

# La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA

## Scientific Literacy and Its Assessment. Analysis of PISA Standardized Tests

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2011-360-127

Rafael Yús Ramos  
Manuel Fernández Navas  
Monsalud Gallardo Gil  
Javier Barquín Ruiz  
M.<sup>a</sup> Pilar Sepúlveda Ruiz  
M.<sup>a</sup> José Serván Núñez

*Universidad de Málaga. Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Grupo de Investigación HUM-311. Málaga, España.*

### Resumen

Nos centraremos en la evaluación internacional PISA (Programme for International Student Assessment) en el área específica de Ciencias, entendida como competencia científica. El programa PISA, dirigido por la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico), se basa en el análisis del rendimiento de estudiantes a partir de pruebas estandarizadas que se realizan cada tres años y que tienen como fin hacer una valoración internacional de las competencias alcanzadas por los alumnos de 15 años. En un primer nivel de discusión, hemos realizado un análisis de las pruebas liberadas de PISA para el área de Ciencias en los años 2000 a 2006, tomando como matriz seis capacidades científicas (reproducción, aplicación, reflexión, transferencia, heurística y argumentación). Hemos concluido que estas pruebas demandan principalmente capacidades científicas de baja complejidad (aplicación y reflexión), con escasa presencia de la mera reproducción. En un segundo nivel de discusión, hemos valorado la distancia existente entre el concepto global de competencia

propuesto en el informe DeSeCo para la OCDE y lo que realmente parece evaluar el programa PISA a la luz de los resultados de nuestros análisis. Según nuestra investigación, PISA parece atomizar la noción de competencia y alejarse de la concepción holística original para evaluar únicamente capacidades que, al ser valoradas individualmente, no parecen mostrar realmente el grado de adquisición de competencias que los estudiantes alcanzan en la escuela.

*Palabras clave:* evaluación, pruebas PISA, competencia científica, competencia, aprender cómo aprender.

### Abstract

The subject is the PISA (Programme for International Student Assessment) international evaluation survey for science, also referred to as scientific literacy. The PISA programme is directed by the OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) and analyzes student performance in standardized tests administered every three years to produce an international assessment of competences or “literacies” achieved by fifteen-year-old students all over the world. The science units of the 2000 to 2006 PISA that have been released were analyzed. Six scientific capabilities (reproduction, implementation, reflection, transference, heuristics and argumentation) were taken as the matrix. The conclusion is that PISA tests mainly require low-level scientific abilities (implementation and reflection) and gloss over mere reproduction capability. The distance is found between the overall concept of literacy proposed in the OECD DeSeCo report and what PISA really seems to assess in the light of the results of our analysis. According to our research, PISA seems to fragment the notion of literacy; in so doing, it moves away from its original holistic approach. When the fragmented abilities are assessed individually, they do not actually seem to show students’ real school performance levels.

*Key words:* assessment, PISA tests, scientific literacy, competence, learn to learn.

## Introducción

El presente estudio forma parte de una investigación del Grupo HUM-311<sup>1</sup> del Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Málaga, desarrollada en el

---

<sup>(1)</sup> Grupo de Investigación del PAIDI (Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación): HUM-311, Innovación e Investigación Educativa en Andalucía, del Departamento de Didáctica y Organización Escolar de la Universidad de Málaga, dirigido por Ángel I. Pérez Gómez.

marco del Proyecto I+D (ref. SEJ-2007-66967): *La evaluación educativa de los aprendizajes de segundo orden, aprender cómo aprender, análisis de proyectos internacionales y experimentación de estrategias alternativas*, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (España) y dirigido por don Ángel I. Pérez Gómez. En el desarrollo de dicho proyecto se abordó el tema de las competencias básicas como un mecanismo potencial para el desarrollo de las capacidades útiles para la vida (Pérez Gómez, 2007). Específicamente, se trataron las competencias de orden superior, que podrían agruparse bajo el constructo de «aprender cómo aprender» (Hargreaves, 2005). Uno de los propósitos del estudio era analizar el potencial de las evaluaciones externas y diagnósticas para estimar el grado de adquisición de estas competencias, que recoge la nueva reforma educativa española: la Ley Orgánica 2/2006 de Educación (LOE) (Ley Orgánica, 2006). Desde este marco, se estableció el objetivo de estudiar y valorar en qué medida las pruebas del Programa de Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA por sus siglas en inglés) miden estas competencias y si de tal evaluación se pueden obtener orientaciones para trabajar la estrategia de aprender cómo aprender, en la línea apuntada por algunos autores, como Hernández (2006) y Gil y Vilchez (2006). Estos encuentran en los informes de PISA una oportunidad estimuladora para repensar la tarea que se lleva a cabo en los centros, ya que se pone de manifiesto que la escuela tiende a enseñar para la reproducción, mientras que las pruebas PISA están dirigidas a la aplicación o transferencia de conocimientos a situaciones cotidianas. Para este objetivo, dentro del equipo de investigación, se establecieron grupos de trabajo específicos para cada área curricular (como veremos en el apartado de descripción metodológica). Así pues, en este artículo se resumen las principales conclusiones del área de Ciencias, es decir, la llamada competencia científica, que la LOE denomina «competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico».

Primero contextualizaremos la investigación que desarrollamos en estas páginas e incluiremos algunas anotaciones con respecto a la teoría de los test; a continuación, describiremos el proceso metodológico y el análisis propiamente dicho de las pruebas de PISA en el área de Ciencias.

## Marco general de la investigación

El propósito general del Proyecto I+D en el que se inserta nuestra investigación es intentar identificar en los estudiantes el grado de adquisición de las competencias de

aprendizaje de segundo orden dentro de los propósitos y principios que orientan toda evaluación diagnóstica y formativa.

Teniendo en cuenta lo anterior, el grupo de investigación HUM-311, de la mano de su director, ha tratado de comprender y delimitar la complejidad de competencias y procesos incluidos en los aprendizajes de segundo orden denominados «aprender cómo aprender» (Hargreaves, 2005) y ha intentado establecer un marco operativo que identifique los componentes básicos de esta familia de competencias de segundo orden en los escenarios escolares.

Los aprendizajes de orden superior o las competencias de «aprender cómo aprender» se conciben en nuestra investigación como constructos complejos que incluyen factores cognitivos y afectivos inseparables, que suponen un propósito de autorregulación del proceso de aprender y una decidida tendencia a comprender los procesos en sus contextos para facilitar la actuación competente del sujeto en su entorno, en función del propio proyecto personal, social o profesional. Por tanto, la evaluación de los aprendizajes de segundo orden –o las competencias de «aprender cómo aprender»– requiere la atención simultánea tanto a los factores cognitivos de orden superior como a los factores afectivos o de motivación que impulsan y estimulan los movimientos de los aprendices (Pérez Gómez, 2007, 2008).

En consonancia con esto, la evaluación externa de los rendimientos educativos, basada en test estandarizados –de la que forma parte PISA–, ha ido evolucionando desde la medición de aspectos puramente cognitivos a la intención de medir competencias complejas en contextos auténticos. Los test estandarizados centrados en lo cognitivo, a pesar de estar ligados a poderosos sistemas de incentivos, se habían mostrado insuficientes para cambiar las prácticas educativas. Como consecuencia, la evaluación externa ha ido evolucionando con el propósito de proporcionar información más útil para que los docentes puedan utilizarla cuando analicen sus prácticas, así como con el de informar a la sociedad y a la Administración educativa. Pero esta evolución es lenta y refleja las contradicciones que surgen al intentar medir competencias complejas en situaciones auténticas con pruebas estandarizadas de lápiz y papel (Cumming y Wyatt-Smith, 2009; Serván, 2011).

Con este marco de partida, el grupo de investigación ha analizado los programas más reconocidos de evaluación diagnóstica de desarrollo de competencias –uno de los cuales es PISA–, para comprobar su adecuación teórica y práctica a las exigencias delimitadas en el marco operativo propuesto, como veremos más adelante. Además, en este análisis, el equipo trata de identificar las fortalezas y debilidades de los programas de evaluación analizados y, mediante tres estudios de caso, tiene la voluntad de

proponer alternativas; por ejemplo, el uso del portafolio como estrategia apropiada para evaluar el desarrollo de la familia de competencias implicadas en los procesos de aprender cómo aprender.

En este artículo, nos centraremos en el análisis de las pruebas PISA. Para comprender el proceso metodológico seguido, debemos indicar previamente que, para el análisis, el equipo de investigación en su conjunto decidió organizarse en tres grupos diferenciados, a los que denominaremos comisiones. La constitución de estas comisiones responde a la necesidad de manejar los análisis de cada una de las áreas de evaluación abordadas. Este artículo corresponde al área de Ciencias.

## Descripción del proceso metodológico de la comisión de Ciencias

La comisión de Ciencias está compuesta por cinco investigadores del grupo HUM-311, del área de Didáctica y Organización Escolar: cuatro doctores en Ciencias de la Educación y un licenciado en Pedagogía. Además, cuenta con un investigador doctor experto en Didáctica de las Ciencias, con amplia trayectoria en este campo, como avalan sus innumerables publicaciones sobre dicha materia.

La investigación de las pruebas de PISA en el área de Ciencias se inició en el año 2008 con un estudio preliminar de los diferentes marcos teóricos relacionados tanto con los informes de PISA como con investigaciones relevantes sobre el ámbito de las competencias educativas y el constructo de «aprender cómo aprender» (Hargreaves, 2005).

Una vez analizados estos marcos teóricos, el grupo de Ciencias decidió analizar las pruebas de PISA en dicha área. El acceso a todas las pruebas constituyó una dificultad añadida al proceso metodológico, puesto que tan solo pudieron analizarse las pruebas que ya habían sido liberadas en las publicaciones que se especifican a continuación: Informe Español de PISA 2006 (cuatro unidades), Marco de la Evaluación de PISA 2006 (16 unidades) e ítems liberados de PISA 2000 y 2003 (13 unidades).

Para el análisis de estas pruebas, diseñamos una ficha en formato web (Figura 1), para que cada investigador pudiera analizar los ítems de las diferentes pruebas PISA y volcarlos a una base de datos común para tratarlos con SPSS. Estos análisis ocuparon todo el año 2009. Además, los resultados se sometían a una discusión continua para llegar a su triangulación. Por otra parte, para validar los hallazgos, los resultados se

contrastaron con el investigador-experto en Didáctica de las Ciencias, lo que tuvo lugar tanto mediante reuniones presenciales mantenidas para tal efecto como a través de una plataforma virtual, basada en el sistema Moodle. De esta triangulación, el equipo de investigación, gracias a la guía de su director (el profesor don Ángel I. Pérez Gómez), decidió emplear en sus análisis una taxonomía de capacidades similar a la propuesta por Hopmann, Brinek y Retzl (2007), como veremos detenidamente en el epígrafe «Análisis de capacidades».

Analizadas todas las pruebas y extraídos los datos estadísticos, así como las particularidades que cada investigador observó (lo que llamamos ‘incidentes críticos’), y para redundar en y validar los resultados obtenidos, las diferentes pruebas se volvieron a someter a análisis. Cada capacidad establecida a priori se valoró de nuevo en función, primero, de su presencia en la prueba y después de su peso en ella. Así, se estableció una gradación de 1 a 3 para indicar qué capacidades aparecen como dominantes y cuáles son más secundarias. Al tiempo, se intentaron establecer los paralelismos existentes entre estas y las capacidades definidas por PISA. Como último paso, todos los frutos de la investigación, conclusiones y resultados se plasmaron en un completo informe sectorial del área de Ciencias.

FIGURA I. Ficha base de análisis

**Análisis Pruebas:**

1. Título:
2. N.º de pregunta:
3. Año:
  - Área:
  - Tema:
  - Proceso:
  - Competencia requerida:
4. Pautas de corrección (respuesta única o cuadro plantean diversos niveles de respuesta):
  - Tipo de respuesta:
  - N.º de opciones: Máxima puntuación ( ), puntuación parcial ( ), ninguna puntuación ( ).
5. Capacidades (respuesta con calificación máxima):

CAPACIDADES					
Reproducción	Aplicación	Comprensión Reflexión	Transferencia	Heurística	Comunicación Argumentación

**NIVELES**

6. Observaciones:

## Sobre la competencia científica

Otro nivel de discusión tuvo que ver con la validez de las pruebas de PISA para evaluar competencias y, en todo caso, sobre qué es lo que realmente evalúa.

Para su discusión, debemos comenzar por recordar que la noción de competencia no es unívoca. Heredada de la Formación Profesional y de las exigencias del mundo empresarial, una persona es competente para un trabajo determinado cuando tiene capacidad para hacerlo de forma adecuada y creativa (Cockenill, 1989). En el ámbito de la enseñanza en el mundo anglosajón, este concepto ha seguido utilizándose desde hace decenios en movimientos de reforma escolar más ajustados a las demandas del mercado. En este ámbito, eran los empresarios y los empleadores en general quienes establecían las cualidades que perfilan un aprendizaje competente (Mirabile, 1998).

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) adoptó, en los años noventa, esta idea y se propuso impulsar en el ámbito internacional un cambio de rumbo en los sistemas educativos de los países miembros, para que enfocaran la enseñanza para lograr aprendizajes más competentes, con la convicción de que ello redundaría en un mayor desarrollo económico en estos países. Así, se identificaba claramente aprendizaje competente con aumento de la competitividad (OECD, 1997). La famosa escalera del conocimiento de North (1998), en la que se representaba la idea de que el papel del sistema educativo consiste en enseñar a los estudiantes a procesar la información para adquirir conocimientos y aprender destrezas, refleja esta idea claramente. Pero además, añade el autor, el conocimiento adoptado debería ponerse en un contexto y aplicarse de modo que se adquieran competencias personales y grupales, y con ello se alcance la *competitividad*.

En pleno debate sobre la noción de competencia en la OCDE, Weinert (2001) ya aportaba una visión compleja al respecto, pues consideraba que esta noción hacía referencia a la combinación de destrezas cognitivas, de motivación, morales y sociales, que subyacen en el dominio o maestría y que una persona era susceptible de asimilar, mediante la comprensión y la realización apropiada de una serie de demandas, tareas, problemas y metas.

Tras el largo debate sobre este concepto en el seno de la OCDE (Definition and Selection of Key Competencies: DESECo), Rychen y Salganik (2001) concluyeron que la competencia es una aproximación funcional frente a demandas y tareas, en las que se requieren no solo conocimientos y destrezas, sino también estrategias y rutinas necesarias para aplicar tales conocimientos y destrezas, así como emociones

y actitudes apropiadas y un manejo efectivo de todos los componentes. Algo más adelante, Rychen y Tiana (2004) volvían a resaltar esta concepción de DeSeCo al definir la competencia como «un concepto holístico que integra la existencia de demandas externas, los atributos personales (incluida la ética y los valores) así como el contexto». Es decir, se entiende que las competencias son sistemas complejos de pensamiento y actuación, que suponen la combinación de conocimientos, habilidades, actitudes, valores y emociones (Pérez Gómez, 2007, 2008).

De este modo, la noción de competencia conlleva componentes cognitivos pero también de motivación, éticos, sociales y conductuales. Combina rasgos estables, resultados de aprendizajes, sistemas de creencias y valores, y otras características psicológicas. Desde este punto de vista, las destrezas básicas de lectura, escritura y cálculo son componentes críticos de numerosas competencias. Mientras que el concepto de competencia se refiere a la habilidad de enfrentarse a demandas de alto grado de complejidad e implica sistemas de acción complejos; el término conocimiento se aplica a hechos o ideas adquiridas mediante estudio, investigación, observación o experiencia, y se refiere a un cuerpo de información que es comprendido. Con el término destreza se designa la habilidad de usar el conocimiento propio en tareas relativamente fáciles de desempeñar. Se reconoce que la línea entre competencia y destreza es algo borrosa, pero la diferencia conceptual entre estos términos es real.

Contradictoriamente, cuando se elaboró el PISA, se abandonó esta concepción holística y se adoptó un enfoque analítico, que atomiza la competencia en tantas partes como materias académicas de niveles no universitarios hay, y que presta más atención a una de estas materias en cada trienio: primero la competencia lectora (OCDE, 2002a), luego la matemática (OCDE, 2004) y finalmente la científica (OCDE, 2006). Cada competencia parcial se definía por un conjunto de capacidades que eran el objeto preciso de evaluación. Seguramente, este enfoque analítico sea más operativo para realizar una tarea tan ardua como una evaluación internacional, en tanto que da más garantías de que se aplique y se corrija de modo objetivo, pero decididamente no evalúa la competencia como tal, sino meramente capacidades, como mostramos en esta investigación (Figura II).

FIGURA II. Proceso de atomización de la competencia en capacidades para su evaluación por PISA

Competencia general								
Competencia lectora			Competencia matemática			Competencia científica		
Capacidad 1	Capacidad 2	Conocimiento	Capacidad 1	Capacidad 2	Conocimiento	Capacidad 1	Capacidad 2	Conocimiento

En el caso particular que nos ocupa, la competencia científica fue definida por PISA (OCDE, 2006) como:

La capacidad de emplear el conocimiento científico para identificar problemas, 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.

Para el programa PISA, la competencia científica implica tanto la comprensión de conceptos científicos como la capacidad de aplicar una perspectiva científica y de pensar basándose en pruebas científicas.

Se debe destacar que en el área de Ciencias, PISA muestra una aparente evolución en su fundamentación teórica desde el año 2000, cuando hablaba de «formación científica», sin alusión al concepto de competencia (OCDE, 2002). Posteriormente, tras el informe de DESECO (2002), en PISA 2003 se empieza a abordar la noción de competencia científica, aunque en los mismos términos que en el año 2000, es decir, como un sumatorio de conocimientos, procesos y situaciones o contextos (personal, público y global) (OCDE, 2004). Finalmente, en 2006, año en que se incorpora la evaluación en el área de Ciencias, se introduce el concepto de competencia científica aplicado a un individuo concreto, pero manteniendo el objetivo de evaluar el «conocimiento» (conceptos) y la «aplicación del mismo» a una situación o contexto (capacidades), añadiendo como única novedad, la «disposición» (actitud) de los alumnos hacia las pruebas y el conocimiento científico (OCDE, 2006).

Si se acepta la concepción holística de competencia, no es el dominio de una capacidad sola el que hace competente al aprendiz, sino el dominio de todas, aplicadas de manera global para resolver problemas de la vida real, máxime cuando algunas de ellas (por ejemplo, la competencia lectora y la matemática) son claramente transversales. En el caso específico de la competencia científica, es evidente que PISA evalúa las tres capacidades en que se descompone de forma independiente y no elabora ninguna prueba que demande su aplicación combinada o global, por lo que ponemos en duda que esta prueba evalúe realmente tal competencia. Otro nivel de discusión se plantea en relación con el contexto, ya que la adquisición de una competencia en el contexto académico no asegura que se domine o aplique en un contexto no académico, en la vida real del aprendiz, que es donde realmente se fraguan las competencias de valor para el mercado de trabajo y la actividad humana en general.

En suma, para evaluar la competencia sería preciso diseñar pruebas que integran todas las competencias específicas de las áreas y que, dentro de cada área, integran todas las capacidades en las que se basan, sin olvidar el componente actitudinal, normalmente ausente en estas pruebas. PISA ha optado por un diseño más analítico en su afán de facilitar una mayor fiabilidad estadística de la corrección. De este modo, no extraña que durante la aplicación de pruebas diseñadas al estilo de PISA, se advierta que en muchas de las dirigidas a la evaluación de la competencia científica se obtienen bajos resultados debido a una baja competencia lectora (por ejemplo, no se comprende el enunciado) o por una baja competencia matemática (por ejemplo, no se sabe interpretar un gráfico) o, simplemente, porque el aprendiz muestra actitudes negativas hacia la prueba o su contenido. Sin embargo, los criterios de corrección no parecen registrar estas incidencias, por lo que se pierde la oportunidad de realizar un diagnóstico más global y cercano a la realidad.

## **Análisis de capacidades**

Debe recordarse aquí que PISA trata de evaluar las competencias científicas a través del dominio de los procedimientos científicos que están en la base de las preguntas, de la comprensión de las capacidades que están presentes en su resolución y de la valoración de las actitudes que presentan los alumnos hacia la ciencia actual. Así, PISA evalúa el conocimiento científico a través de tres dimensiones: a) los procesos o destrezas

científicas; b) los conceptos y contenidos científicos; y c) el contexto en que se aplica el conocimiento científico. Por otra parte, PISA identifica cinco procesos científicos: reconocer cuestiones científicamente investigables; identificar las evidencias necesarias en una investigación científica; extraer o evaluar conclusiones; comunicar conclusiones válidas; demostrar la comprensión de conceptos científicos en determinadas situaciones. 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 (OCDE, 2006) (Cuadro I).

CUADRO I. Tipos de capacidades en la competencia científica

<b>Identificar cuestiones científicas</b>	Reconocer cuestiones susceptibles de ser investigadas científicamente
	Identificar términos clave para la búsqueda de información científica
	Reconocer los rasgos clave de la investigación científica
<b>Explicar fenómenos científicos</b>	Aplicar el conocimiento de la ciencia a una situación determinada
	Describir o interpretar fenómenos científicamente y predecir cambios
	Identificar las descripciones, explicaciones y predicciones apropiadas
<b>Utilizar pruebas científicas</b>	Interpretar pruebas científicas y elaborar y comunicar conclusiones
	Identificar los supuestos, las pruebas y los razonamientos que subyacen a las conclusiones
	Reflexionar sobre las implicaciones sociales de los avances científicos y tecnológicos

Fuente: elaboración propia a partir de OCDE, 2006.

Con independencia de estas tres capacidades, que PISA desglosa como partes de lo que denomina competencia científica, hemos realizado un análisis de las pruebas utilizando una escala de capacidades científicas basadas en la propuesta de Hopmann et ál. (2007), como ya indicábamos brevemente en el apartado de descripción metodológica (Cuadro II).

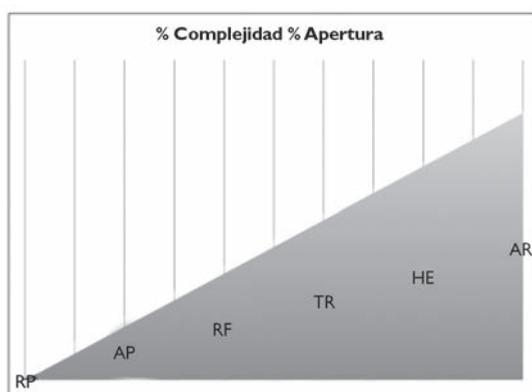
CUADRO II. Capacidades registradas en las pruebas liberadas de PISA (2000-06)

Orden	Capacidad		Significado
1	Reproducción	RP	Supone repetir de forma mecánica y memorística los conocimientos científicos
2	Aplicación	AP	Consiste en aplicar los conocimientos científicos aprendidos previamente a situaciones sencillas o conocidas

3	Reflexión	RF	Implica la comprensión del fenómeno científico y reflexionar sobre los conocimientos aprendidos en esta área
4	Transferencia	TR	Supone aplicar el conocimiento aprendido a nuevas situaciones, conectando ideas, conceptos o hechos científicos
5	Heurística	HE	Requiere el diseño de un plan o la descripción de los pasos que es necesario seguir para llegar a una solución
6	Argumentación	AR	Requiere razonar de forma argumentada para explicar el fenómeno científico que se trate, comunicando la conclusión científica a la que se llegue a través del lenguaje escrito

Fuente: elaboración propia.

FIGURA III. Jerarquía de capacidades analizadas en las pruebas PISA



Obsérvese que las tareas que requiere cada tipo de capacidad se presentan en orden creciente de complejidad. De este modo, el nivel más bajo está representado por la mera reproducción del conocimiento científico -que, aunque requiere una capacidad de memorización, no representa un tipo de aprendizaje de orden superior, ya que repetir un conocimiento declarativo no implica necesariamente su comprensión y menos aún su utilización para resolver problemas, sean académicos o de la vida cotidiana-. En el nivel más alto se sitúa la heurística. Con esta capacidad, el aprendiz muestra habilidad para planificar creativamente un procedimiento para averiguar o solucionar un problema, sea académico o de la vida cotidiana. Esta escala de capacidades según su complejidad también representa una escala de apertura intelectual, de divergencia y de creatividad, pues se pasa de planteamientos cerrados a planteamientos totalmente abiertos (Figura III).

Estas seis capacidades científicas grosso modo guardan cierta correspondencia con las tres capacidades definidas y evaluadas por PISA para el área de Ciencias (Cuadro

iii). Excluimos aquí las actitudes, puesto que no son un parámetro de capacidad en sentido estricto, aunque bien evaluadas podrían aportar bastante luz a los resultados en las capacidades, dada la estrecha relación entre lo cognitivo y lo afectivo.

CUADRO III. Equivalencia de capacidades PISA-HUM-311

Capacidades de PISA	Capacidades HUM-311
1. Identificación de cuestiones científicas	1. Comprensión/Reflexión
2. Explicación científica de fenómenos	2. Comunicación/Argumentación*
3. Utilización de pruebas científicas	3. Aplicación/Transferencia
4. Actitudes hacia la Ciencia	(-)
(-)	5. Heurística/Creación
(-)	6. Reproducción

(\*) Este apartado incluye la interpretación de gráficos y tablas.

Fuente: elaboración propia a partir de Hopmann et ál., 2007.

## Resultados y discusión. Capacidades que demanda PISA

A partir del análisis realizado sobre las capacidades que –según hemos deducido a partir de las preguntas liberadas de PISA (2000-06)- intenta evaluar este programa, obtuvimos los siguientes resultados para cada una de las seis capacidades definidas, con una gradación de puntuaciones desde el 0 al 3 (Tabla 1):

TABLA I. Resultados del análisis de pruebas PISA (% Puntuación máxima)

	RP	AP	RF	TR	HE	AR
<b>No presente</b>	67,73	34,31	1,96	49,02	72,55	54,90
<b>I</b>	12,75	28,31	12,75	12,75	1,96	4,90
<b>2</b>	3,92	12,75	26,47	17,65	2,94	9,80
<b>3</b>	0,00	17,65	56,86	1,96	7,84	17,65
<b>NR</b>	19,61	6,86	1,96	18,63	14,71	12,75
<b>Presente</b>	16,67	58,5	96,08	32,36	12,78	32,35

Siendo la referencia la puntuación máxima, los resultados que tomamos como elemento de análisis constituyen la diferencia entre el total de puntuaciones no presentes y el resto, lo que ofrece el porcentaje de presencia de cada capacidad en las pruebas analizadas.

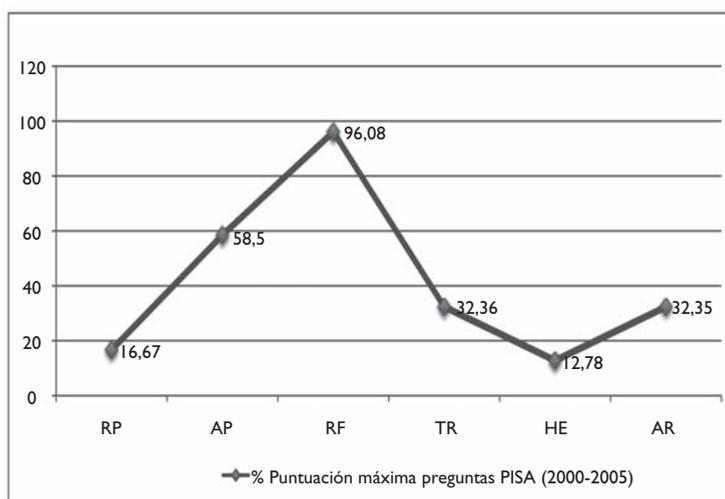
A partir del análisis de las pruebas realizado por el grupo de investigación (Gallardo, Fernández, Sepúlveda, Serván, Yus y Barquín, 2010), encontramos que la capacidad que se requiere en más ocasiones es la que hemos definido como reflexión o comprensión (un 96,08% del total de ítems). Esta implica el entendimiento del fenómeno científico en cuestión y la reflexión sobre los conocimientos científicos implicados. En este sentido, encontramos que, en la mayoría de los ítems, dicha capacidad no va más allá de la mera recuperación de información que aparece en el texto que, a modo de estímulo, se presenta al inicio del ítem; es decir, ni siquiera es necesario que el estudiante ponga en relación la información del texto con lo que ya sabe. Algunos ítems, no obstante, reclaman una reproducción de conocimientos científicos tal y como hemos definido esta capacidad, relacionada con la memorización mecánica. Concretamente, aparece tan solo en un 16,67% de los casos, lo cual puede tener que ver con la definición de competencia que se defiende desde el propio programa PISA, de acuerdo con la cual la reproducción queda claramente descartada en la valoración. Por otra parte, también encontramos que son frecuentes las preguntas de aplicación (58,5% de los ítems analizados), la cual va generalmente asociada a los contenidos que aparecen en la propia prueba. En este sentido, cabe afirmarse que las pruebas que hemos analizado, salvo en pocas ocasiones, se pueden responder de forma efectiva si se comprende la información que se aporta en la misma actividad y si se aplican los conocimientos que se suelen presentar en el propio ítem. En otras ocasiones, hay que aplicar esta comprensión en una situación nueva, es decir, se requiere transferencia del conocimiento, pero esta aparece tan solo en un 32,36% de los ítems analizados. Del mismo modo, encontramos que otra de las capacidades superiores definidas por el grupo de investigación, la heurística –es decir, la capacidad de diseñar estrategias para resolver la situación planteada–, aparece en un porcentaje muy bajo de las pruebas analizadas (12,78%).

Por otra parte, en las pruebas examinadas, no siempre se estimula la argumentación, más bien, parece que lo único que interesa es la respuesta aplicada por parte del estudiante, es decir el resultado final, y no tanto el proceso que lleva al alumno a dar una u otra respuesta. De hecho, aun cuando la argumentación se considera una de las capacidades más interesantes para la evaluación de competencias en sentido complejo, tan solo está presente en un 32,35% de los ítems analizados. Nuestro estudio evidencia que la argumentación es una de las capacidades centrales en la evaluación de la competencia científica, en tanto que es

la que pone de relieve el pensamiento complejo del estudiante. En las pruebas analizadas, cuando la argumentación está presente, suele implicar un nivel elevado de dificultad, pero solo se suele dar como válida una sola respuesta –que es la que obtiene mayor puntuación–, por lo que no se tienen en cuenta las relaciones que ha podido establecer el estudiante o las reflexiones que ha podido realizar. Las preguntas abiertas, en las que sí está presente la capacidad de argumentación, exigen que el estudiante esté habituado a razonar y a comunicar sus planteamientos; por tanto, se alejan del mero reconocimiento; además, implican que el estudiante sepa leer comprensivamente y expresarse correctamente por escrito; todo ello es de suma relevancia para una auténtica evaluación de competencias.

El Gráfico I nos muestra los resultados obtenidos de nuestro análisis de capacidades de las pruebas liberadas de PISA (2000-06).

GRÁFICO I. Modelo obtenido del análisis de capacidades



Este gráfico se obtiene llevando los datos de la Tabla I a un sistema de coordenadas en el que, en el eje de las abscisas, se sitúan las capacidades examinadas en las pruebas PISA, ordenadas por complejidad creciente. Para interpretar este gráfico, en los Gráficos II y III se muestra una representación ideal del que se obtendría con unas pruebas centradas en la evaluación del aprendizaje competencial (Gráfico III) y del que se originaría con unas pruebas centradas en la evaluación del aprendizaje culturalista (Gráfico II).

Estos gráficos representan los resultados esperables en sistemas de evaluación adaptados a dos modelos pedagógicos extremos por lo que se refiere a las capacidades evaluadas: el modelo *culturalista*, centrado en la reproducción del conocimiento científico -y por tanto, acorde con la escuela tradicional basada en aprendizajes académicos (Gráfico II)-, y el modelo *competencial*, centrado en la funcionalidad del aprendizaje científico -y por tanto, acorde con una escuela más moderna, basada en aprendizajes por competencias (Gráfico III)-.

GRÁFICO II. Modelo de aprendizaje culturalista

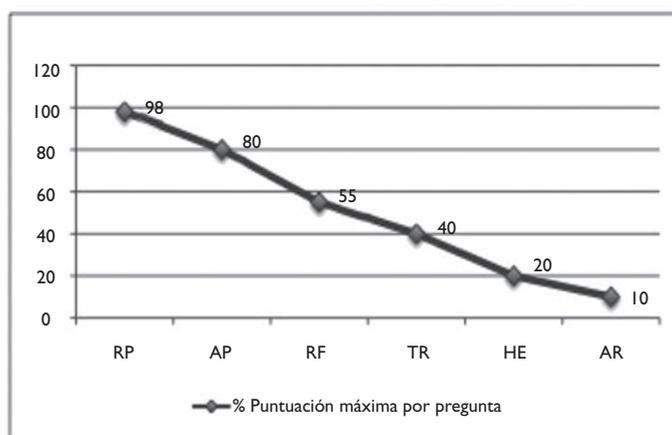
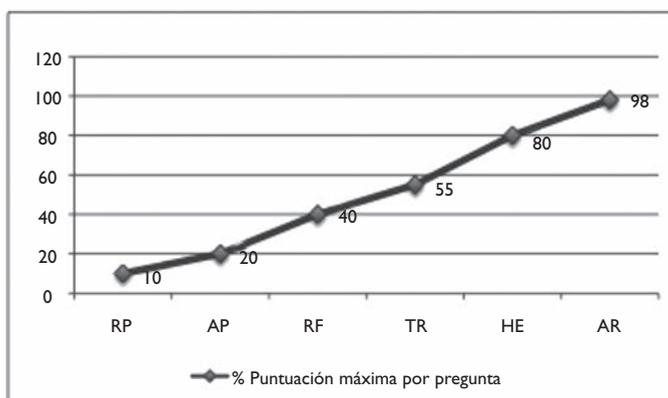


GRÁFICO III. Modelo de aprendizaje competencial



Del análisis de las preguntas de PISA (Gráfico I) se obtiene un modelo intermedio entre los dos extremos señalados, con un claro sesgo hacia las capacidades menos complejas, pues las tres primeras reúnen el 68,8% de las preguntas, mientras que las tres últimas, consideradas más complejas, reúnen el 31,2%. Lo relevante de este análisis es que, a nuestro juicio, de acuerdo con su marco teórico, PISA pretende evaluar una enseñanza que corresponda más con el modelo representado en el Gráfico III. Por eso, al menos a juzgar por las pruebas liberadas, tenemos nuestras dudas de que el programa evalúe de acuerdo con los objetivos y el modelo de competencia científica que maneja PISA en la teoría.

## Conclusiones

PISA pretende establecer un marco común, internacional, de evaluación del rendimiento de los estudiantes de 15 años, entendido este como nivel de competencia. Partiendo de esta premisa, PISA diseña unas pruebas para conocer qué capacidades tienen los estudiantes de analizar y resolver situaciones determinadas. Es decir, el enfoque de evaluación gira en torno a la valoración de los conocimientos, capacidades y actitudes que un estudiante debe activar para dar respuesta a un problema. Responder a esta demanda requiere aplicar el conocimiento a contextos diversos y que estos posibiliten la resolución, la comunicación y la adecuada expresión de la respuesta, esto es, que sean útiles. Con lo cual, solventar las situaciones cotidianas supera la mera memorización de conceptos y su reproducción y, por el contrario, exige que los alumnos hayan adquirido un aprendizaje relevante.

Sin embargo, en nuestro análisis, encontramos ciertas limitaciones en la evaluación de la competencia científica en los términos que define el propio programa PISA –como un «saber hacer complejo»–. En este sentido, consideramos que se debería potenciar una aproximación más holística e interdisciplinar a las competencias, pues encontramos una falta de correspondencia entre el concepto de competencia que plantea DESeCo (2002) y el que plantea PISA (OCDE, 2006), que tiende a atomizarla adoptando un enfoque analítico y a fragmentarla en disciplinas, capacidades, habilidades y destrezas según hemos analizado. De esta manera, se aleja de la concepción holística original y obvia los componentes de motivación, sociales y éticos, para evaluar únicamente capacidades que, al ser valoradas individualmente, parecen no mostrar realmente el grado de adquisición de competencias en la escuela. PISA evalúa la competencia científica a partir de las tres capacidades en que se descompone de forma independiente y parece prestar escasa

atención a la aplicación combinada o global de estas. Por estos motivos, dudamos de la viabilidad de la prueba para evaluar la competencia científica.

Así pues, consideramos que PISA parece alejarse de las capacidades de orden superior –como son la transferencia, la heurística y la argumentación– y demanda con mayor frecuencia capacidades científicas de baja complejidad –aplicación, reflexión–, aunque con escasa presencia de la mera reproducción (Hopmann et ál., 2007).

Por otra parte, consideramos que se debería aprovechar todo el potencial crítico de las preguntas. Hemos encontrado que un artificio llamativo de las pruebas de PISA parece ser la restricción de los problemas a contextos puramente académicos, con escasa o nula conexión con los temas transversales y de la vida real. Entendemos que la adquisición de una competencia en el contexto académico no asegura que el aprendiz la domine o aplique en un contexto de la vida real. Es cierto que algunas actividades plantean cuestiones de salud y medio ambiente, pero no parecen profundizar en ellas, no plantean preguntas que revelen en profundidad la actitud del alumno, ni suscitan reflexiones o dilemas éticos ligados a la actividad científica.

Puede que el hecho de que las pruebas deban ser sometidas al análisis estadístico, así como su formato de papel y lápiz, esté en la base de esta desconexión (Pérez Gómez y Soto Gómez, 2011). Aunque entendemos que a la hora de realizar una evaluación internacional esta opción puede facilitar la ardua tarea de aplicación y corrección, consideramos que no permite evaluar la competencia en los términos anteriormente señalados. Tal como hemos indicado en el apartado sobre el marco general de la investigación, creemos que la utilización del portafolios puede ser un interesante instrumento de evaluación de aprendizajes relevantes, es decir, de los conocimientos, las habilidades, las actitudes y los valores que un individuo requiere para solventar una situación concreta, tomando conciencia de forma activa y reflexiva del problema presentado y adoptando estrategias de forma consciente para su resolución (Pérez Gómez, 2007). Esta herramienta permite indagar en las interpretaciones que realizan los estudiantes de los contextos, del cuestionamiento al que se someten para responder de forma ajustada y de los argumentos utilizados para plantear una solución. Somos conscientes de que este tipo de evaluación requiere invertir más tiempo y es más costosa desde el punto de vista económico, pero proporciona una mayor información sobre las competencias adquiridas por los alumnos.

A modo de conclusión final, cabría plantearse para futuras investigaciones si este modelo de evaluación de competencias que plantea PISA (mediante pruebas estandarizadas) es el más adecuado para las finalidades que se proponen desde el propio programa de evaluación. Consideramos, a la luz de nuestra investigación, que se precisan otros modelos

más acordes para la evaluación de competencias educativas en sentido holístico. De acuerdo con ello, ponemos en duda que la solución de la evaluación de competencias esté en el perfeccionamiento de la prueba PISA o del modelo elegido para tal efecto.

## Referencias bibliográficas

- Cockenill, T. (1989). The Kind of Competence for Rapid Change. *Personnel Management*, September, 52-56.
- Cumming, J. J. y Wyatt-Smith, C. M. (2009). Framing Assessment Today for the Future: Issues and Challenges. En *Educational Assessment in the 21<sup>st</sup> Century*. New York: Springer.
- Gallardo, M., Fernández, M., Sepúlveda, M. P., Serván, M. J., Yus, R. y Barquín, J. (2010). PISA y la competencia científica. Un análisis de las pruebas de PISA en el área de Ciencias. *RELIEVE*, 16(2). Recuperado de [http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2\\_6.htm](http://www.uv.es/RELIEVE/v16n2/RELIEVEv16n2_6.htm)
- Gil Pérez, D. y Vílchez, 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*, número extraordinario, 295-331.
- Hargreaves, D. H. (2005). *Personalising Learning 3: Learning to Learn & the New Technologies*. London: Specialist Schools Trust.
- Hernández, F. (2006). El informe PISA: una oportunidad para replantear el sentido del aprender en la escuela secundaria. *Revista de Educación*, número extraordinario, 357-379.
- Hopmann, S. T., Brinek, G. y Retzl, M. (Eds.). (2007). PISA zufolge PISA - PISA According to PISA. Hält PISA, was es verspricht? Does PISA Keep What It Promises? *Reihe Schulpädagogik und Pädagogische Psychologie*, 6. Germany: Wien Lit-Verlag.
- Levy, F. y Murnane, R. J. (1999). *Are There Key Competencies Critical to Economic Success? An Economics Perspective, DeSeCo Expert Report*. Neuchâtel: Swiss Federal Statistical Office.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado (España)*, 4 de mayo de 2006, 17158-17207.
- Mirabile, R. J. (1998). Leadership Competency Development. *Management Development Forum*, 1 (2).

- North, K. (1998). *Wissenorientierte Unternehmensführung*. Wiesbaden: Gabler Westschöpfung durch Wissen.
- OCDE (2002a). *Conocimientos y aptitudes para la vida. Primeros resultados del PISA 2000 de la OCDE*. Madrid: Santillana; MEC.
- (2002b). *La definición y selección de competencias clave (DeSeCo). Resumen ejecutivo*. Recuperado de <http://www.OECD.org/edu/statistics/desecco>
- (2004). *Marcos teóricos de PISA 2003. Conocimientos y destrezas en Matemáticas, Lectura, Ciencias y Solución de problemas*. Madrid: Santillana; MEC.
- (2006). *PISA 2006. Marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en Ciencias, Matemáticas y Lectura*. Madrid: Santillana; MEC.
- OECD y Human Resources Development Canada (1997). *Literacy Skills for the Knowledge Society. Further Results from the International Adult Literacy Survey*. Paris: OECD; Human Resources Development Canada.
- Oñorbe, A. (2008). Las pruebas de evaluación en Ciencias del proyecto PISA. *Alambique*, 57, 41-52.
- Pérez Gómez, Á. I. (2007). La naturaleza de las competencias básicas y sus aplicaciones pedagógicas. *Cuadernos de Educación de Cantabria*. Santander: Gobierno de Cantabria, Consejería de Educación.
- (2008). ¿Competencias o pensamiento práctico? La construcción de los significados de representación y acción. En J. Gimeno (Comp.), *Educar por competencias, ¿qué hay de nuevo?* Madrid: Morata.
- y Soto Gómez, E. (2011). Luces y sombras de PISA. Evaluación de capacidades de razonamiento sobre problemas cotidianos. *Revista Cultura y Educación*.
- Rychen, D. S. y Salganik, L. H. (2001). *Defining and Selecting Key Competencies*. Seattle: Hogrefe & Huber.
- Rychen, D. S. y Tiana, A. (2004). *Developing Key Competencies in Education: some Lessons from International Experience*. Paris: Unesco.
- Serván Núñez, M. J. (Coord.). (2011). La evaluación externa de los aprendizajes escolares. *Revista Cultura y Educación*.
- Weinert, F. E. (2001). Concept of Competence: A Conceptual Definition. En D. S. Rychen y L. H. Salganik (Eds.), *Defining and Selecting Key Competencies*. Seattle: Hogrefe & Huber.

**Dirección de contacto:** Manuel Fernández Navas. Universidad de Málaga. Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Escolar. Grupo de Investigación HUM-311. Campus de Teatinos s/n; 29071 Málaga, España. E-mail: [mfernandez1@uma.es](mailto:mfernandez1@uma.es)