se indicara, por ejemplo, que el alumno ha obtenido un pobre resultado *porque* ocupa el lugar 23 (de 30), aunque su nota no difiriera de la de quien ocupa el primer lugar más que en alguna décima? Eso es lo que ocurre con el Informe PISA y conduce a que los resultados de Finlandia sean ofrecidos como modelo y los de España como expresión de “grave deterioro” de la educación secundaria... aunque apenas difieran entre sí. Es preciso cuestionar este tipo de presentación que distorsiona los resultados y responde a una absurda idea de competitividad que no pone el acento en lo esencial, que son los logros a alcanzar y la necesidad de poner los medios para ello.

Debemos insistir en que, en contra de las interpretaciones distorsionadas que se están realizando, la aplicación de la reforma LOGSE no se ha traducido en peores resultados sino que ha mantenido el nivel medio, pese a la incorporación de nuevos sectores de población derivada de la ampliación de la escolarización obligatoria. “Por lo tanto –con palabras de

Jesús. M. Goñi (2005, p. 29)- si lo que pretenden algunos es servirse de los resultados de PISA para atacar las posturas innovadoras en el sistema educativo español, conviene decirles que cuanto más critiquen esas reformas y más caso se haga a sus críticas, peores resultados obtendremos en este proyecto de evaluación internacional”.

No son, pues, las lecturas “deportivas” de los ranking que muestran los informes PISA las que pueden ayudarnos a mejorar el sistema educativo. Otro tipo de análisis y otro tipo de medidas pueden y deben ayudarnos a aprovechar las potencialidades transformadoras del Proyecto PISA.

¿CÓMO APROVECHAR LAS POTENCIALIDADES DEL PROYECTO PISA?

Una primera medida que se debería adoptar con urgencia, si nuestras autoridades académicas conceden importancia a los informes del Proyecto PISA y están preocupadas por los resultados que muestran, habría de ser proceder a dar la máxima difusión a las orientaciones y fundamentación del Proyecto, proporcionando suficientes ejemplos para ayudar a reorientar la enseñanza en la dirección que éste marca. Una orientación que viene apoyada por una amplia investigación educativa y responde a los planteamientos de las reformas curriculares que están produciéndose en los países de la UE, incluido el nuestro. Precisamente, esta coherencia básica entre la orientación del Proyecto PISA y las propuestas curriculares de la LOGSE y del actual proyecto de LOE, convierte al Proyecto en un instrumento privilegiado para hacer avanzar dichas reformas. Pero para ello debería procederse a una petición explícita y fundamentada a los Departamentos de los Centros, para que analizaran cuidadosamente los materiales del Proyecto y consideraran la conveniencia de utilizarlos como instrumento de evaluación y *de enseñanza*.

En segundo lugar, sería necesario presentar los resultados de una forma absolutamente diferente a como se viene haciendo. Lo que importa no es si las medias obtenidas por los estudiantes de un país están unas centésimas por debajo o por arriba de los de otro. Es preciso denunciar el uso de este tipo de ranking para atribuir calificaciones de excelencia y fracaso a resultados que apenas difieren entre sí. Lo que realmente interesa es conocer en qué medida los estudiantes alcanzan los logros deseados, cuáles son las deficiencias y los obstáculos detectados, y utilizar dicha información para reorientar la acción educativa con vistas a mejorar el aprendizaje, la enseñanza y el propio currículo (Tamir, 1998)... sin olvidar la mejora de las pruebas de evaluación utilizadas. Esto último es de la mayor importancia: las propuestas del Proyecto PISA no deben considerarse como algo intocable y deben someterse

al escrutinio de su coherencia con los resultados de la investigación educativa y, por tanto, a su reorientación, si fuera necesario, para que contribuyan al logro de los objetivos planteados.

Para el caso de educación científica, en particular, queremos señalar que, en coherencia con los resultados de la investigación en didáctica de las ciencias, es preciso enriquecer aún más el contenido de las pruebas (Gil Pérez y Martínez Torregrosa, 2005) de forma que contribuyan a proporcionar una imagen de la ciencia como actividad abierta y creativa, socialmente contextualizada, capaz de salir al paso de las actitudes de desinterés y rechazo que una enseñanza marcada por un reduccionismo conceptual y operativista está, lamentablemente, generando. Algo absolutamente necesario para contribuir a la formación de ciudadanas y ciudadanos capaces de participar, con espíritu crítico, en la toma de decisiones acerca de los problemas relacionados con el desarrollo tecnocientífico y de sentir la emoción de los apasionantes desafíos a los que se ha enfrentado y sigue enfrentándose la comunidad científica (Bybee, 1997; Gil Pérez y Vilches, 2004).

La cuidadosa consideración de aquello que debe ser evaluado resulta esencial, insistimos, para evitar reduccionismos empobrecedores y ha de enfrentarse a tradiciones que sistemáticamente han limitado la evaluación a los aspectos más fáciles de medir. La toma en consideración de la naturaleza de la actividad científica y tecnológica (McComas, 1998; Gil Pérez et al., 2005), así como el desarrollo del modelo de aprendizaje como investigación orientada, fruto convergente de numerosas investigaciones (Gabel, 1994; Fraser y Tobin, 1998)) permite romper con dichas tradiciones e incluir toda una pluralidad de aspectos como los que recogemos en el cuadro 1, planteado como una red para el análisis del contenido de las pruebas de evaluación.

Si analizamos con dicha red los ejemplos de pruebas del Proyecto PISA dados a conocer, así como sus presupuestos teóricos, encontraremos una aceptable similitud entre ambas propuestas, aunque es preciso llamar la atención acerca de olvidos fundamentales como es el de la emisión de hipótesis, que encontramos escasamente presente en lo que se ha hecho público del Proyecto PISA. Lo esencial, en todo caso, es mantener una permanente actitud de investigación para analizar las propuestas y sus resultados y proceder a las necesarias rectificaciones y mejoras.

**Cuadro 1. Análisis de la presencia de actividades de evaluación
coherentes con las estrategias de construcción de conocimientos científicos**

1. ¿Se incluyen **situaciones problemáticas abiertas** que permitan a los estudiantes formular preguntas, plantear problemas?
2. ¿Se piden comentarios sobre el posible **interés de las situaciones** propuestas (considerando las posibles implicaciones CTSA, la toma de decisiones, la relación con el resto del programa, etc.)?
3. ¿Se piden **análisis cualitativos**, significativos, que eviten el mero operativismo y ayuden a comprender y acotar las situaciones planteadas?
4. ¿Se pide la **emisión de hipótesis**, fundamentadas en los conocimientos disponibles, susceptibles de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas, funcionalmente, las preconcepciones?
¿Se plantea, al menos, el manejo o el análisis crítico de alguna hipótesis?
¿Se incluyen actividades que supongan atención a las preconcepciones (contempladas como hipótesis)?
5. ¿Se plantea la **elaboración de estrategias** (en plural), incluyendo, en su caso, diseños experimentales?
¿Se pide, al menos, la evaluación crítica de algún diseño?
¿Se presta atención a la actividad práctica en sí misma (montajes, medidas...) dándole a la dimensión tecnológica el papel que le corresponde en este proceso?
¿Se presta atención, en particular, al manejo de la tecnología actual (ordenadores, electrónica, automatización...) con objeto de favorecer una visión más correcta de la actividad científico-técnica contemporánea?
6. ¿Se piden **análisis detenidos de los resultados** (su interpretación física, fiabilidad, etc.), a la luz del cuerpo de conocimientos disponible, de las hipótesis manejadas y/ o de otros resultados?
¿Se pide, en particular, el análisis de los posibles conflictos cognitivos entre algunos resultados y las concepciones iniciales?
¿Se favorece la "autorregulación" del trabajo de los alumnos (proporcionando, por ejemplo, indicadores que les permitan comprobar si van o no en una dirección correcta)?
¿Se incluyen actividades para que los estudiantes cotejen su evolución conceptual y metodológica con la experimentada históricamente por la comunidad científica?
7. ¿Se piden **esfuerzos de integración** que consideren la contribución de los estudios realizados a la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos, (al afianzamiento o reforzamiento del mismo, a la superación de supuestas barreras...), las posibles implicaciones en otros campos de conocimientos, etc.?
¿Se pide algún trabajo de construcción de síntesis, mapas conceptuales, etc., que ponga en relación conocimientos diversos?
8. ¿Se pide la consideración de posibles **perspectivas** (replanteamiento del estudio a otro nivel de complejidad, problemas derivados...)?
¿Se incluyen, en particular, actividades relativas a las **implicaciones CTSA** del estudio realizado (posibles aplicaciones, transformaciones sociales, repercusiones negativas...), a la toma de decisiones, en particular, frente a los graves problemas que afectan a la humanidad y la necesidad de contribuir a un futuro sostenible, saliendo al paso de la concepción que reduce la tecnología a mera *aplicación* de la ciencia?
¿Se incorporan actividades que presten atención a la educación no formal (museos, prensa...)?
¿Se valoran los "productos" elaborados por los estudiantes (prototipos, colecciones de objetos, carteles...) expresión de las estrechas relaciones ciencia-tecnología?
9. ¿Se presta **atención a la comunicación** como aspecto esencial de la actividad científica?
¿Se plantea la elaboración de **memorias científicas** del trabajo realizado? ¿Se pide la lectura y comentario crítico de textos científicos?
¿Se pone en contacto a los estudiantes con la historia de la ciencia?
¿Se presta atención a la verbalización, solicitando comentarios significativos que eviten el "operativismo mudo"?
¿Se hace un seguimiento cuidadoso del dossier de los alumnos como memoria ordenada del trabajo realizado?
10. ¿Se potencia en la evaluación la **dimensión colectiva del trabajo científico** valorando los trabajos realizados en equipo, prestando atención al funcionamiento de los grupos de trabajo, etc.?
¿Se favorece la **interregulación** de los equipos?
¿Se permite (y potencia) el manejo funcional del cuerpo de conocimientos aceptado por la comunidad científica (sin exigir memorizaciones irracionales)? ¿Se presta atención, en ese sentido, a que los prerrequisitos no se conviertan en obstáculo para las tareas propuestas?

Queremos terminar recordando las palabras de Marchesi (2005, p.12): “no es fácil ni inmediato obtener mejores resultados, ni se logra una mayor calidad del sistema educativo con sólo aprobar una buena ley, elaborar un programa atractivo o incrementar los presupuestos. El cambio educativo exige tiempo, un proyecto amplio, coherente y equilibrado, una voluntad decidida y el compromiso de la mayoría de la comunidad educativa y del conjunto de la sociedad”. No hay, obviamente, soluciones milagro, pero el Proyecto PISA puede contribuir a la mejora de la Educación... si hacemos un uso adecuado del mismo. Algo a lo que deberíamos comprometernos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J. A.: “TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias”, en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 2005, pp. 282-301, <http://www.apac-eureka.org/revista/>.
- BYBEE, R.: “Towards an Understanding of Scientific Literacy”, en Gräber, W. y Bolte, C. (Eds.) *Scientific Literacy*. Kiel, IPN, 1997.
- ALONSO, M.; GIL-PÉREZ, D. y MARTÍNEZ TORREGROSA, J.: “Los exámenes en la enseñanza por transmisión y en la enseñanza por investigación”, en *Enseñanza de las Ciencias*, 10(2), 1992, pp. 127-138.
- COMISIÓN MUNDIAL DEL MEDIO AMBIENTE Y DEL DESARROLLO: *Nuestro Futuro Común*. Madrid, Alianza, 1988.
- FRASER, B. y TOBIN, K. G. (Eds.): *International Handbook of Science Education*, London, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- GABEL, D. L. (Ed.): “*Handbook of Research on Science Teaching and Learning*”, New York, McMillan Pub Co, 1994.
- GIL PÉREZ, 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- Pérez, D., Macedo, B., Martínez Torregrosa, J., Sifredo, C., Valdés, P. y Vilches, A. (Eds.). *¿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, (2005), pp. 159-182.
- GIL PÉREZ, D. y VILCHES, A.: “La contribución de la ciencia a la cultura ciudadana” en *Cultura y Educación*, 16(3), 2004, pp. 259-272.
- GIL PÉREZ, D. y VILCHES, A.: “El ‘escándalo’ del Informe PISA” en *Aula de Innovación Educativa*, 139, (2005), pp. 16-19.
- GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A.; FERNÁNDEZ, I.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; VALDÉS, P. y SALINAS, J.: “Technology as ‘Applied Science’: A Serious Misconception that Reinforces Distorted and Impoverished Views of Science”, en *Science & Education*, 14, (2005), pp.309–320.
- GOÑI, J. M.: “El Proyecto PISA: mucho ruido. ¿Dónde están las nueces?”, en *Aula de Innovación Educativa*, 139, (2005), pp. 28-31.
- LINN, M.C.: “Establishing a research base for science education: challenges, trends and recommendations” en *Journal of Research in Science Teaching*, 24(3), 1987, 191-216.
- MARCHESI, A.: “El Informe PISA: nada contribuye a mejorar lo esperado”, en *Aula de Innovación Educativa*, 139, (2005), pp. 9-15.

- McCOMAS, W. F. (Ed.): *"The Nature of Science in Science Education. Rationales and Strategies"*, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- OLIVA, J. M. y ACEVEDO, J. A.: "La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro" en *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 2005, pp. 142-151, <http://www.apac-eureka.org/revista/>
- PRO, A.: "Muchos interrogantes ante los resultados obtenidos en ciencias en el Proyecto PISA", en *Aula de Innovación Educativa*, 139, (2005), pp. 32-35.
- SOLÉ GALLART, I.: "PISA, la lectura y sus lecturas", en *Aula de Innovación Educativa*, 139, (2005), pp. 22-27.
- TAMIR, P.: "Assessment and evaluation in science education: opportunities to learn and outcomes", en Fraser, B. J. y Tobin, K. G. (Eds.) *International Handbook of Science Education*. London, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- TILBURY, D.: "Environmental education for sustainability: defining de new focus of environmental education in the 1990s", en *Environmental Education Research*, 1(2), 1995, pp. 195-212.
- VILCHES, A. y GIL-PÉREZ, D.: *Construyamos un futuro sostenible. Diálogos de supervivencia*. Madrid, Cambridge University Press, 2003.

ANEXO 1. UN EJEMPLO DE PREGUNTAS DE CIENCIAS UTILIZADAS EN EL PROYECTO PISA

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. Veamos un ejemplo de unidad, con los ítems planteados a los estudiantes y los criterios de evaluación:

UNA UNIDAD DENOMINADA MAIZ

Los tres ítems siguientes se han extraído de una unidad llamada Maíz (Programa PISA. Ítems de ciencias, <http://www.ince.mec.es/pub/index.htm>). El estímulo es un artículo de periódico sobre un agricultor, Auke Ferweda, que quema maíz en su estufa a modo de combustible. Lo transcribimos literalmente:

.....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”.

ITEM 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.

Cuando 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

Este ítem se califica con un punto si las tres respuestas son Sí. 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. Por tanto, cualquier otra combinación de respuestas es puntuada con un cero.

ITEM 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 ----- oxígeno + ()

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

Se califican con un 1 aquellas respuestas que indiquen cualquiera de las opciones siguientes: glucosa, azúcar, hidrato(s) de carbono, sacárido(s), almidón. Y con 0 cualquier otra respuesta

ITEM 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

<i>Dióxido de carbono</i>	<i>Metano</i>	<i>Óxido nitroso</i>	<i>Clorofluorocarbonos</i>
<i>1</i>	<i>30</i>	<i>160</i>	<i>17 000</i>

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.*

Se puntúa con 1 la respuesta D (Datos sobre la cantidad de cada uno de los cuatro gases en la atmósfera), dado que 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. Se califica con 0 cualquier otra respuesta.