

revista de **e**EDUCACIÓN

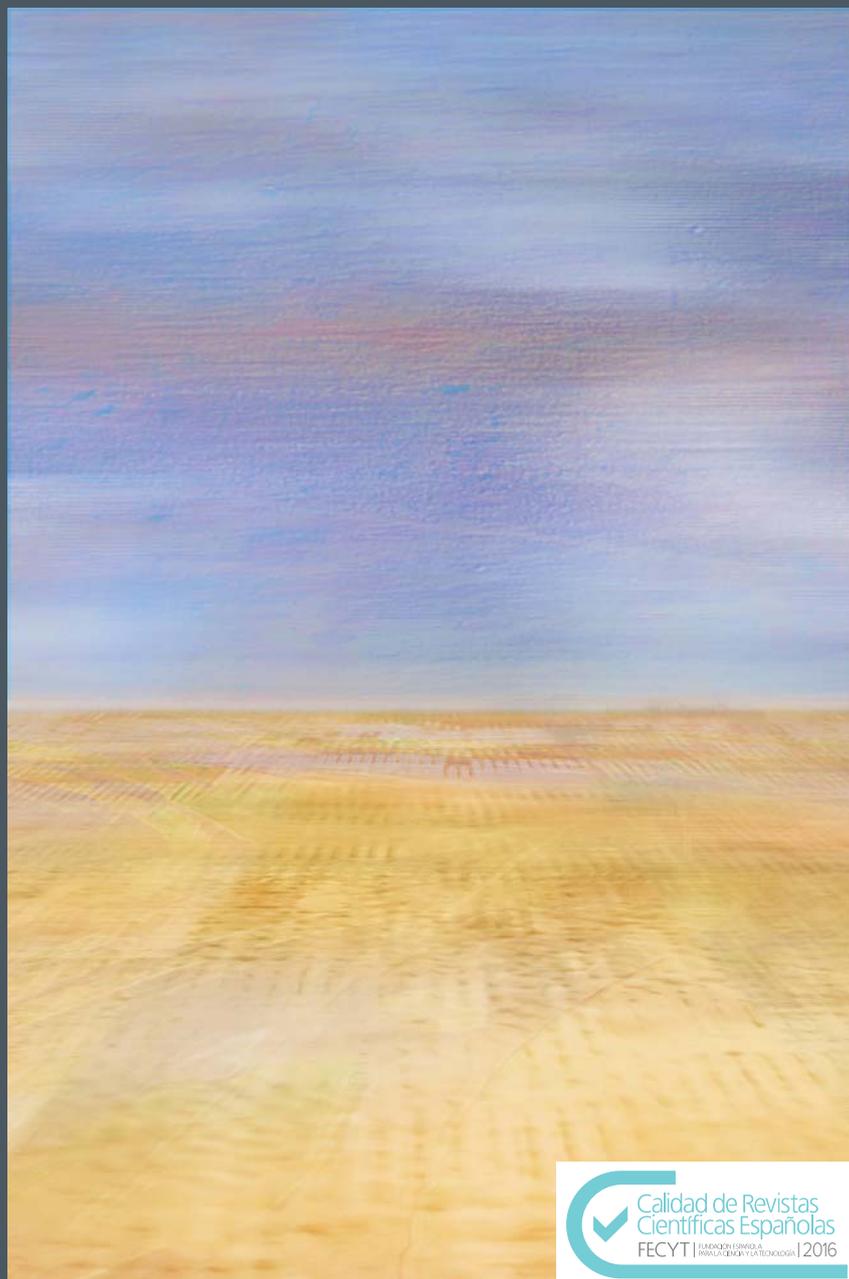
Nº 380 ABRIL-JUNIO 2018



**El conocimiento epistémico en la evaluación de la
competencia científica en PISA 2015**

**The epistemic knowledge of scientific competence in the
evaluation PISA 2015**

Ángel Vázquez-Alonso
María Antonia Manassero Mas



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE EDUCACIÓN, CULTURA
Y DEPORTE



El conocimiento epistémico en la evaluación de la competencia científica en PISA 2015¹

The epistemic knowledge of scientific competence in the evaluation PISA 2015

DOI: 10.4438/1988-592X-RE-2017-380-374

Ángel Vázquez-Alonso
María Antonia Manassero Mas

Universidad de las Islas Baleares

Resumen

La investigación didáctica en la enseñanza de la ciencia ha desarrollado una fructífera línea sobre contenidos de epistemología, sociología e historia de la ciencia (brevemente, naturaleza del conocimiento científico o naturaleza de la ciencia), porque se consideran hoy un componente esencial de la alfabetización científica y tecnológica de un ciudadano medio. Como novedad, PISA 2015 pregunta a los estudiantes sus opiniones acerca de la naturaleza y la validez del conocimiento científico bajo la etiqueta de conocimiento epistémico que constituye el objetivo de este estudio. Tres creencias básicas conforman el marco teórico de PISA 2015 para el conocimiento epistémico: el reconocimiento que el conocimiento científico cambia, la apreciación de que las evidencias empíricas son la base del conocimiento y la valoración del pensamiento crítico como medio para validar ideas y conocimientos. Desde este marco, PISA 2015 construye varios índices para caracterizar el conocimiento epistémico y desarrollar los análisis sobre las creencias de los estudiantes. Los estudiantes están muy mayoritariamente de acuerdo con las dos primeras creencias: el conocimiento científico cambia y la experimentación es muy importante para validar el conocimiento científico. El resultado más interesante es que, en todos los países, el aumento del índice de

⁽¹⁾ Proyecto EDU2015-64642-R (AEI/FEDER, UE) financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER).

conocimiento epistémico se asocia positiva y sistemáticamente con un aumento de la puntuación media del rendimiento de ciencias. La instrucción dirigida por el profesor, el buen equipamiento en material y personal del departamento de ciencias, la instrucción basada en la investigación y la instrucción adaptativa se relacionan positivamente con creencias más fuertes de conocimiento epistémico, mientras la cualificación del profesorado parece no tener influencia. Finalmente, se discuten los principales hallazgos del estudio, las limitaciones metodológicas de las seis frases epistémicas del cuestionario de los estudiantes y el impacto de la enseñanza basada en investigación.

Palabras clave: alfabetización científica y tecnológica, naturaleza de la ciencia, conocimiento epistémico, conocimiento procedimental, evaluación en ciencias, PISA 2015, métodos de enseñanza, enseñanza basada en investigación, formación del profesorado, dotación de la educación.

Abstract

Science education research has developed a fruitful line on epistemology, sociology and the history of science contents (in short, nature of scientific knowledge or nature of science), because these contents are currently considered an essential component of scientific and technological literacy for average citizens. As a novelty, under the label of epistemic knowledge, PISA 2015 asks for students' opinions about the nature and validity of scientific knowledge that constitutes the aim of this study. Three basic beliefs make up the theoretical framework of PISA 2015 for the epistemic knowledge: the recognition that scientific knowledge changes, the appreciation that empirical evidence is the basis of knowledge and the assessment of critical thinking as a tool to validate ideas and knowledge. From this framework, PISA 2015 constructs several indices to characterize epistemic knowledge and develop analysis of students' beliefs. Students mostly agree with the first two beliefs: scientific knowledge changes and experimentation is very important to validate scientific knowledge. The most interesting result shows that, in all countries, the increase in the index of epistemic knowledge is positively and systematically associated with the increase of PISA science achievement average score. In addition, teacher-led instruction, material and personnel good equipment in science department, research-based instruction and adaptive instruction are positively related to stronger beliefs of epistemic knowledge, while teacher qualification seems to have no influence. Finally, the main findings of the study, the methodological limitations of the six epistemic phrases in the student questionnaire, and the impact of research-based teaching are discussed.

Key words: Scientific and technological literacy, nature of science, epistemic knowledge, procedural knowledge, science evaluation, PISA 2015, teaching methods, inquiry based teaching, teacher qualification, science department resources.

Introducción

Hace lustros que los contenidos acerca de la epistemología, sociología e historia de la ciencia (o conocimientos sobre la naturaleza del conocimiento científico) constituyen una fructífera línea de investigación de la didáctica de las ciencias, ya que se consideran un componente esencial de la alfabetización científica y tecnológica (McComas, 1998; Vázquez & Manassero, 2012). PISA 2015 ha enfatizado estos contenidos como parte de la evaluación de la alfabetización científica bajo la denominación de conocimiento epistémico (CE) y el objeto de este estudio es analizar los resultados de esta novedosa inclusión (OECD, 2016a).

La naturaleza de la ciencia es la denominación empleada para designar los contenidos interdisciplinarios acerca de qué es la ciencia y cómo funciona la ciencia en el mundo actual para justificar el conocimiento que produce, que reflejan el nivel meta-cognitivo del pensamiento y los procesos científicos. El rasgo más transversal a diferentes disciplinas científicas es, tal vez, la provisionalidad del conocimiento, es decir, su constante apertura a revisión y cambio continuos; otros rasgos generales son la base en pruebas empíricas y el uso de una variedad de métodos para proponer teorías, leyes y modelos explicativos de los fenómenos naturales, la naturaleza humana de la empresa científica y el presupuesto de orden y consistencia en los sistemas naturales (Vázquez & Manassero, 2012; McComas, 1998; Matthews, 2014). El marco teórico PISA 2015 para evaluar la alfabetización científica es el resultado de la evolución del marco previo, desarrollado para la evaluación de 2006. La alfabetización científica es todo aquello que los estudiantes de 15 años deberían conocer, valorar y ser capaces de hacer como “preparación para la vida” en sociedad. Las destrezas propias de la investigación científica son centrales, como capacidades y disposiciones básicas para participar en un discurso razonado sobre la ciencia y la tecnología (CyT) y tomar decisiones de la vida diaria. La capacidad de los estudiantes para hacer uso de estas destrezas depende de su conocimiento científico, sus actitudes positivas hacia las cuestiones científicas y la voluntad de involucrarse con temas relacionados con CyT.

Según PISA la alfabetización científica se define por las tres competencias siguientes:

- explicar los fenómenos científicamente (reconocer, ofrecer y evaluar las explicaciones de una gama de fenómenos naturales y tecnológicos),

- evaluar y diseñar la investigación científica (describir y evaluar las investigaciones científicas y proponer maneras de abordar las cuestiones científicamente), e
- interpretar datos y pruebas científicamente (analizar y evaluar los datos, las afirmaciones y los argumentos y sacar las conclusiones científicas apropiadas).

La alfabetización científica en PISA 2015 abarca no sólo el conocimiento del mundo natural y de los artefactos tecnológicos (conocimiento de contenidos), sino también el conocimiento y la comprensión acerca de cómo tales ideas son producidas por los científicos (conocimiento procedimental y epistémico) (OECD, 2016b). Los conocimientos científicos requeridos para el desarrollo de las competencias tienen tres componentes:

- Una comprensión de los principales hechos, conceptos y teorías explicativas que forman la base del conocimiento científico y que incluyen tanto el mundo natural como los artefactos tecnológicos (conocimiento de contenidos),
- el conocimiento de los procesos esenciales de la investigación científica para la producción y derivación de las ideas del conocimiento científico, que sustentan la recolección, el análisis y la interpretación de los datos científicos (conocimiento procedimental), y
- la comprensión de las razones subyacentes y las justificaciones de esos procedimientos y su uso para obtener datos válidos y confiables (conocimiento epistémico).

Los estudiantes deben usar estas competencias en contextos específicos, personales, locales / nacionales y mundiales, tanto actuales como históricos, y ello demanda cierta comprensión y actitudes hacia la CyT. Las actitudes comprenden disposiciones positivas y valoración de la investigación científica, junto con la percepción y conciencia sobre cuestiones ambientales. La capacidad de los estudiantes para aplicar sus competencias a contextos específicos está influenciada por sus actitudes, por su conocimiento de las ideas científicas y de cómo se producen y justifican (CE).

La principal novedad en el marco PISA 2015 es que el concepto general de “conocimiento sobre la ciencia” (2006) ha sido dividido en dos componentes: conocimiento procedimental y conocimiento epistémico

(CE). Precisamente, este estudio pretende presentar los hallazgos de PISA 2015 sobre este último (CE) como objetivo central.

El conocimiento procedimental se refiere a los procesos que implican variables dependientes e independientes, distinción entre diferentes tipos de medidas (cualitativa y cuantitativa, categórica y continua), formas de evaluar y minimizar la incertidumbre (repetir medidas y observaciones), estrategias de control de variables y su papel en el diseño experimental, comunicación y presentación de resultados y los diferentes grados de certeza (dependiendo de la naturaleza y cantidad de la evidencia empírica).

El CE se refiere a la comprensión de la naturaleza del conocimiento en la ciencia, y refleja la capacidad de los estudiantes para pensar y participar en un discurso razonado, semejante a los científicos. La epistemología es la teoría de la naturaleza, organización, justificaciones y fuentes del conocimiento humano; en otras palabras, la teoría sobre cómo se adquiere el conocimiento y cómo las personas saben que es válido (BonJour, 2002; Hofer y Pintrich, 1997). El CE es necesario para comprender la diferencia entre observaciones, hechos, hipótesis, explicaciones, modelos y teorías, pero también por qué ciertos procedimientos, como los experimentos, son esenciales para validar el conocimiento científico.

Las CEs son representaciones personales sobre lo que cuenta como “verdadero” o cómo puede establecerse la validez de un argumento (Hofer y Pintrich, 1997). Los estudiantes adoptan un enfoque científico para la investigación al cuestionar declaraciones, buscar datos y su significado, exigir verificación, respetar la lógica y prestar atención a las premisas, disposiciones que conforman una actitud científica. De hecho, tanto creencias como disposiciones son rasgos que caracterizan el pensamiento científico y se ha demostrado que están directamente relacionadas con la capacidad de los estudiantes para aprender nuevos conocimientos y mejorar sus calificaciones escolares en ciencias (Mason, Boscolo, Tornatora y Ronconi, 2012).

Los CEs cambian con la edad, como efecto del desarrollo cognitivo y la educación (Kuhn, 2012). Los mayores son más propensos a creer que el conocimiento científico es complejo, provisional y evolutivo, que no es propiedad de las autoridades científicas y que puede ser validado con evidencias confirmadoras (Mason et al., 2012). Las creencias acerca de la ciencia como cuerpo en constante cambio y la necesidad de experimentos científicos para justificar el conocimiento científico, también están

relacionadas con las creencias de los estudiantes sobre el aprendizaje, y particularmente, con la creencia de que el CE es incrementable (Chen y Pajares, 2010).

El objetivo de este estudio es analizar los resultados sobre CE de la evaluación PISA 2015 a través de creencias acerca de la ciencia, tales como la disposición positiva hacia el razonamiento científico, el compromiso a utilizar la evidencia empírica como base de las creencias y la valoración del pensamiento crítico como medio para validar de las ideas.

Método

El conjunto de principios rectores y decisiones metodológicas para el desarrollo y la aplicación de la evaluación PISA 2015 de la competencia científica han sido ampliamente detallados (OECD, 2016a). Aquí se presentan algunos elementos básicos que permitan al lector seguir los resultados sobre el CE, objetivo central de este estudio.

Muestra

PISA 2015 establece directrices y estándares para diseñar muestras representativas con el fin de lograr cierta precisión de medida. Así, se especifica un tamaño mínimo de estudiantes y escuelas participantes para lograr muestras representativas de la población en cada país, de modo que los datos recopilados permitan reflejar con precisión el nivel de alfabetización científica de los estudiantes en un país.

Aproximadamente, 535791 estudiantes que asisten a 18541 escuelas de 70 países completaron la evaluación PISA 2015, representando unos 29 millones de jóvenes de 15 años. La muestra de los 36 países de la OCDE tiene 248620 estudiantes pertenecientes a 9370 escuelas. En España, la muestra es de 37205 estudiantes de 980 escuelas (MECD, 2016).

Instrumentos

Los contenidos del conocimiento de ciencia PISA 2015 se agrupan en tres áreas científicas:

- Sistemas físicos
- Sistemas vivos
- Tierra y espacio

Cerca de un tercio de todos los ítems de ciencias en PISA 2015 (61 de 184) se refieren a sistemas físicos, 74 a sistemas vivos, y los 49 restantes a sistemas terrestres y espaciales.

La alfabetización científica requiere una comprensión de los principales hechos, conceptos y teorías explicativas que forman la base del conocimiento científico de los campos de la física, la química, la biología, las ciencias de la tierra y del espacio, y cómo se aplican en contextos donde los elementos del conocimiento son interdependientes o interdisciplinarios. Se utilizaron tres formatos de respuesta:

- elección múltiple simple (selección de una única respuesta, a partir de cuatro opciones, o de un “punto caliente”, un elemento seleccionable dentro de un gráfico o texto)
- selección múltiple compleja (conjunto de respuestas que se califican como un solo elemento: serie de preguntas relacionadas, selección de varias respuestas de una lista, finalización de una oración mediante selección de opciones, llenar múltiples espacios en blanco, emparejar, ordenar o categorizar), y
- respuesta construida (requieren una respuesta escrita o dibujada, que varía desde una frase a un párrafo corto, un dibujo, un gráfico o un diagrama). Para asegurar resultados confiables y comparables y la coherencia de la codificación, se proporcionaron directrices detalladas en el Informe Técnico PISA 2015 y capacitación práctica.

Aproximadamente, un tercio de los ítems pertenecen a cada una de las tres categorías de respuesta anteriores.

Aproximadamente la mitad de todos los ítems de evaluación en PISA 2015 (98 de 184) evaluaron principalmente el conocimiento de contenido de los estudiantes. Tres cuartos de los ítems restantes evaluaron los conocimientos procedimentales (60) y los restantes (26 ítems, 10% del total) tenían como objetivo evaluar el CE de los estudiantes. La proporción de ítems que evalúan el conocimiento de ciencias de los estudiantes respecto a los que evalúan el conocimiento procedimental y epistémico es aproximadamente 3: 2.

Todos los ítems de la prueba científica PISA 2015 fueron asignados a una de esas tres categorías de conocimiento, pero a los efectos de

derivar subescalas, las dos últimas categorías se combinaron en una única subescala “conocimiento procedimental y CE”, porque había muy pocas tareas de “CE” para apoyar una subescala separada de CE con propiedades psicométricas adecuadas.

Por competencias, aproximadamente 50% de ítems se refieren a explicar los fenómenos científicamente, 30% a interpretar los datos y pruebas científicamente y 20% a evaluar y diseñar investigaciones científicas. La demanda cognitiva de los ítems tiene de. La combinación de competencias y la profundidad del conocimiento o demanda cognitiva (baja 30%, media 62% y alta 8%) ofrece una gama variable, que permite evaluar ponderadamente la competencia científica.

PISA 2015 evaluó la capacidad de los estudiantes para interpretar las declaraciones científicas a través de ítems de la prueba clasificados en la categoría de CE (por ejemplo, en la unidad INVESTIGACIÓN EN PIE). También evaluó las creencias personales sobre la naturaleza del conocimiento y los métodos de investigación como fuentes de conocimiento válido a través del cuestionario de antecedentes, donde los estudiantes manifestaron su grado de acuerdo, (“totalmente de acuerdo”, “de acuerdo”, “en desacuerdo” o “totalmente en desacuerdo”) con afirmaciones sobre CEs como las siguientes:

- A. Una buena manera de saber si algo es verdadero es hacer un experimento;
- B. Las ideas de ciencias a veces cambian,
- C. Las buenas respuestas se basan en la evidencia de muchos experimentos diferentes;
- D. Es bueno intentar los experimentos más de una vez para asegurar sus hallazgos;
- E. A veces, los científicos cambian de opinión acerca de lo que es cierto en ciencias;
- F. Las ideas de los libros de ciencia, a veces, cambian.

Procedimiento

Los datos deben recogerse de manera equivalente en todos los países, utilizando materiales de evaluación equivalentes, para que los resultados de las pruebas sean comparables entre regiones y países.

PISA 2015 proporciona resultados de una escala global de alfabetización en ciencias, que se basa en todas las preguntas científicas, así como de las tres competencias científicas, las tres áreas de contenido y de las dos categorías de conocimiento procedimental y epistémico. La métrica para la escala científica global se basa en un promedio de 500 puntos y una desviación estándar de 100 puntos, establecidos desde PISA 2006.

Para caracterizar el CE PISA 2015 construye un índice normalizado, de manera que el estudiante medio de la OCDE tendría un valor índice de cero y, aproximadamente, dos tercios de la población estudiantil de la OCDE estaría entre los valores de -1 y 1 (desviación estándar 1). Los valores negativos (positivos) en el índice implican que los estudiantes respondieron menos (más) positivamente que la respuesta media en los países de la OCDE. Además, los autores han construido otro índice ponderado único (rango 1-4) para caracterizar cada una de las seis frases de CE para cada país.

Resultados

El objetivo central de este estudio es presentar los resultados del conocimiento epistémico (CE), por su novedad en PISA 2015, y relacionarlo con otras variables. En primer lugar, se presentan los resultados de las tres principales variables de conocimiento empleadas. Después se presentan las relaciones del índice del CE con las puntuaciones de la competencia científica global, el análisis específico de las respuestas a las seis frases sobre epistemología de la ciencia mediante una elaboración propia y, finalmente, las relaciones del CE con diversas variables de contexto (OECD, 2016b, 2016c).

Las tablas de resultados con todos los países serían muy extensas y aquí se presentan solo parcialmente para respetar la extensión máxima del artículo; la tabla completa puede consultarse como datos complementarios.

Conocimiento epistémico: resultados globales

La tabla I muestra los países y las calificaciones en PISA 2015 en cada una de estas tres dimensiones: el rendimiento general de los estudiantes

en ciencias, en conocimientos de contenidos y en conocimientos procedimentales y epistémicos. España se encuentra situada justamente sobre el valor promedio correspondiente a los países de la OCDE en las tres dimensiones del rendimiento en ciencias expuestos.

TABLA I. Comparación de países en las diferentes subescalas del conocimiento científico de PISA 2015

	Rendimiento medio en ciencias (Escala global de ciencia)	Rendimiento medio Subescalas del conocimiento científico		Fortalezas relativas en la ciencia: Rendimiento medio en las subescalas del conocimiento científico ...	
		Conocimiento de contenidos (co)	Conocimiento procedimental y epistémicos (pe)	... el conocimiento de contenidos (co) es mayor que (pe)	... el conocimiento procedimental y epistémico (pe) es mayor que (co)
Singapore	556	553	558		co
Japan	538	539	538		
Estonia	534	534	535		
Chinese Taipei	532	538	528	pe	
Finland	531	534	528	pe	
Macao (China)	529	527	531		co
Canada	528	528	528		
United States	496	490	501		co
Austria	495	501	490	pe	
France	495	489	499		co
Sweden	493	498	491	pe	
OECD average	493	493	493		
Czech Republic	493	499	488	pe	
Spain	493	494	492		
Latvia	490	489	492		co
Dominican Republic	332	331	330		

Las filas en blanco corresponden a un conjunto de países eliminados; la tabla completa se ofrece en los archivos complementarios. (Se respeta la denominación original de los países en el informe de PISA 2015).

La tabla I también muestra la relación existente entre el rendimiento en las dos escalas de conocimiento (el conocimiento de los contenidos y el conocimiento procedimental y epistémico), mostrando resaltadas las casillas correspondientes a aquellos países donde uno de los dos conocimientos es significativamente mayor que el otro. En la cuarta columna hay 16 países cuyo rendimiento en el conocimiento de contenidos es significativamente mayor que el rendimiento en conocimientos procedimentales y epistémicos mientras que la última columna contiene 12 países cuyo rendimiento en conocimientos procedimentales y epistémicos es significativamente superior a su rendimiento en conocimientos de contenidos.

Por ejemplo, entre los países que se sitúan cerca del promedio de la OCDE, Francia y Estados Unidos son significativamente más fuertes en la capacidad de sus estudiantes para resolver cuestiones relacionadas con el conocimiento procedimental y epistémico, mientras en Austria y la República Checa es mayor la capacidad de los estudiantes para resolver cuestiones relativas al conocimiento de contenidos. Sin embargo, a pesar de estas diferencias entre las subescalas de conocimiento, las puntuaciones medias de estos cuatro países en la escala científica general no son estadísticamente diferentes entre sí. España no tiene diferencias significativas entre ambos tipos de conocimientos (contenidos frente a procedimentales y epistémicos).

Las diferencias de género en el rendimiento global en conocimiento (no se muestran por falta de espacio), están a favor de los chicos, y son más pronunciadas en conocimientos de contenidos que cuando las preguntas se refieren a conocimientos procedimentales o epistémicos. En los países de la OCDE, la diferencia media entre chicos y chicas en los puntajes de ciencias es bajo (4 puntos); pero los chicos obtienen 12 puntos más que las chicas en la subescala de conocimiento de contenidos y las chicas 3 puntos más que los chicos en la subescala de conocimiento procedimental y epistémico. Esto sugiere que las chicas pueden estar más interesadas en saber cómo los científicos investigan y construyen teorías científicas, mientras los chicos están relativamente más interesados en las explicaciones de los fenómenos que proporciona la ciencia.

Índice de conocimiento epistémico: relaciones con el rendimiento

En este apartado se compara el rendimiento medio en ciencias con el índice medio del componente puro de CEs (desprovisto del procedimental). La tabla II presenta la lista de países ordenada de mayor a menor valor del índice de CEs.

Los resultados de la tabla II permiten observar como algunos países con bajas puntuaciones en el rendimiento medio en ciencias (cómo Islandia e Israel) se encuentran en los primeros puestos (tercera y undécima posición, respectivamente), según el índice medio de CEs. Otros ejemplos análogos serían los países con una puntuación modesta del rendimiento medio en ciencias, situada en la media de la OCDE (Estados Unidos, Suecia y España) que también tienen altos índices medios de CEs (en los catorce primeros lugares).

Una situación simétrica parecida se da en los últimos puestos según el índice de CEs, dónde hay países con bajas puntuaciones del rendimiento global en ciencias, pero también se puede observar la presencia de algunos países con puntuaciones significativamente altas (Países Bajos y Alemania) y otros países cuyo rendimiento medio en ciencia se sitúa en el promedio de la OCDE (República Checa y Lituania).

El resultado más interesante de la tabla II se encuentra en la última columna, dónde se presenta el incremento de puntos en el rendimiento medio en ciencias por unidad del índice de CEs sobre la naturaleza y el origen del conocimiento científico. El promedio global de este incremento es 31 puntos, pero el rasgo más destacable de estas diferencias incrementales es que todas ellas son positivas, es decir, que un aumento del índice de CEs se asocia sistemáticamente a un aumento positivo del rendimiento medio en ciencias.

Aunque esta asociación es positiva y significativa en todos los países, las puntuaciones oscilan mucho entre los países, desde el máximo (54 puntos de Malta) hasta el mínimo (13 puntos de República Dominicana). Así, incluso los países cuyos índices de CE son los más bajos y negativos tienen asociadas diferencias de mejora en el rendimiento global en ciencias que no solo son positivas sino en algunos casos altas y superiores a la media. Por ejemplo, Hungría y la República Eslovaca, que ocupan el penúltimo y antepenúltimo lugar en el índice de CE (índices más bajos), tienen asociados valores de 35 y 36 puntos de incremento positivo en el rendimiento global en ciencia. España ocupa el lugar número 14 según

el índice de CE, aunque el incremento del rendimiento global en ciencias está sobre la media (30 puntos). En el otro extremo, la asociación es notablemente más débil en Argelia, Costa Rica, República Dominicana, Indonesia, Kazajstán, México y Túnez.

TABLA II. Índices que representan las creencias epistémicas (apoyo a los métodos científicos de investigación)

	Rendimiento medio en ciencias	Conocimiento epistémico sobre la naturaleza y el origen del conocimiento científico	
		Índice de conocimiento epistémico (apoyo a métodos científicos de investigación)	Diferencia de puntos de rendimiento por unidad en el índice de conocimiento epistémico
		Media	Índice medio
OECD average	493	0,00	33
Chinese Taipei	532	0,31	38
Canada	528	0,30	29
Iceland	473	0,29	28
Portugal	501	0,28	33
Australia	510	0,26	39
United States	496	0,25	32
United Kingdom	509	0,22	37
Singapore	556	0,22	34
New Zealand	513	0,22	40
Ireland	503	0,21	36
Israel	467	0,18	38
Denmark	502	0,17	32
Sweden	493	0,14	38
Spain	493	0,11	30
Slovak Republic	461	-0,35	36
Hungary	477	-0,36	35
Romania	435	-0,38	27

Las casillas con color azul representan puntuaciones de la variable significativamente superiores a la media; el color gris representa puntuaciones significativamente inferiores a la media; el color blanco representa puntuaciones cuya diferencia no es significativa respecto a la media.

Las filas en blanco corresponden a un conjunto de países eliminados.

Globalmente, menos del 6% de la variación en el desempeño científico puede explicarse por diferencias en los CE científicos de los estudiantes (diferencia positiva menor de 20 puntos en el rendimiento medio asociado por unidad en el índice de las CE). Sin embargo, para las chicas, la variación diferencial en el rendimiento científico atribuidas a su CE de ciencia representa aproximadamente 12%, un valor relativamente alto y comparable a la variación de desempeño asociada con el estatus socioeconómico de los estudiantes.

En los países de la OCDE, un aumento de una unidad en el índice de CE mejora la evaluación científica de PISA una media de 33 puntos en la escala de rendimiento en ciencia, que es aproximadamente el equivalente a un año de escolaridad. Entre los países con mayor rendimiento medio en ciencias hay una mayor variación en las creencias promedio de CE; en los países con menor rendimiento medio en ciencias, los estudiantes tienden a tener menores índices de CE. Globalmente, el índice de CE tiene una asociación moderadamente positiva con el rendimiento en ciencias, como indica una correlación media de 0,5.

En suma, el hecho que todas las diferencias de la cuarta columna sean valores positivos en todos los países, indica que mayores niveles de acuerdo con las preguntas que reflejan las CE de los estudiantes están asociados con un mayor rendimiento. Este resultado indica una relación sólidamente positiva entre rendimiento en ciencias y comprensión epistémica, de modo que cuanto más firmemente de acuerdo estuvieron los estudiantes en que las ideas en la ciencia cambian con el tiempo y que los experimentos proporcionan buenas maneras de establecer si algo es verdadero, mejor es su rendimiento promedio en la prueba de ciencias PISA 2015.

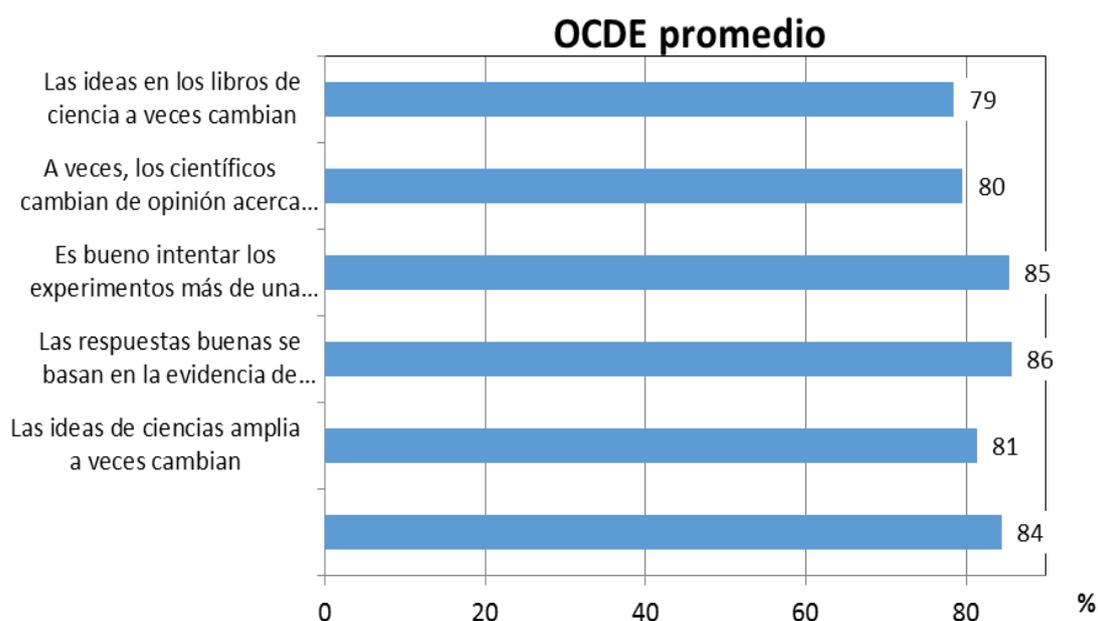
Conocimiento epistémico: resultados para las seis frases epistemológicas

La parte más importante de los resultados sobre CE está basada en las seis frases acerca de la naturaleza del conocimiento y la investigación científica, sobre las cuales los estudiantes debían manifestar su grado de acuerdo (o desacuerdo).

Los niveles medios de apoyo a estas seis declaraciones epistémicas de la encuesta muestran promedios muy altos en los países de la OCDE (en torno al 80% de respuestas de acuerdo o totalmente de acuerdo con

cada frase). Así, 84% de los estudiantes declararon acuerdo en que una buena forma de saber si algo es cierto es hacer un experimento; 81% estaban de acuerdo con que las ideas en la ciencia a veces cambian; 86% informaron que las buenas respuestas se basan en la evidencia de muchos experimentos diferentes; 85% estaban de acuerdo con que es bueno intentar experimentos más de una vez para asegurarse de los hallazgos, 80% estaban de acuerdo con que a veces los científicos cambian de opinión acerca de lo que es cierto en la ciencia y 79% estaban de acuerdo con que las ideas en los libros de ciencias a veces cambian (gráfico I).

GRÁFICO I. Porcentaje de estudiantes pertenecientes a países de la OCDE que están de acuerdo o totalmente de acuerdo con cada una de las 6 frases que representan diversas creencias epistémicas sobre el conocimiento científico y tecnológico.



Estos altos porcentajes de acuerdo varían entre los países. Mientras en Irlanda, Singapur y Taipei, más del 93% de los estudiantes informaron que las buenas respuestas se basan en pruebas de muchos experimentos diferentes, menos del 77% de los estudiantes de Albania, Argelia, Austria, Montenegro y Turquía estaban de acuerdo con esa afirmación. Análogamente, más de nueve de cada diez estudiantes en Australia, Irlanda, Nueva Zelanda, Portugal, Taipei, Reino Unido y Estados

Unidos coincidieron en que las ideas en la ciencia a veces cambian, pero apenas seis de cada diez estudiantes de Austria, Indonesia, Líbano, Rumania y Túnez estaban de acuerdo con ello.

Para elaborar un poco más en profundidad los resultados referidos a los grados de acuerdo tan altos de los estudiantes sobre estas seis cuestiones epistémicas, los porcentajes de respuesta directa sobre cada una de las cuatro categorías de la escala de formato Likert original (acuerdo-desacuerdo) sometida a los estudiantes se han colapsado en un índice medio ponderado de cada frase por país; este índice es el promedio de cada uno de los cuatro puntos de la escala (1-2-3-4) ponderados por los porcentajes de respuesta en cada punto. Este índice ponderado medio de grado de acuerdo tiene en cuenta de manera más precisa la distinta distribución de porcentajes sobre las cuatro categorías de acuerdo-desacuerdo y, a la vez, refleja de manera sencilla y sintética la posición de cada país sobre cada una de las frases (tabla III).

Se ofrecen los índices medios ponderados de los países OCDE ($m = 3.02$) y los índices medios ponderados de los países socios ($m = 2.97$) al final de la tabla III. La comparación entre los promedios globales de ambos grupos de países entre las seis cuestiones permite observar (gráfico II) que los países socios (partners) tienen sistemáticamente índices medios inferiores a los países de la OCDE y que las diferencias cuantitativas entre ambos grupos son muy pequeñas y similares en las seis frases examinadas (aproximadamente 0.05 puntos de la escala empleada 1-4).

Los perfiles medios de las frases en los dos grupos de países son aproximadamente paralelos, y los máximos y mínimos relativos son también los mismos en los dos grupos (gráfico II). En el grupo de países OCDE la frase D alcanza el índice ponderado más alto de todas ($m = 3.15$) y muy cercano al de la frase C (ambas sobre la bondad de repetir experimentos); en cambio, las frases con las mínimas puntuaciones están todas en el grupo de países socios (frase B, E y F), aunque siempre dentro de la alta puntuación de acuerdo que todas ellas han alcanzado ($m = 2.89$). La frase A se encuentra en una posición intermedia entre ambos máximos y mínimos relativos.

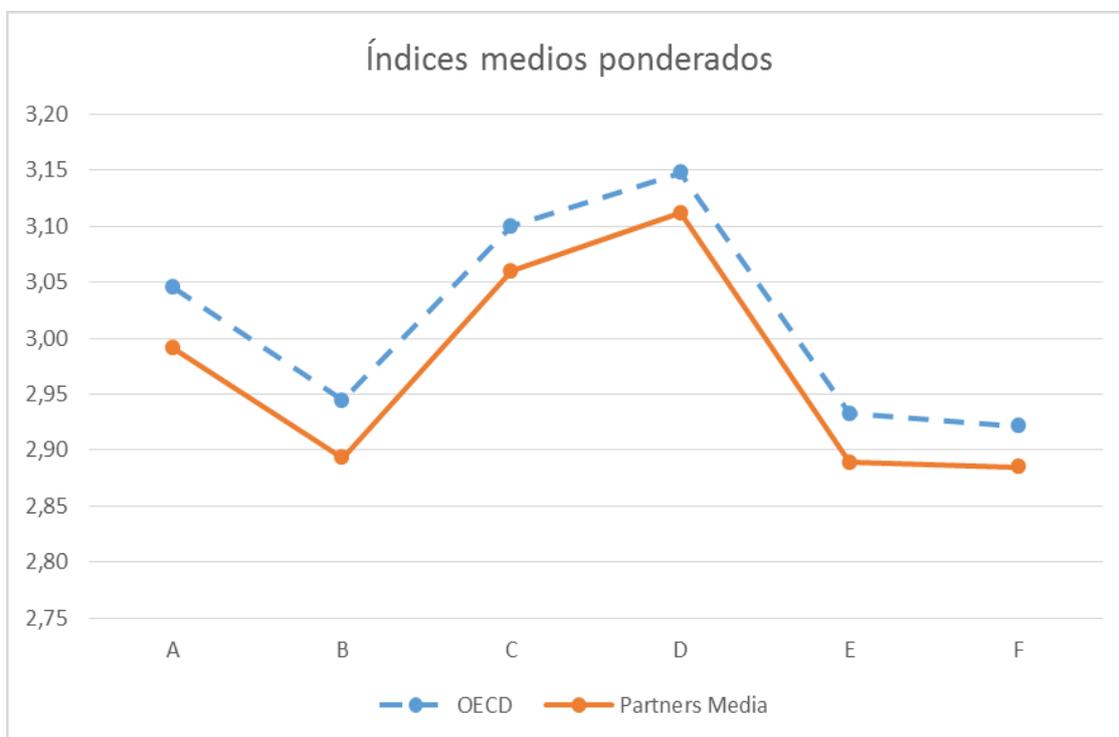
TABLA III. Índices medios ponderados de los grados de acuerdo/desacuerdo sobre las seis frases de creencias epistémicas para cada país, que aparecen ordenados de mayor a menor valor del índice medio sobre las seis frases (elaboración propia).

	Seis frases sobre las creencias epistémicas						Media
	A	B	C	D	E	F	
Portugal	3,15	3,17	3,17	3,28	3,15	3,17	3,18
Canada	3,13	3,17	3,25	3,27	3,12	3,12	3,18
Australia	3,10	3,17	3,24	3,33	3,09	3,06	3,16
Iceland	3,15	3,09	3,25	3,30	3,09	3,06	3,16
Ireland	3,24	3,10	3,27	3,37	2,96	2,97	3,15
United States	3,11	3,18	3,21	3,28	3,06	3,08	3,15
New Zealand	3,10	3,13	3,22	3,35	3,06	3,04	3,15
United Kingdom	3,11	3,15	3,19	3,34	3,06	3,05	3,15
Denmark	3,16	2,96	3,19	3,19	3,19	2,95	3,11
Israel	3,15	3,03	3,17	3,27	3,01	2,97	3,10
Sweden	3,05	3,03	3,15	3,23	3,05	3,03	3,09
Spain	3,12	2,95	3,18	3,25	2,96	2,99	3,08
OECD average	3,05	2,94	3,10	3,15	2,93	2,92	3,02
Finland	3,00	2,94	3,10	3,13	2,86	2,88	2,99
Slovak Republic	2,78	2,77	2,90	2,90	2,78	2,76	2,81
Partners							
Chinese Taipei	3,05	3,22	3,27	3,24	3,18	3,20	3,19
Singapore	3,16	3,06	3,27	3,36	3,05	3,03	3,16
Malta	3,08	3,03	3,21	3,34	2,88	2,90	3,07
Romania	2,82	2,67	3,03	3,00	2,69	2,63	2,81
Partners Media	2,99	2,89	3,06	3,11	2,89	2,89	2,97

Las filas en blanco corresponden a países no mostrados aquí.

- A. Una buena manera de saber si algo es verdadero es hacer un experimento;
- B. Las ideas de ciencias a veces cambian,
- C. Las respuestas buenas se basan en la evidencia de muchos experimentos diferentes;
- D. Es bueno intentar los experimentos más de una vez para asegurar sus hallazgos;
- E. A veces, los científicos cambian de opinión acerca de lo que es cierto en ciencias;
- F. Las ideas en los libros de ciencia a veces cambian.

GRÁFICO II. Índices medios ponderados de los países de la OCDE y de los países socios participantes en el estudio PISA 2015 en las seis cuestiones de conocimiento epistémico (A, B, C, D, E, y F)



Las diferencias por género en los CE de los estudiantes son generalmente pequeñas. Cuando son apreciables, el patrón más frecuentemente observado es que las chicas apoyan más que los chicos los enfoques empíricos de la investigación como fuente de conocimiento y que están más de acuerdo en que las ideas científicas son provisionales y sujetas a cambios. La mayor diferencia entre chicas y chicos ocurre en Jordania (86% de chicas estaban de acuerdo con que una buena manera de saber si algo es cierto es hacer un experimento, frente sólo 62% de chicos). Otros países con grandes diferencias a favor de las chicas son Georgia, Lituania y Eslovenia.

Conocimiento epistémico: relaciones con otras variables contextuales

Este apartado explora las relaciones entre las CE y diversas variables del contexto escolar, como por ejemplo, los recursos escolares dedicados

a la ciencia y las prácticas de enseñanza en la escuela, extraídas de los cuestionarios de antecedentes respondidos por directores y estudiantes.

Los recursos escolares examinados incluyen la calidad y disponibilidad de laboratorios de ciencias, las cualificaciones del personal docente y la disponibilidad de actividades extracurriculares relacionadas con la ciencia. Los métodos para la enseñanza de la ciencia considerados incluyen variables como instrucción, retroalimentación, instrucción adaptativa e instrucción basada en la investigación.

Instrucción dirigida por el profesor

Los resultados de PISA 2015 muestran que cuando los profesores frecuentemente explican y demuestran ideas científicas y discuten las preguntas de los estudiantes (instrucción dirigida por el profesor), los estudiantes obtienen resultados más altos en rendimiento en ciencias, creencias epistémicas más fuertes sobre el valor de la investigación científica y mayores expectativas de trabajo futuro en una ocupación relacionada con la ciencia.

Según los informes de los estudiantes, en los países de la OCDE, los profesores de las escuelas aventajadas explican o demuestran una idea científica (instrucción dirigida por el profesor) con mayor frecuencia media que los profesores de escuelas desfavorecidas. Los estudiantes que informaron que sus profesores de ciencias usan con frecuencia estos métodos y adaptan su enseñanza para satisfacer las necesidades de los estudiantes tienen un puntaje más alto en ciencias y muestran CEs más fuertes.

La dotación del departamento de ciencias

En los países de la OCDE, los datos medios generales indican que los estudiantes obtienen mejores resultados en ciencias y muestran CEs más fuertes cuando los directores escolares informan que el departamento de ciencias de la escuela está mejor equipado en material y personal.

Los estudiantes de escuelas cuyos directores informaron que el departamento de ciencias está bien equipado y con buena plantilla, en general, se desempeñan mejor en ciencias (tres puntos más en promedio

por cada declaración positiva del director acerca de la dotación del departamento de ciencias) después de controlar el perfil socioeconómico de los estudiantes y las escuelas. Sin embargo, un departamento científico bien equipado y dotado de personal está menos relacionado con las creencias de los estudiantes acerca del CE; sólo en 12 países los estudiantes tienen fuertes CEs cuando el departamento de ciencia de su escuela está bien equipado. España no se encuentra en este grupo, a pesar de alcanzar un índice relativamente alto en CEs.

La cualificación del profesorado de ciencias

Este factor es considerado en PISA 2015 a través de dos variables: la cualificación general para ejercer de profesor y la especialización en ciencias con título universitario. En la mayoría de los sistemas educativos, la proporción de profesores de ciencias certificados no muestra relación alguna con el rendimiento de los estudiantes en ciencias.

En todos los países de la OCDE, por cada diez puntos porcentuales de aumento en el número de profesores de ciencias plenamente certificados, el rendimiento en ciencias de los estudiantes mejora sólo 1,2 puntos, después de controlar el perfil socioeconómico de los estudiantes y las escuelas. La relación entre la proporción de profesores de ciencias plenamente certificados y las CEs de los estudiantes parece ser aún más débil, y son escasos los países donde esta relación es perceptible.

En promedio, en los países de la OCDE y en otros 13 países, los estudiantes obtienen mejores resultados en ciencias cuando en sus escuelas hay una mayor proporción de profesores de ciencias con un título universitario y una especialidad en ciencias. En Países Bajos y Qatar, por ejemplo, un aumento de diez puntos porcentuales en el número de profesores de ciencia con un título universitario y especialidad en ciencias se asocia con una mejora de casi ocho puntos en el rendimiento científico, después de controlar el perfil socioeconómico, tanto de estudiantes como de escuelas. Sin embargo, en la mayoría de los sistemas educativos, el porcentaje de profesores con un título universitario y calificaciones científicas no está relacionado con los resultados de los estudiantes. Similarmente, en los países de la OCDE, una mayor proporción de profesores cualificados no se traduce necesariamente en creencias epistemológicas más fuertes entre los estudiantes de una escuela.

Instrucción adaptativa

Adaptar la enseñanza a las necesidades de los estudiantes, a través de proporcionar ayuda individual a los estudiantes que se esfuerzan, o cambiar la estructura de una lección sobre un tema, que la mayoría de los estudiantes encuentran difícil, también está relacionado con puntuaciones más altas de ciencias y CEs más fuertes.

Es interesante observar que, en casi todos los sistemas educativos que participaron en PISA 2015, los estudiantes que informaron que sus profesores de ciencias usan instrucción adaptativa obtienen con más frecuencia puntajes más altos en la evaluación científica del PISA, y estos estudiantes también tienen CEs más fuertes. La asociación con el desempeño estudiantil es particularmente fuerte en los países nórdicos y en Países Bajos, Qatar, Singapur y Emiratos Árabes Unidos, mientras que la asociación con CEs es más fuerte en la República Dominicana, Qatar y Emiratos Árabes Unidos.

Los estudiantes de las escuelas desfavorecidas y rurales muestran más probabilidades de informar que sus profesores les proporcionaban retroalimentación; sin embargo, en estas escuelas, la percepción de la retroalimentación de los profesores de ciencias se asocia con un desempeño más pobre de ciencias, probablemente porque los estudiantes menos capaces reciben más retroalimentación que los estudiantes con mejor desempeño.

En los países OCDE, los estudiantes que asisten a escuelas donde hay actividades extracurriculares relacionadas con la ciencia tienen creencias de CEs más fuertes.

Instrucción basada en la indagación

Un resultado sorprendente es que en ningún sistema educativo donde los estudiantes informaron estar expuestos frecuentemente a enseñanza basada en la investigación (se practica la experimentación y las actividades prácticas) obtienen resultados más altos en ciencias. Sin embargo, después de controlar el perfil socioeconómico de los estudiantes y las escuelas, una mayor exposición a la instrucción basada en la investigación está incluso asociada negativamente con el desempeño de la ciencia en 56 países. Sin embargo, en los países de la OCDE, la enseñanza basada en

la investigación está positivamente relacionada con CE's más fuertes de los estudiantes.

Discusión y conclusiones

Como novedad respecto a evaluaciones anteriores de la competencia científica, PISA 2015 planteó a los estudiantes preguntas sobre la naturaleza y la validez del conocimiento y la investigación científicas (conocimiento epistémico, CE). La relevancia como centro de interés para este estudio sobre PISA 2015 del tema surge no solo de su novedad, sino también de que el CE, cuyo referente son los contenidos de filosofía, sociología e historia de la ciencia constituyen una línea importante en la investigación actual en didáctica de la ciencia (Matthews, 2014).

Los resultados de España en el índice de CE's la colocan bien situada entre los primeros países, como demuestran los datos de la tabla III, en un puesto bastante mejor que el lugar alcanzado en los resultados del rendimiento global en ciencias, comparado con otros países.

El principal hallazgo de PISA 2015 es la sólida relación positiva entre CE y rendimiento en ciencias de los estudiantes. Los estudiantes cuyo CE está más de acuerdo con las concepciones actuales acerca de la naturaleza de la ciencia, también obtienen mejor rendimiento global en ciencias. Aunque el resultado demuestra una asociación incontrovertible y estrecha entre las dos variables, sin embargo, no puede interpretarse como prueba de una relación causal entre ambas.

Paralelamente, el diseño de la evaluación del CE exhibe algunas limitaciones cuya consideración debe contribuir a una mejor contextualización de los resultados. Resulta obvio que el escaso número de elementos utilizados para medir el CE (seis) compromete la fiabilidad de las medidas, pues el efecto reductor de un escaso número de cuestiones es bien conocido.

Los resultados sobre CE deben tomarse también con cautela debido a la potencial falta de equivalencia lingüística de las seis frases, entre las múltiples lenguas a las que han sido traducidas para evaluar a los estudiantes de muchos países. Estos elementos podrían entenderse de diferentes maneras en los diferentes idiomas, hecho que podría tener un impacto desconocido en el índice medio, y, como consecuencia, en las clasificaciones de los países. Además, la menor tasa de respuesta al

cuestionario de antecedentes, donde están alojadas las seis frases de CE, podría estar afectando a las comparaciones internacionales en una magnitud desconocida. Por ello, las medidas y las diferencias entre países derivadas de las escalas de CE deben interpretarse con cautela, ya que no es posible garantizar la equivalencia entre lenguas y países, con el mismo rigor que las pruebas.

En suma, si bien el resultado global indica una asociación sólida y positiva entre las CEs y el rendimiento en ciencias de los estudiantes, la naturaleza transversal de los datos y la incertidumbre sobre la equivalencia transcultural de la escala de CE no permite apoyar una posible relación causa-efecto.

Sin embargo, para la línea de investigación sobre la naturaleza de la ciencia este resultado es muy importante, pues aporta una prueba empírica una tesis muy extendida entre los investigadores, a saber: una mejor comprensión de los temas de CE tiene como consecuencia una mejora de la comprensión de otros temas y contenidos de la ciencia. Por tanto, la importancia de la relación positiva entre rendimiento en ciencias y CE encontrada en PISA 2015 reside en que constituye una prueba empírica inequívoca y sistemática de esta hipótesis ampliamente sostenida (Lederman, 2008).

Las seis frases que valoran el CE en PISA 2015 son simples y sencillas, tal como sugieren algunos investigadores para el CE (Matthews, 1998), pero este rasgo también las puede hacer susceptibles de algunas críticas. Su formulación es tan simple que permitiría a los estudiantes encontrar fácilmente ejemplos para corroborar su acuerdo con cada una de ellas; en cambio, los estudiantes no encontrarían tan fácilmente contraejemplos que puedan inducir su desacuerdo. Esta interpretación podría explicar las altas tasas de acuerdo obtenidas, cuya cercanía a la unanimidad las convierte en un resultado sorprendente en la investigación. No obstante, un resultado semejante de alto acuerdo sobre el cambio en la ciencia alto se obtuvo también con una frase sobre el mismo tema, aunque más compleja (El conocimiento científico cambia porque el conocimiento viejo antiguo es reinterpretado a la luz de los nuevos descubrimientos; por tanto, los hechos científicos pueden cambiar) de otro estudio (Vázquez-Alonso, Manassero-Mas & Talavera, 2010).

Desde la perspectiva de la investigación didáctica la forzada unión entre CEs y conocimientos procedimentales en una única variable, que PISA 2015 justifica por no garantizar su validez y fiabilidad, debido a

su escaso número de ítems (apenas 10% del total), resultaría polémica, ya que el conocimiento procedimental y el conocimiento acerca de la naturaleza de la ciencia (CE) se consideran conceptos claramente diferentes. En consecuencia, su confusión es perjudicial para clarificar la enseñanza y el aprendizaje de ambos, así como los potenciales resultados de investigaciones (Lederman y Lederman, 2012).

Los resultados referidos a la relación del CE con otras variables muestran una relación positiva, y en particular con la enseñanza basada en investigación en los sistemas educativos donde los estudiantes informaron estar frecuentemente expuestos a ella. Puesto que la enseñanza basada en la investigación permite que los estudiantes realicen más prácticas científicas, parece muy probable que estas prácticas induzcan en los estudiantes una mejor comprensión epistémica, aunque las cuestiones epistémicas no se hayan tratado explícitamente. Sin embargo, cabe resaltar que no obtienen mejores conocimientos en ciencias, reiterando el mismo resultado de PISA 2006; una justificación más amplia de este resultado aparentemente contradictorio puede verse en Romero-Ariza (2017).

Finalmente, la falta de relación entre cualificación del profesorado y desempeño de los estudiantes es consistente con estudios que sostienen que tener profesores altamente cualificados no es suficiente para mejorar el aprendizaje (Hanushek, Piopiunik y Wiederhold, 2014; Palardy y Rumberger, 2008).

Referencias bibliográficas

- BonJour, L. (2002). Internalism and externalism. En P.K. Moser (Ed.), *The Oxford Handbook of Epistemology* (pp. 234-263). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Chen, J.A. y Pajares, F. (2010). Implicit theories of ability of grade 6 science students: relation to epistemological beliefs and academic motivation and achievement in science. *Contemporary Educational Psychology*, 35, 75-87.
- Hanushek, E.A., Piopiunik, M. y Wiederhold, S. (2014). The value of smarter teachers: International evidence on teacher cognitive skills

- and student performance, no. w20727, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research.
- Hofer, B.K. y Pintrich, P.R (1997). The development of epistemic theories: Beliefs about knowledge and knowing and their relation to learning. *Review of Educational Research*, 67, 88-140.
- Kuhn, D. (2012). *Enseñar a pensar*. Madrid: Amorrortu Editores.
- Lederman, N. G. (2008). Nature of science: Past, present, and future. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 831-879). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Lederman, N. G. y Lederman, J. S. (2012). Nature of Scientific Knowledge and Scientific Inquiry: Building Instructional Capacity Through Professional Development. En B.J. Fraser, K. G. Tobin y C. J. McRobbie, (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp. 335-359). Dordrecht: Springer.
- Mason, L., Boscolo, P. Tornatora. M.C., y Ronconi, L. (2013). Besides knowledge: A cross-sectional study on the relations between epistemic beliefs, achievement goals, self-beliefs, and achievement in science. *Instructional Science*, 41, 49-79.
- Matthews, M. R. (1998). In defense of modest goals when teaching about the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 35, 161-174.
- Matthews, M. R. (ed.) (2014). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Dordrecht: Springer.
- McComas W. (Ed.) (1998). *The nature of science in science education: rationales and strategies*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- MECD (2016). PISA 2015. *Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe español*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.
- OECD (2016a). *PISA 2015 Science Framework, in PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematics and Financial Literacy*. Paris: PISA OECD Publishing. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264255425-en>.
- OECD (2016b). *PISA 2015 Results (Volume I): Excellence and Equity in Education*. Paris: PISA OECD Publishing. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264266490-en>
- OECD (2016c). *PISA 2015 Results (Volume II): Policies and Practices for Successful Schools*, Paris: PISA OECD Publishing. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.1787/9789264267510-en>

- Palardy, G. J. y Rumberger, R.W. (2008). Teacher effectiveness in first grade: The importance of background qualifications, attitudes, and instructional practices for student learning. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 30, 111-140.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación, ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14, 286-299.
- Vázquez, Á., & Manassero, M. A. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, (1), 2-33.
- Vázquez-Alonso, A., Manassero-Mas, M. A., & Talavera, M. (2010). Actitudes y creencias sobre la naturaleza de la ciencia y tecnología en una muestra representativa de jóvenes estudiantes. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (2), 333-352.

Información de contacto: Ángel Vázquez-Alonso, Universidad de las Islas Baleares, Centro de Estudios de Posgrado. Edificio Guillem Cifre de Colonya, Carretera de Valldemossa, km. 7.5, 07122 - PALMA DE MALLORCA. E-mail: angel.vazquez@uib.es