

LOS ÍTEMS PISA, UNA HERRAMIENTA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LAS COMPETENCIAS CIENTÍFICAS EN EL AULA¹

Javier Muñoz²
Universidad de Valladolid, España

Elena Charro³
Universidad de Valladolid, España

Para citar este artículo /To reference this article /Para citar este artigo

Muñoz, J., y Charro, E. (2017). Los ítems PISA, una herramienta para la identificación de las competencias científicas en el aula. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 1(1), 106-122. doi: <http://dx.doi.org/10.15658/rev.electron.educ.pedagog17.09010107>

Recibido: Noviembre 1 de 2016/ **Revisado:** Abril 25 de 2017/ **Aceptado:** Junio 6 de 2017

Resumen: Un adecuado desarrollo de la competencia científica en los alumnos de secundaria es una necesidad urgente para el futuro avance de cualquier sociedad. Por tanto, siendo el docente un participante activo en su proceso de formación, debe estar a la vanguardia de los requerimientos nacionales e internacionales sobre las habilidades científicas que debe potenciar en sus alumnos. Con este fin, se presenta una extensa base de ítems liberados de las pruebas internacionales PISA para dar a conocer y ejemplificar cada una de las tres competencias científicas que evalúan estas pruebas. Este trabajo hace parte de una investigación doctoral que busca la implementación de estos ítems como instrumento de evaluación diagnóstica en el aula para orientar las prácticas docentes a partir de la retroalimentación que pueda generar los resultados de su aplicación. Como producto inicial del proceso de investigación se hace una revisión bibliográfica, contrastando los ítems originales en inglés y en algunos casos la traducción completa de ellos, obteniendo como resultado una lista de 164 ítems liberados de PISA, categorizados de acuerdo a cada competencia, lo que permitió abordarlas mediante un gran número de ejemplos y reconocer las habilidades principales que caracterizan a cada competencia.

Palabras clave : Competencias científicas, conocimientos de contenido (Tesauros); conocimientos epistémicos, conocimientos procedimentales, evaluación diagnóstica, ítems PISA (palabras clave de los autores).

¹Artículo derivado del proyecto de investigación "Las pruebas PISA como instrumento en la formación docente del profesorado para desarrollar la competencia científica en alumnos de secundaria", financiado y avalado por EURICA y la Universidad de Valladolid, España.

²Candidato a Doctor en Investigación Transdisciplinar en Educación, Universidad de Valladolid. Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Profesor adscrito a la Institución Educativa Alfredo Iriarte. E-mail: javiermmweb@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4641-9646>, Bogotá, Colombia.

³Doctora en Ciencias Químicas, Universidad de Valladolid. Docente titular del área de didáctica de las ciencias experimentales de la Universidad de Valladolid. E-mail: echarro@dce.uva.es. ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2690-2291>. Valladolid, España.

The PISA items, a tool for identification of scientific skills in the classroom

Abstract: Adequate development of scientific competence in high school students is an urgent requirement for the future advancement of any society. Therefore, as the teacher is an active participant in his/her training process, he/she must be at the forefront of national and international requirements regarding the scientific skills that should be promoted in his/her students. To this end, we present an extensive list of items released from the PISA international tests to present and exemplify each of the three scientific competences that evaluate these tests. This work is part of a doctoral research that seeks the implementation of these items as an instrument of diagnostic evaluation in the classroom to guide teaching practices based on the feedback that can generate the results of its application. As an initial product of the research process, a bibliographic review, comparison with the original items in English and in some cases complete translation of them, is obtained, resulting in a list of 164 items released from PISA, categorized according to each competition, which allowed to approach them by means of a great number of examples and to recognize the main abilities that characterize each competition.

Keywords: Scientific competences, content knowledge (Thesaurus); epistemic knowledge, procedural knowledge, diagnostic evaluation, PISA items (author's keywords).

Os itens PISA, uma ferramenta para a identificação das competências científicas na aula

Resumo: Um adequado desenvolvimento da competência científica nos alunos de ensino médio é uma necessidade urgente para o futuro avance de qualquer sociedade. Portanto, sendo o professor um participante ativo em seu processo de formação, deve estar à vanguarda dos requerimentos nacionais e internacionais sobre as habilidades científicas que deve potenciar em seus alunos. Com este fim, se apresenta uma extensa base de itens liberados das provas internacionais PISA, para dar a conhecer e exemplificar cada uma das três competências científica que avaliam estas provas. Este trabalho faz parte de uma pesquisa doutoral que procura a implementação destes itens como instrumento de avaliação diagnóstica na aula para orientar as práticas docentes a partir da retroalimentação que possa gerar os resultados de sua aplicação. Como produto inicial do processo da pesquisa se faz uma revisão bibliográfica, contrastação com os itens originais em inglês e em alguns casos tradução completa deles, obtendo como resultado uma lista de 164 itens liberados de PISA, categorizados de acordo a cada competência, o que permitiu abordá-las mediante um grande número de exemplos e reconhece as habilidades principais que caracterizam a cada competência.

Palavras-chave: Competições científicas, conhecimentos de conteúdo (Thesaurus); conhecimentos epistêmicos, conhecimentos procedimentais, avaliação diagnóstica, itens PISA (palavras-chave dos autores).

INTRODUCCIÓN

Las pruebas internacionales PISA (Programme for International Student Assessment), es el programa para la evaluación internacional de alumnos a cargo de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), a través de la cual se evalúa a estudiantes de 15 años de edad de más de 70 países del mundo en tres áreas del conocimiento: lectura, matemáticas y ciencias, con el fin de generar indicadores de rendimiento que lleven a definir fórmulas de políticas educativas de largo alcance que afecten en el mejoramiento de los sistemas educativos. Estas pruebas iniciaron en el año 2000 y se ejecutan con una regularidad trianual, dándole mayor profundidad a una de las áreas en cada período, según se muestra en la figura 1.

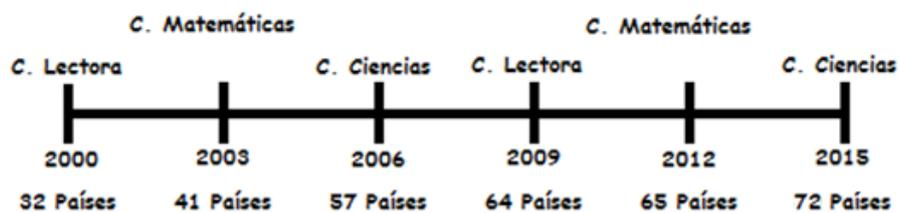


Figura 1. Ciclo trianual y área de profundidad de las pruebas PISA, con base en los marcos teóricos de PISA 2000-2015 (OCDE).

Fuente: Los autores.

Colombia hace parte de estas pruebas desde el año 2006 como país asociado, participando hasta el momento en 4 versiones de PISA: 2006, 2009, 2012 y 2015. De esta última todavía no se publican resultados; sin embargo, en las tres anteriores ha tenido una participación muy sombría, siendo siempre el penúltimo de la lista de países participantes, de tal manera que el rendimiento de los estudiantes colombianos se ubica en los niveles más bajos de estas pruebas, considerándose que sus aportes serán mínimos a la sociedad del futuro (Castelblanco, 2008), superando solo a Perú el cual ha venido mejorando en comparación a Colombia según la investigación de Rivas (2015) lo que se puede visibilizar en la figura 2.

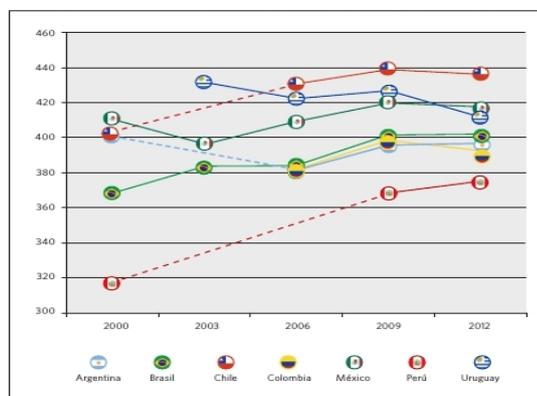


Figura 2. Evolución del puntaje PISA en matemáticas, lectura y ciencias (Promedio de las 3 áreas). Países seleccionados, 2000-2012. Adaptado de "Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000-2015)" por A. Rivas (2015), *América Latina después de PISA*, p. 240.

Estos resultados siempre han generado fuertes cuestionamientos al sistema educativo colombiano y sobre todo al gremio docente. Es de aclarar que este tipo de pruebas masivas no tienen como objetivo orientar puntualmente a las instituciones educativas, sino más bien obtener una información general del sistema educativo de cada país para que puedan tomar las medidas correspondientes a nivel de políticas educativas, como en el caso del trabajo de Jola (2011), que se basa en los resultados de PISA 2006 para evaluar la calidad de la educación en Colombia y defender el plan sectorial de Educación “Revolución Educativa” que funcionó en el periodo 2002-2010, o el trabajo de Barrera, Maldonado y Rodríguez (2012), quienes también tienen en cuenta estos resultados para hacer un diagnóstico de la educación en el país y realizar una propuesta de política educativa para el mejoramiento de la misma, recomendaciones que han afectado el sistema educativo colombiano.

Por tanto, partiendo del hecho de que todo sistema educativo tiene como cimientos a los docentes como uno de los principales actores de la educación, es necesario aportar conocimientos y herramientas sobre estas pruebas, para que los docentes desde las bases puedan orientar sus prácticas educativas en torno a los requerimientos internacionales sobre competencias científicas y que el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2006), ha apropiado dentro del currículo y que evalúa mediante los estándares de competencia con las pruebas nacionales SABER 11 (Rivas, 2015).

De esta manera, se abordarán brevemente las dimensiones evaluadas por el proyecto PISA, centrando la atención en la dimensión que comprende las habilidades científicas que deben desarrollar los estudiantes de 15 años para ser considerados ciudadanos científicamente alfabetizados «con el fin de atender a las necesidades personales y sociales de las personas sean o no científicos en el futuro» (De Pro, 2012), habilidades que es necesario ser tenidas en cuenta por los docentes y que se presentarán a través de múltiples ejemplos, haciendo uso de los ítems liberados de PISA, poniendo a su disposición una valiosa herramienta que oriente sus prácticas académicas hacia el desarrollo de dichas habilidades, contribuyendo, a partir de lo que propone el proyecto PISA, a la mejora de la enseñanza de las ciencias (Acevedo, 2005; Gil y Vilches, 2006; Alcañiz y Cervera, 2014).

LA COMPETENCIA CIENTÍFICA EN PISA

Cada una de las seis versiones de PISA ejecutadas internacionalmente hasta la fecha, presenta su correspondiente marco teórico, de los cuales tres presentan cambios relevantes en cuanto a la competencia científica (2000, 2006 y 2015). El marco teórico para PISA 2000 generó las bases teóricas y conceptuales de las que se desprende la justificación general de la competencia científica y que fue ampliada y evaluada por primera vez en 2006 en profundidad, volviéndose a generar modificaciones y ser centro de profundización en PISA 2015.

Este concepto ha venido siendo refinado desde el propuesto por la OCDE en 1999, que postula que una persona científicamente alfabetizada debe tener la “competencia de utilizar los conocimientos y habilidades científicas, no solo para entender

el mundo natural sino también para intervenir y ayudar en la toma de decisiones que lo afectan y los cambios que se han generado por la actividad humana” (OECD 1999, 2003, 2006, 2015, 2016). Para este propósito, PISA 2015 retoma este principio básico y lo enriquece basándolo en 4 dimensiones interrelacionadas (Ver tabla 1), de las cuales las tres primeras tienen sus orígenes en PISA 2000 y la última nace con la prueba de 2006.

Tabla 1. Dimensiones del marco de la evaluación científica en PISA 2015.

Dimensiones	Enfoque
Contextos	Cuestiones personales, locales, nacionales y globales, tanto actuales como históricos, que exigen una cierta comprensión de la ciencia y la tecnología.
Conocimiento	La comprensión de los principales hechos, conceptos y teorías explicativas que forman la base del conocimiento científico. Este conocimiento incluye tanto el conocimiento del mundo natural y artefactos tecnológicos (conocimientos de contenido), el conocimiento de cómo se producen tales ideas (conocimiento procedimental) y una comprensión de los fundamentos de estos procedimientos y la justificación de su uso (conocimiento epistémico).
Competencias	La competencia de explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar la investigación científica e interpretar los datos y pruebas científicas.
Actitudes	Un conjunto de actitudes hacia la ciencia indica un interés en la ciencia y la tecnología; la valoración de los enfoques científicos a la investigación, en su caso, y una percepción y conciencia de los problemas ambientales.

Nota: Adaptado de “What is PISA”, por OECD, 2016, *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, p. 13. Copyright 2016 por Clearance Center.

De esta manera el proyecto PISA propone tres competencias científicas como el eje principal y resultado de la interacción de las otras dimensiones, según se muestra en la figura 3. Sin embargo, a la luz de los ítems presentados en este trabajo, no se abordan aquellos ítems que evalúan la dimensión actitudinal, debido a que sólo en PISA 2006 se vincularon estos ítems a algunas unidades, pero que después fueron retirados en las siguientes versiones y evaluados por cuestionarios separados que no fueron abordados en esta investigación. De tal manera que los ítems que se presentan, se centran en la interacción de los conocimientos, competencias y contextos científicos.

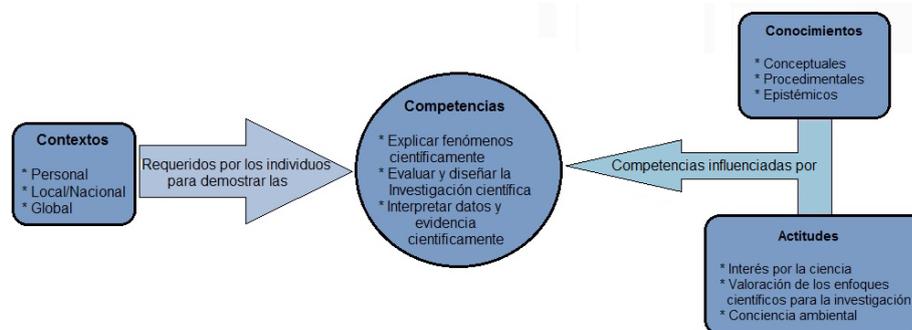


Figura 3. Evaluación de Alfabetización Científica en el Marco de PISA 2015. Adaptado de “What is PISA”, por OECD, 2016, *PISA, 2015, Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*, p. 13. Copyright 2016 por Clearance Center.

Los ítems PISA de ciencias

Estos, son estructuras complejas, construidas por expertos y evaluados con el rigor estadístico que les ha merecido ser clasificados dentro de una de las tres competencias científicas ya mencionadas. Dichos ítems no son independientes, sino que hacen parte de una unidad que, por lo general, proporciona el contexto y área de aplicación y de la cual se desprenden en promedio tres preguntas o ítems. De esta manera, se presentan en este trabajo 55 unidades, cada una con un nombre característico del problema que tratará y de los cuales se desprenden un total de 164 preguntas o ítems de PISA, que han sido liberados a lo largo de las diferentes versiones. La lista completa de unidades e ítems con las correspondientes fuentes de donde fueron extraídos se pone a disposición en Revolución Educativa Química (2016)

Estos ítems han sido traducidos del inglés llegando a generar clasificaciones erróneas dentro de la competencia a la que pertenecen; por tanto, la revisión, comparación y contraste con las diferentes fuentes que los mencionan y los marcos teóricos que los sustentan, han llevado a generar una base confiable de las competencias originales a las que pertenecen.

Cada ítem evalúa en mayor medida una de las tres competencias científicas y al mismo tiempo se centran en utilizar mayoritariamente uno de los tres tipos de conocimiento científico, contexto y área de aplicación, tal y como ilustra la figura 4.

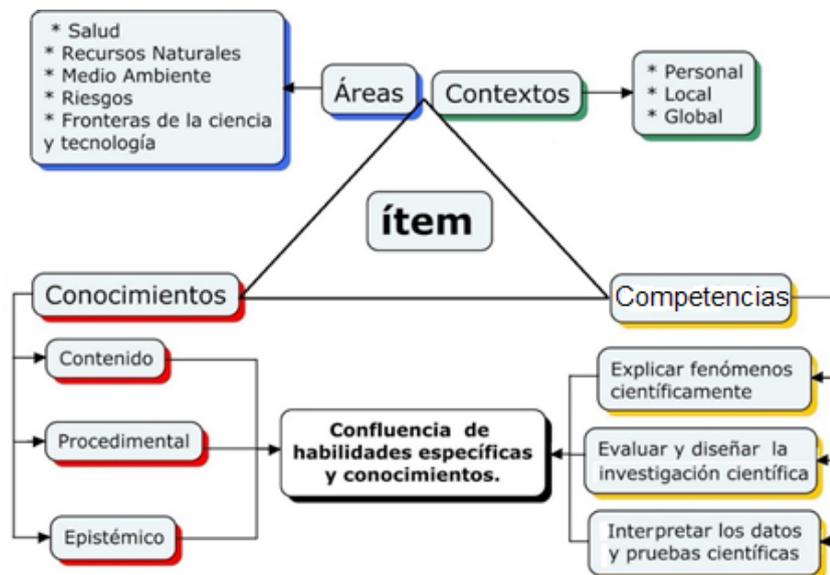


Figura 4. Estructura de los ítems PISA de ciencias
Fuente: Los autores

Aunque cada ítem puede ser clasificado desde el punto de vista de cada dimensión que lo conforma, solo se abordará su clasificación según las tres competencias científicas, dándole prioridad al reconocimiento de las habilidades específicas con las cuales puede trabajar el docente en el aula.

Teniendo en cuenta la estructura de los ítems, PISA busca alcanzar el nivel más alto en la escala de alfabetización científica propuesta por Bybee (1997), alejándose en su mayoría del *nivel nominal* que consiste en recordar nombres y términos científicos y el *nivel funcional* que utiliza vocabulario científico en contextos limitados, para ubicarse en los *niveles conceptual y procedimental* de las ciencias que exige el reconocimiento, uso y combinación de las formas de pensar y de entender los aspectos científicos del mundo, y el *nivel multidimensional* que requiere la comprensión de la naturaleza de la ciencia, de su historia y su papel en la cultura (OECD, 1999).

Es decir, estos ítems pueden orientar una evaluación diferente, vinculando el desarrollo y evaluación de las habilidades científicas de los alumnos, complementando la evaluación tradicional enfocada en el contenido, las leyes y teorías científicas en un nivel memorístico y reproductivo del conocimiento. Así, de la misma manera, también se pueden evaluar los niveles de la dimensión cognitiva del aprendizaje propuesta por Bloom (1956), y que Gallardo-Gil et al (2010), utilizaron con algunas modificaciones para analizar 33 unidades PISA liberadas en las pruebas de 2000, 2003 y 2006, encontrando que sus ítems pueden ir, desde el nivel inferior o reproductivo del conocimiento, hasta el más complejo donde se alcanza un nivel adecuado de comunicación y argumentación del conocimiento, niveles que se indican en la figura 5.

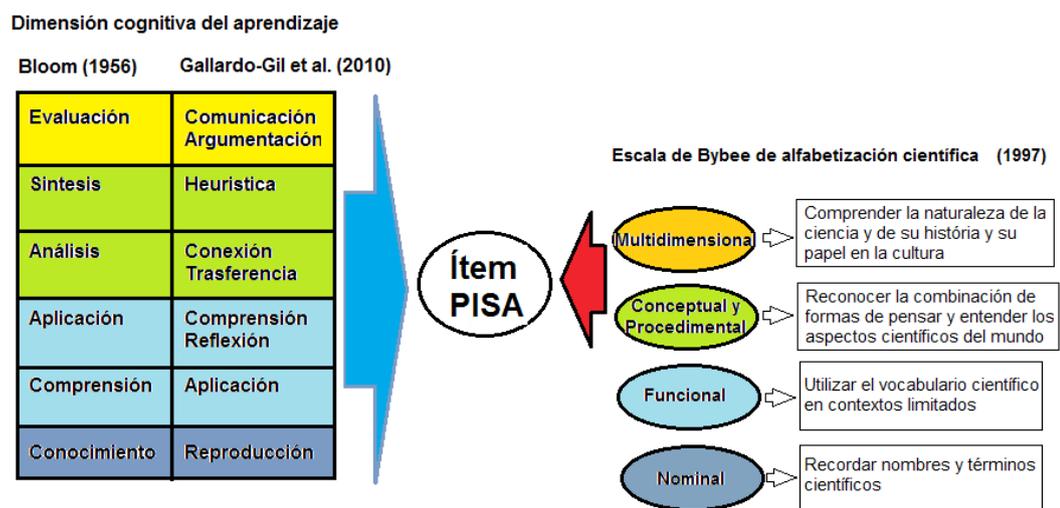


Figura 5. Niveles de escala de los ítems PISA. Adaptado de "Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Cognitive Domain" por B. S Bloom, 1956. Copyright 1956 por David McKay Company y "PISA y la competencia científica: un análisis de las pruebas de PISA en el área de ciencias" por M. Gallardo-Gil et al, 2010, *Relieve*, 16.

Teniendo en cuenta estas denominaciones, ya sea desde los niveles de Bloom (1956) o la escala de Bybee (1997), lo que se busca es alcanzar los niveles más altos del conocimiento y alfabetización científica. Aunque Gallardo-Gil et al. (2010), menciona que los ítems PISA prestan poca atención a los niveles más altos debido a los pocos ejemplos encontrados, también es cierto que los casos con niveles bajos son escasos, concentrándose la mayoría de los ítems en evaluar los niveles medios de la dimensión cognitiva, como son la aplicación, comprensión/reflexión y conexión/trasferencia.

Sin embargo, independientemente de la frecuencia de ítems, en estos niveles no deja de ser una fuente importante que permite abordar cada una de las tres competencias científicas presentadas a continuación y de las cuales se extraerán las habilidades más relevantes.

Evaluar y diseñar la investigación científica

Esta primera competencia se centra en el conocimiento procedimental del proceso investigativo. Por tal motivo, es necesario vincular a los estudiantes a actividades de investigación donde se ejerciten habilidades específicas como: la identificación de preguntas científicamente investigables, habilidad que marca el inicio de cualquier tipo de investigación; distinguir las cuestiones que pueden ser respondidas por la ciencia de las que no; identificar las variables que deben ser controladas en una investigación científica; reconocer la información adicional que se requiere para apoyar una investigación; identificar las medidas que se deben tener en cuenta en un proceso de muestreo o recolección de datos, que permitan asegurar la confiabilidad de la investigación; la identificación y diferenciación de conceptos utilizados en procesos de investigación, como son las conclusiones, observaciones e hipótesis; la habilidad de identificar términos clave para la búsqueda de información científica; y en general, la interacción de todas estas para que el estudiante llegue a evaluar y diseñar por sí solo un proceso de investigación científica o por lo menos tener la capacidad de evaluar o cuestionar uno.

Esta competencia está representada por 38 ítems que ejemplifican cada una de las anteriores habilidades y que además se presentan en diferentes formatos, de los cuales 12 son de selección múltiple, 15 presentan un formato de selección múltiple compleja, 10 presentan un formato de respuesta abierta y tan solo 1 tiene el formato de respuesta cerrada (Ver tabla 2).

Tras el análisis exhaustivo de las habilidades dentro de esta competencia, se ha podido determinar que ésta invita al trabajo mediante proyectos de investigación en el aula, proyectos que pueden ir desde casos sencillos como el cultivo y crecimiento de una planta con estudiantes de primaria, hasta el estudio de la biodiversidad con estudiantes de secundaria, no sólo para explicar el proceso biológico, que es comúnmente utilizado, sino que vaya asociado a los principios básicos de la investigación desarrollando las habilidades más importantes aquí destacadas. Por tanto, los ítems dan su aporte no sólo en la identificación de las habilidades científicas en un proceso de investigación, sino que también dan ideas de cuáles podrían ser los proyectos a desarrollarse en donde cada docente puede complementar con las particularidades de la población a las que se dirija y por supuesto al debido contexto.

Tabla 2. Ítems de la competencia evaluar y diseñar la investigación científica categorizados según su habilidad específica.

Nombre del ítem ¹		Habilidad específica
¡Detengan a ese germen!-1 Los clones de ternero-1 El diario de semmelweis-2 El maíz-6 Protectores solares-2	Comportamiento del espinoso-1 Estudio sobre la leche en la escuela-1	Identificar la pregunta o idea que está siendo (o podría haber sido) explorada o probada en un estudio científico
Clonación-3 La caries dental-5 Fumar tabaco-4 El ozono-4 El maíz-4	Capturar al asesino-2 La caries dental-4 El gran cañón-1 Los tejidos-1	Distinguir preguntas o cuestiones que pueden ser respondidas por la investigación científica de las que no
¡Detengan a ese germen!-2 Las moscas-1 ¿Un riesgo para la salud?-2 Lluvia ácida-3 El pan-2 Cultivos genéticamente modificados-1	Cultivos genéticamente modificados-2 Protectores solares-1 Síndrome de despoblamiento de colmenas-2	Identificar o reconocer qué variables se debe o han sido modificadas o controladas dentro del proceso de experimentación.
Peter Carney-1 El virus de la viruela del ratón-3 Evolución-2 Plaguicidas-1		Identificar o reconocer que información adicional se necesita para darle seguridad a la investigación o que apoyen las decisiones tomadas.
Estudio sobre la leche en la escuela-2 Fumar tabaco-3 Protectores solares-3		Identificar las medidas que se deben tener en cuenta en un proceso de muestreo o recolección de datos.
El maíz-1		Identificar y diferenciar los conceptos que forman parte de una investigación científica.
El tránsito de venus-3		Identificar términos clave para la búsqueda de información científica.
Correr en días de calor-3 Correr en días de calor-5	Correr en días de calor-6 Recipiente refrigerante-1	Evaluar y diseñar la investigación científica.

¹El nombre de cada ítem está definido por el nombre de la unidad al que pertenece, seguido de un número ordinal que representa la posición del ítem o pregunta dentro de la unidad. Por tanto, puede repetirse el nombre de la unidad en un ítem, mas no el número que indica la posición del ítem.

El conjunto de habilidades que debería alcanzar una persona dedicada a la investigación, es altamente elevado, tal como lo proponen las investigaciones de Gott y Dugan (1996), Schalk y Van der Chee (2008) y Osborne (2013). Sin embargo, las evaluadas por el proyecto PISA 2015, son las más relevantes, dejando claro que son aquellas que debe desarrollar un estudiante de 15 años de edad, con el fin de que pueda aportar al desarrollo de la sociedad (OECD, 2016).

Interpretar datos y pruebas científicas

Esta segunda competencia centra su atención en evaluar si los estudiantes pueden analizar e interpretar los datos científicos, la evidencia, las alegaciones y argumentos presentados en una gran variedad de formas de abstracción de los datos como son las descripciones textuales, tablas, gráficas de ejes coordenados y no coordenados, imágenes o figuras, con el fin de extraer las conclusiones apropiadas sobre el fenómeno o situación presentados.

Por tanto, esta competencia sigue requiriendo en mayor medida el uso del conocimiento procedimental centrado en el análisis de los datos, aunque pasa a ser epistémico en aquellos casos donde los ítems requieren una conexión más profunda entre los datos, el contexto y los propios conocimientos sobre el tema o fenómeno dado o el diseño experimental utilizado.

De esta manera, se presentan como parte de esta competencia 53 ítems PISA de los cuales, 29 presentan un formato de elección múltiple, 4 con formato de elección múltiple compleja, 19 ítems presentan formato de respuesta abierta y 1 de formato cerrado. En la tabla 3 se listan los ítems categorizados según las diferentes formas de abstracción de los datos, presentando una gran variedad de ejemplos para que el docente visibilice su importancia dentro del proceso de formación del estudiante y que son complementarios al proceso de investigación.

La identificación de las pruebas, evidencia o datos científicos (Bravo, Puig y Jiménez, 2009), su recolección, toma o muestreo adecuado, la sistematización y posterior representación en una de las formas de abstracción mostradas en la tabla 3, son habilidades importantes que deben desarrollar los estudiantes (Gott y Duggan, 1996; Schalk y Van der Schee, 2008; Osborne, 2013; OECD, 2016), con el fin de llegar al proceso de análisis e interpretación de los datos para generar o elegir las conclusiones adecuadas, dar razones a favor o en contra de una conclusión dada o proponer conclusiones alternativas a las ya presentadas (OECD, 2016).

Es así, como cada una de las categorías propuestas en la tabla 3, contiene una serie de ejemplos que permiten visibilizar en primer lugar la importancia de trabajar en el aula los diferentes tipos de abstracción de los datos, pasando de la simple lectura literal de los gráficos y tablas y la identificación de variables, a una lectura más profunda que permita una interpretación a partir del comportamiento de las variables

y su relación con el contexto (Arteaga, Batanero, Cañadas y Contreras, 2011), de tal manera que su adecuado manejo facilitará el proceso de comprensión, interpretación y generación de conclusiones y predicciones adecuadas.

Tabla 3. Ítems de la competencia Interpretar datos y pruebas científicas categorizados según la forma de presentación.

Nombre del ítems		Formas de abstracción de datos
Chocolate-2	Brillo de Labios-1	Interpretación de pruebas o datos presentados en forma de tablas
Combustibles fósiles-2	El maíz-7	
Evolución-1	Erupciones volcánicas-3	
El diario de Semmelweis-1	Síndrome de despoblamiento de colmenas-3	Interpretación de pruebas o datos presentados en forma de gráficas de ejes coordenados
Erupciones volcánicas-2	La caries dental-3	
El cambio climático-1	Comportamiento del espinoso-2	
Combustible fósiles-3	Comportamiento del espinoso-3	
El efecto invernadero-1	Cirugía con anestesia-4	
El efecto invernadero-2	Energía eólica-1	
Fumar-2	Energía eólica-2	
EL ozono-1	Perdido en el mar-1	Interpretación de pruebas o datos presentados en forma de figuras o imágenes
El catalizador-1	Central eléctrica-2	
El catalizador-3	Erupciones volcánicas-1	
Protectores solares-4	Extracción de aguas subterráneas-2	
La biodiversidad-1	Osmosis inversa-1	
La biodiversidad-2	Malaria-1	
Central eléctrica-1	La caries dental-1	
Central eléctrica-3		
Los autobuses-2	El ozono-2	
Las moscas-2	Lluvia ácida-2	
Peter Carneyl-2	Brillo de Labios-2	Interpretación de pruebas o datos presentados en forma textual
Un riesgo para la salud-1	Brillo de labios-3	
Gafas regulables-2		Interpretación de pruebas o datos presentados en forma dinámica (Figura)
Casa de bajo consumo-5	Gafas regulables-4	Interpretación de pruebas o datos presentados en forma interactiva (Tablas)
Casa de bajo consumo-1	Gafas regulables-5	
Casa de bajo consumo-2	Correr en días de calor-1	
Casa de bajo consumo-4	Correr en días de calor-7	
Gafas regulables-3		

En esta competencia, al igual que en la anterior, se presentan ítems liberados de PISA 2015, que a diferencia de los ítems de las versiones pasadas, son dinámicos e interactivos, y no sólo requieren del proceso de interpretación de los datos, sino también de la toma inicial de los datos mediante el uso del simulador, datos que se almacenan automáticamente en la tablas ya dadas y que después el estudiante debe pasar a realizar el proceso de análisis e interpretación, eligiendo de los datos recolectados aquellos que le permitan justificar su respuesta, conclusión o argumento del fenómeno o situación presentada. De esta manera, PISA 2015, genera una mayor exigencia en la prueba de ciencias, ya que el estudiante tiene que utilizar sus habilidades de manera conjunta y compleja en la solución de cada ejercicio.

Explicar los fenómenos científicamente

Esta última competencia deja de lado los conocimientos procedimentales y epistémicos para centrarse exclusivamente en los conocimientos de contenido; sin embargo, a pesar de que en el marco teórico de PISA 2015 se dice que los tres tipos de conocimiento (contenido, procedimentales y epistémicos), pueden trabajarse en esta competencia, los marcos anteriores siempre han hecho claridad en que esta competencia evaluará exclusivamente los conocimientos de contenido que deben manejar los estudiantes de 15 años y cómo los utilizan para producir o seleccionar predicciones, explicaciones o información adicional a partir de la comprensión del concepto científico inmerso en los fenómenos o situaciones presentadas en los ítems (OECD, 2016). Así también, desde el punto de vista de los ítems, se tiene que el 100% de los ítems que se presentan como ejemplos de esta competencia se clasifican como parte del conocimiento de contenido.

De esta manera, desde PISA 2000, se propone que los conceptos que se trabajarán serán familiares a las áreas comunes de la ciencia como son la física, la química, las ciencias biológicas y ciencias de la tierra y el espacio, que no solamente tendrán que recordarse sino aplicarse en cada uno de los ítems (OECD, 1999), apuntándole siempre a los niveles más altos de la alfabetización científica (Bybee, 1997) y de las dimensiones cognitivas del aprendizaje (Bloom, 1956; Gallardo et al., 2010).

Por tanto, aunque la cantidad de conceptos, hechos o teorías son variados y muy numerosos dentro de los currículos de los diferentes países, desde PISA 2000 se propone que esta gran lista se reduzca a unos conocimientos de contenidos básicos y relevantes para cualquier estudiante, basándose en cuatro criterios para su selección: tener mucha relevancia para la vida cotidiana, ser perdurables a lo largo de la próxima década y más allá, ser relevantes en situaciones en las que se deba demostrar el desarrollo de la alfabetización científica y facilitar el desarrollo de las habilidades científicas mencionadas en las dos anteriores competencias.

Es así, como desde PISA 2000, se propuso una lista de conocimientos que fue reorganizada y ampliada hasta llegar a PISA 2015, marco teórico que ha clasificado estos conocimientos en 3 categorías; sistemas físicos, sistemas vivos y sistemas de la

tierra y el espacio. En PISA 2006, se había propuesto una cuarta categoría denominada sistemas tecnológicos; sin embargo, se consideró esta categoría como un conocimiento transversal que afecta en gran escala a las ciencias, y por tal motivo, va a estar de alguna manera en los 3 sistemas mencionados; por tanto, en la siguiente tabla se enlistan los sistemas, conocimientos y ejemplos de ítems que permiten profundizar en ellos.

Esta competencia es la mayormente representada por los ítems con un total de 73 ejemplos, de los cuales 34 son de selección múltiple, 13 presentan el formato selección múltiple compleja y 26 son ítems de respuesta abierta.

Tabla 4. Conocimientos de la ciencia relevantes según los marcos teóricos planteados por PISA y ejemplo de ítems.

Sistemas	Conocimientos o contenidos	Nombre de los ítems	
Sistemas Físicos	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de la materia (por ejemplo, modelo de partículas, enlaces) 	Combustible fósiles-1	El maíz-2 El maíz-3
	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedades de la materia (por ejemplo, cambios de estado, conductividad térmica y eléctrica) 	Agua potable-2 Trabajar con calor-1	El maíz-5 Central eléctrica azul-4
	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios químicos de la materia (por ejemplo, reacciones, transferencia de energía, ácidos/bases) 	Trabajar con calor-2	Casa de bajo consumo-3 Ultrasonido-1
	<ul style="list-style-type: none"> • Movimientos y fuerzas (por ejemplo, velocidad, fricción) y la acción a la distancia (por ejemplo, las fuerzas magnéticas, gravitacionales y electrostáticas) 	Luz de las estrellas-2 El pan-1 El pan-3 El pan-4	Ultrasonido-3 El catalizador-2 Peter Carney-3 Peter Carney-4
	<ul style="list-style-type: none"> • La energía y su transformación (por ejemplo, conservación, la disipación, reacciones químicas) 	El gran cañón-2 Los tejidos-2	Flotante-1 Osmosis inversa-2 Refrigeración
	<ul style="list-style-type: none"> • Interacciones de la energía y la materia (por ejemplo, ondas de luz y de radio, ondas sónicas y sísmicas) 	Los autobuses-1 Energía eólica-4	Subterránea-1

Los ítems PISA, una herramienta para la identificación de las competencias científicas en el aula

Sistemas Vivos	<ul style="list-style-type: none"> • Células (por ejemplo, estructura y función, ADN, plantas y animales) * El concepto de un organismo (por ejemplo, unicelulares y multicelulares) • Seres humanos (por ejemplo, la salud, la nutrición, los subsistemas tales como la digestión, la respiración, la circulación, excreción, reproducción y su relación) • Poblaciones (por ejemplo, especies, evolución, biodiversidad, variación genética) • Ecosistemas (por ejemplo, cadenas tróficas, flujo de materia y energía) • Biosfera (por ejemplo, servicios del ecosistema, sostenibilidad) 	<p>Ejercicio físico-1 Ejercicio físico-2 Ejercicio físico-3 Agua potable-3 Agua potable-4 Agua potable-5 La caries dental-2 Ultrasonido-2 El chocolate-1 El chocolate-3 Fumar tabaco-1 Fumar tabaco-2 Evolución-3 El ozono-3 Mary Montagú-1 Mary Montagú-2 Mary Montagú-3 Clonación-1 Clonación-2 Fumar-1</p>	<p>Síndrome de despoblamiento de colmenas-1 Síndrome de despoblamiento de colmenas-4 Síndrome de despoblamiento de colmenas-5 El virus de la viruela del ratón-1 El virus de la viruela del ratón-2 El diario de Semmelweis-3 El diario de Semmelweis-4 Cirugía con anestesia-1 Cirugía con anestesia-2 Cirugía con anestesia-3 Los clones de ternero-2 Correr en días de calor-2 Correr en días de calor-4 El tránsito de venus-1 Gafas regulables-1 Capturar al asesino-1</p>
Sistemas de la tierra y el espacio	<ul style="list-style-type: none"> • Estructuras de los sistemas de la Tierra (por ejemplo, litosfera, atmósfera, hidrosfera) • La energía en los sistemas terrestres (por ejemplo, fuentes, clima global) • El cambio en los sistemas terrestres (por ejemplo, tectónica de placas, ciclos geoquímicos, fuerzas constructivas y destructivas) • La historia de la Tierra (por ejemplo, fósiles, orígenes y evolución) • La Tierra en el espacio (por ejemplo, gravedad, sistemas solares) * La historia y la escala del Universo y su historia (por ejemplo, años luz, la teoría del Big Bang) 	<p>Extracción de aguas subterráneas-1 Extracción de aguas subterráneas-3 Extracción de aguas subterráneas-4 Luz de las estrellas-1 El tránsito de venus-2 Energía eólica-3 El gran cañón -3 Luz de día-1 Luz de día-2 Lluvia ácida-1 Efecto invernadero-3 Agua potable-1</p>	

Desde el punto de vista de los ítems, esta competencia requiere que los estudiantes desarrollen la habilidad de reconocer, ofrecer y evaluar explicaciones científicas para una serie de fenómenos naturales y tecnológicos, partiendo de recordar y aplicar el conocimiento científico adecuado; identificar, utilizar y generar modelos explicativos y representaciones; hacer y justificar predicciones adecuadas; plantear hipótesis explicativas, y explicar las implicaciones potenciales del conocimiento científico en la sociedad (OECD, 2016).

En esta última competencia, a diferencia de las dos anteriores, se pueden identificar fácilmente ítems centrados en el simple recuerdo de un concepto o la función de un órgano o instrumento, como en el caso *capturar al asesino-1*, *fumar tabaco-1*, *gafas regulables-1* y *los tejidos-2*, pudiéndose decir que solo alcanzan los niveles nominal de la alfabetización científica en la escala de Bybee (1997), o reproductiva de conocimiento en la escala de Bloom (1956), coincidiendo con lo propuesto por Gallardo-Gil et al (2010). Sin embargo, en el resto de ítems es necesario una comprensión del concepto requerido y aplicarlo en el contexto o fenómeno dado para seleccionar o generar la explicación adecuada, permitiendo evaluar el grado de comprensión del concepto que tienen los estudiantes.

CONCLUSIONES

Las competencias científicas presentadas por PISA y analizadas desde sus ítems, muestran un grupo de habilidades que no son ajenas al contexto colombiano y que por tanto todo estudiante debe desarrollar, en donde las dos primeras competencias están enfocadas en evaluar habilidades en torno a los procesos de investigación, lo que permite hacer un llamado a los docentes para complementar los conocimientos científicos de contenido con actividades de investigación donde se potencien los conocimientos procedimentales como la identificación y propuesta de preguntas científicas, se trabaje en cuestiones que permitan diferenciar las ideas científicas de las que no lo son o están basadas en otros aspectos, la identificación y control de variables, la toma de evidencia o muestreo adecuado de los datos, la búsqueda de información y sobre todo fomentar la crítica con respecto a las fuentes de información. De esta manera, estas dos primeras competencias también se prestan para trabajar la competencia argumentativa, considerada una de las más complejas en el ámbito de la educación.

La última competencia más bien se centra en los conocimientos de contenido que todo estudiante debe tener claro sobre las ciencias y que se enumeran en la tabla 4; sin embargo, esto no quiere decir que el resto de conocimientos que son parte del currículo en los colegios deje de ser importante, puesto que el grado de importancia lo da el contexto en donde labore el docente en torno a las necesidades de los estudiantes y de la región. Por tanto, los ítems de esta última categoría pueden servir de ejemplo para que los docentes puedan formular sus propios instrumentos de evaluación según sus necesidades y contextos.



Plantear unos ítems como los presentados por el proyecto PISA involucra, además de un nivel alto de conocimientos sobre el tema, gran cantidad de tiempo del cual los docentes no disponen debido al gran número de actividades que se suele presentar en los colegios, siendo esta base de ítems una herramienta que aporte al cambio de la evaluación tradicional, pudiéndose ajustar su uso a las necesidades y tiempo del docente. En este sentido, puede disponer de los ítems con formato de selección múltiple y múltiple compleja para hacer una evaluación diagnóstica rápida que le permita conocer cuáles son las debilidades del grupo, o profundizar en estas expectativas con el uso de las preguntas de respuesta abierta, dando un mayor sentido a sus evaluaciones e involucrarse mediante el análisis de los datos, en estudios más complejos en los correspondientes procesos de enseñanza aprendizaje.

Así también, estos ítems pueden llevar al docente a compararlos con aquellos que normalmente utiliza para evaluar a sus alumnos (Monereo, 2009), bien sea para apoyar su proceso de evaluación o complementarlo, en donde es necesario que se entienda que el conocimiento y desarrollo de habilidades científicas debe estar siempre contextualizado o trabajarse bajo el desarrollo y solución de problemáticas actuales, ya sean personales, locales o globales, para garantizar su aplicación y aprendizaje significativo. De esta manera, estos ítems son una herramienta, tanto para el docente al darle una visión diferente y actualizada en enseñanza de las ciencias y más aún favorecerá a los alumnos al prepararlos como futuras generaciones que aporten significativamente al desarrollo del país.

REFERENCIAS

- Acevedo, J. (2005). TIMSS y PISA. Dos proyectos internacionales de evaluación del aprendizaje escolar en ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2, (3), 282-301. Recuperado de <http://www.cimm.ucr.ac.cr/ojs/index.php/eudoxus/article/view/433/432>
- Alcañiz, V., y Cervera, D. (2014). Evaluaciones externas, mucho más que resultados. Una mirada centrada en PISA. *Avances en supervisión educativa*, 1-23. Recuperado de <https://avances.adide.org/index.php/ase/article/view/84>
- Arteaga, P., Batanero, C., Cañadas, G., y Contreras, M. (2011). Las Tablas y Gráficos Estadísticos como Objetos Culturales. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 55-67. Recuperado de <http://funes.uniandes.edu.co/3571/1/Arteaga2011LasNumeros76.pdf>
- Barrera, F., Maldonado, D., y Rodríguez, C. (2012). Calidad de la educación básica y media en Colombia: diagnóstico y propuestas. *Serie Documentos de Trabajo*, 2, 1-73. Recuperado de <http://www.calidadeducativasm.com/wp-content/uploads/2015/10/calidad-de-la-educacion-basica-y-media-en-colombia.pdf>
- Bloom, B. (1956). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals: Cognitive Domain*. Michigan: Longman. Recuperado de http://www.univpgri-palembang.ac.id/perpus-fkip/Perpus-takaan/Pendidikan%20&%20Pengajaran/Taxonomy_of_Educational_Objectives__Handbook_1__Cognitive_Domain.pdf
- Bravo, B., Puig, B., y Jiménez, M. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 137-142. Recuperado de <file:///C:/Users/INVESTIGADORES/Downloads/pdf1102.pdf>
- Bybee, R. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann educational books.

- Castelblanco, Y. (2008). Resultados PISA 2006. Habilidades en ciencias de los jóvenes colombianos. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 57, 83-91. Recuperado de <http://aula.grao.com/revistas/alambique/057-la-evaluacion-pisa-en-ciencias/resultados-pisa-2006-habilidades-en-ciencias-de-los-jovenes-colombianos>
- De Pro, A. (2012). Hacia la competencia científica. *Alambique Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 70, 5-8. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3806046>
- Gallardo-Gil, M., Fernández-Navas, M., Sepúlveda-Ruiz, M., Serván, M., 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), 1-17. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/916/91617139006.pdf>
- Gil, D., y Vilches, A. (2006). ¿Cómo puede contribuir el proyecto PISA a la mejora de la enseñanza de las ciencias (y de otras áreas de conocimiento)? *Revista de Educación*, 295-311. Recuperado de http://www.revistaeducacion.mec.es/re2006/re2006_17.pdf
- Gott, R., y Duggan, S. (1996). Practical work: its role in the understanding of evidence in science. *International Journal of Science Education*, 18(7), 791-806.
- Jola, A. (2011). Determinantes de la calidad de la educación media en Colombia: un análisis de los resultados PISA 2006 y del plan sectorial "Revolución Educativa". *Coyuntura Económica: Investigación económica y social*, XLI, (1), 25-61. Recuperado de <http://www.fedesarrollo.org.co/wp-content/uploads/2012/08/C.-E.-Junio-2011-Determinantes-de-la-calidad-de-la-educacion-media-en-Colombia.-pp.-25-61.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*. Recuperado de http://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-340021_recurso_1.pdf
- Monereo, C. (2009). *PISA como excusa. Repensar la evaluación para cambiar la enseñanza*. Barcelona: GRAO, de IRIF, S.L. Ediciones.
- OECD. (1999). *Measuring Student Knowledge and Skills*. París: OECD Publications Service.
- OECD. (2003). *Informe PISA 2003. Aprender para el mundo del mañana*. España: Santillana Educación S.L. Recuperado de <https://www.oecd.org/pisa/39732493.pdf>
- OECD. (2006). *Education at a Glance 2006*. París: OECD Publishing. Recuperado de <https://www.oecd.org/education/skills-beyond-school/37376068.pdf>
- OECD. (2015). *Education at a Glance 2015: OECD Indicators*. París: OECD Publishing. Recuperado de http://download.ei-ie.org/Docs/WebDepot/EaG2015_EN.pdf
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. París: OECD Publishing. Recuperado de <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/9816021e.pdf?expires=1498741879&id=id&accname=guest&checksum=4ACD6DD401C83F67D0D5C1F2BD8D7268>
- Osborne, J. (2013). The 21st century challenge for science education: Assessing scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 10, 265-279.
- Revolución Educativa Química (2016, 3 de abril). Ítems PISA como herramienta para el docente. [web log post]. Recuperado de <http://revolucioneducativaquimica.blogspot.com.co/>
- Rivas, A. (2015). *América Latina después de PISA: Lecciones aprendidas de la educación en siete países (2000-2015)*. Buenos Aires: Fundación CIPPEC. Recuperado de http://mapeal.cippec.org/wp-content/uploads/2015/05/Rivas_A_2015_America_Latina_despues_de_PISA.pdf
- Schalk, H., y Van der Schee, J. (2008). The use of concepts of evidence by students in biology investigations: Development research in preuniversity education. In the nature of research in biological education: Old and new perspectives on theoretical and methodological issues. *A selection of papers presented at the VIIth Conference of European Reserchers in Didactics of Biology (ERIDOB)*, (pp. 279-296). Zeist, The Netherlands.