

# archivos analíticos de políticas educativas

Revista académica evaluada por pares, independiente,  
de acceso abierto y multilingüe



Universidad de San Andrés y Arizona State University

Volumen 27 Número 59

27 de mayo 2019

ISSN 1068-2341

## “Prueba de la Competencia en Ciencia y Tecnología,” Un Modelo de Evaluación Externa de Educación Primaria en España

*Tobías Martín-Páez*  
*José Miguel Vilchez-González*  
Universidad de Granada



*Javier Carrillo-Rosúa*  
Universidad de Granada e Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra  
(CSIC-UGR)  
España

**Citación:** Martín-Páez, T., Vilchez-González, J.M. & Carrillo-Rosúa, J. (2019). “Prueba de la Competencia en Ciencia y Tecnología,” un modelo de evaluación externa de Educación Primaria en España. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 27(59).  
<http://dx.doi.org/10.14507/epaa.27.3632>

**Resumen:** Esta investigación se centra en el análisis de la “Prueba de la competencia en ciencia y tecnología” elaborada como prueba modelo para el sexto curso de Educación Primaria por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD) de España. El análisis comprueba si la “Prueba de la competencia de ciencia y tecnología” se ajusta a sus marcos

Página web: <http://epaa.asu.edu/ojs/>  
Facebook: /EPAAA  
Twitter: @epaa\_aape

Artículo recibido: 15-1-2018  
Revisiones recibidas: 26-02-2019  
Aceptado: 05-03-2019

teóricos de referencia, y caracteriza la presencia de la competencia científica en los ítems de la misma. Se trata de un análisis documental exploratorio descriptivo, que utiliza una parrilla de observación diseñada a partir del Marco General de la evaluación final de Educación Primaria, actuando como observadores cuatro docentes de Educación Primaria. Los resultados nos permiten concluir que la distribución de algunas de las variables analizadas no se ajusta a lo especificado en los marcos de referencia, y que las subcompetencias asociadas a la competencia científica en los marcos internacionales de evaluación no aparecen en la prueba de forma equitativa. Se finaliza con propuestas de mejora para la elaboración de estas pruebas.

**Palabras clave:** Análisis documental; Evaluación externa; Competencia científica; Alfabetización científica; Educación Primaria

### **“Test of Competence in Science and Technology,” a model of external evaluation in Spain**

**Abstract:** This research focuses on the analysis of the “Test of competence in science and technology” developed as a model test for Grade 6 by the Spanish Ministry of Education, Culture and Sport (MECD). The analysis focuses on checking whether the “Test of Science and Technology Competence” conforms to its theoretical frameworks of reference, as well as to characterize the presence of scientific competence in the items of the same. This is a descriptive exploratory documentary research, which use an instrument designed in accordance to the General Framework of Primary Education Final Assessment; four teaches perform as observers. The results allow us to conclude that the distribution of some of the analyzed variables does not conform to what is demanded in the reference frameworks and that the subcompetences associated with scientific competence in the international evaluation frameworks do not appear in the test equitably. It is finalized with improvement proposals for future evaluations test.

**Key words:** Documentary analysis; External assessment; Scientific competence; Scientific literacy; Elementary School

### **“Prova de Competência em Ciência e Tecnologia,” um modelo de avaliação externa em Espanha**

**Resumo:** Esta pesquisa enfoca a análise do "Teste de competência em ciência e tecnologia" desenvolvido como modelo de teste para o sexto ano do Ensino Fundamental pelo Ministério da Educação, Cultura e Esporte (MECD) da Espanha. A análise verifica se o “Teste de Competência em Ciência e Tecnologia” está de acordo com seus referenciais teóricos de referência e caracteriza a presença de competência científica nos itens do mesmo. Trata-se de uma análise documental exploratória descritiva, que utiliza uma grade de observação projetada a partir do Marco Geral da avaliação final do Ensino Fundamental, com quatro professores do ensino fundamental atuando como observadores. Os resultados permitem concluir que a distribuição de algumas das variáveis analisadas não está de acordo com o que é especificado nos quadros de referência, e que as subcompetências associadas à competência científica nos quadros de avaliação internacionais não aparecem no teste de forma equitativa. Termina com propostas de melhoria para o desenvolvimento desses testes.

**Palavras-chave:** Análise documental; Avaliação externa; Competência científica; Alfabetização científica; Educação primária

## **Introducción**

Alfabetización científica es un término que, con diferentes orientaciones, empezó a difundirse en la literatura didáctica en español a partir del final de la década de los 90 y que actualmente es de amplio uso asociado al de competencia científica. En este trabajo, por ser referente internacional y por su relevancia al ser objeto de estudio, se asume la definición de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE): “la capacidad de involucrarse en temas relacionados con la ciencia y con las ideas de la ciencia, como un ciudadano reflexivo. Una persona con conocimientos científicos está dispuesta a participar en un discurso razonado sobre Ciencia y Tecnología” (OCDE 2017, p. 24). Así mismo, se entiende la competencia científica como la aplicación de esta alfabetización al ámbito educativo. Este sentido de la alfabetización científica, o desarrollo de la competencia científica, es esencial en la sociedad actual, ya que la ciencia y la tecnología están presentes en todas las esferas de nuestra vida, resultando crucial su aplicación en la formación del alumnado. Sin embargo, evaluar el desarrollo de la competencia científica es complejo, pues, por la propia definición de alfabetización y competencia, para ello se debería comprobar la aplicación de los saberes adquiridos en diferentes contextos y situaciones. Esta cuestión es inasumible para grupos muy numerosos de estudiantes, por lo que se suele llevar a cabo con pruebas estandarizadas de papel y lápiz (Cumming & Wyatt-Smith, 2009; Serván, 2011).

## **Marco Legislativo y Teórico**

A nivel internacional, en lo referente a una educación basada en competencias, se está llevando a cabo una adaptación de la legislación educativa a las disposiciones establecidas desde organismos internacionales. Este es el caso de la mayoría de los países, entre ellos, por ejemplo, Inglaterra y Portugal, que han modificado sus currículos para ajustarse a las sugerencias dadas desde la Unión Europea y la OCDE (Figueiredo, Leite & Fernandes, 2016).

Estas modificaciones legislativas y curriculares han implicado diversos niveles de centralización para poder ajustar la respuesta educativa a las características específicas de distintas poblaciones. Si tomamos como ejemplo las evaluaciones externas, nos encontramos con que actualmente existen: (a) casos centralizados a nivel internacional, como las pruebas The Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS) o The Programme for International Student Assessment (PISA) que son elaboradas para centralizaciones supranacionales (englobando diversos países, idiomas, culturas...); (b) propuestas centralizadas a nivel nacional, como el programa The National Literacy and Numeracy Strategies (NLS and NNS) para la evaluación mediante pruebas estandarizadas a nivel nacional (Earl et al., 2003), que consiste en una evaluación externa en el conjunto de centros educativos de Estados Unidos que trata de dar una respuesta mixta permitiendo la adaptación, aunque bajo el control nacional del Instituto de Ciencias de la Educación del Departamento de Educación Federal (organismo más centralizado); (c) casos como el de Inglaterra, en el que se permite que la descentralización llegue hasta los municipios; (d) casos de autoevaluación en los centros educativos (Blok, Slegers, & Karsten, 2005; Vanhoof, Van Petegem & De Maeyer, 2009), que supone su implantación en un centro educativo de forma singular, que se puede encontrar en diversos países ya que la decisión es propia del centro educativo. Además, estas adaptaciones legislativa y curricular no solo afectan a los entornos formales de educación, sino también a otros contextos educativos, como el caso del programa Summer Learning Program Evaluation del Rhode Island After School Plus Alliance (RIASPA) en el que se plantean las evaluaciones externas en el marco de las escuelas de verano del estado de Rhode Island (Estados Unidos de América).

En el caso de España, al igual que en el marco internacional, la evaluación, en general, y la evaluación externa de la competencia científica, en particular, vienen sufriendo continuos cambios legislativos en todas las etapas educativas. Estos cambios la han convertido en una temática de creciente interés social, siendo frecuentes las referencias en los medios de comunicación (Domingo & Martos, 2016; Ferrer & Massot, 2005; González-Mayorga, Vidal & Vieira, 2017; Runte Geidel 2016). Las instituciones educativas no solo se han replanteado los elementos de la evaluación (competencias, criterios de evaluación y estándares evaluables de aprendizaje), sino que han redefinido otros aspectos como quién evalúa (evaluación interna o externa) o cuál debe ser su objetivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje (diagnóstico o promoción).

El sistema educativo español aborda la evaluación por competencias en su desarrollo legislativo, tanto como parte de los elementos curriculares (recoge siete competencias clave, entre ellas la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología) como por la prescripción de evaluaciones externas. La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (MECD, 2013), ha dado respuesta a las evaluaciones externas estableciendo dos momentos de evaluación, uno en el tercer curso de Educación Primaria y otro en el sexto y último curso de esta etapa. Para la evaluación interna, según el Real Decreto 126/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Real Decreto 126/2014, 2014), se recomienda la elaboración de portafolios y la observación directa durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, de forma combinada con sistemas de rúbrica.

Para la evaluación externa se ha optado por la implantación de pruebas de papel y lápiz administradas colectivamente. La elección de este tipo de pruebas se debe a las dificultades que surgen al evaluar competencias en una gran población de estudiantes, según se reconoce en el Marco General de la evaluación final de Educación Primaria (MG, en adelante) (MECD, 2015a), y a que este tipo de pruebas son las utilizadas en las evaluaciones externas internacionales.

En este trabajo se analiza la “Prueba de la competencia en ciencia y tecnología” (PCCT, en adelante) que el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (MECD, en adelante) propone como modelo de prueba de evaluación externa para su administración en las distintas Comunidades Autónomas del país, que pueden optar por aplicarla tal cual o por adaptar sus propias pruebas siguiendo el modelo. Para definir las variables de análisis se utilizan dos marcos de referencia: el de la propia prueba (MECD, 2015a), del que se extraen las dimensiones de la competencia científica y el formato de pregunta, y el establecido por la (OCDE) para las pruebas PISA, según el cual el desarrollo de la competencia científica se relaciona con el de tres subcompetencias: explicar fenómenos científicamente, evaluar y diseñar investigaciones científicas e interpretar datos científicamente (OCDE, 2017).

Este estudio tiene antecedentes en un conjunto de trabajos que analizan pruebas de evaluación externa. Destacamos, en evaluaciones a gran escala, los trabajos de Gallardo et al. (2010) y Yus et al. (2013), que analizan los ítems liberados por PISA en el área específica de ciencias entre los años 2000 y 2006, Gallardo, Mayorga & Sierra (2014), que analizan las pruebas de Evaluación de Diagnóstico en Andalucía en competencia científica implantadas entre los años 2008 y 2010, y Mayorga, Gallardo & Jimeno (2015), que analizan las pruebas de la Evaluación de Diagnóstico de la Junta de Andalucía en el área de matemáticas realizadas entre los años 2006 y 2010. Pero también son referentes algunos trabajos que se centran en otras evaluaciones como la de la propia actividad docente (eg., Pérez de Landázabal, Varela & Alonso-Tapia, 2014, analizan ítems de evaluación tomando como muestra 30 profesores de Educación Secundaria) o la incluida en materiales curriculares (Verde, Caballero & Pablos, 2017 y Rodríguez, Pro & Molina, 2018, analizan actividades de libros de texto). Todos estos estudios obtienen conclusiones similares referidas a que los documentos analizados, de manera generalizada, exigen demandas cognitivas de bajo nivel, presentan escasa diversidad de contextualizaciones y argumentan que la

competencia evaluada en estas pruebas se aleja de propuestas más globales de competencia como la propuesta desde el informe DeSeCo.

Además queda la incógnita de valorar si las evaluaciones externas de competencia son coherentes con enfoques educativos interdisciplinares como orientaciones CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) o STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) que abogan por acercar las ciencias a contextos humanísticos (Acevedo, Vázquez & Manassero, 2003; Sanders, 2009) y buscan una mayor integración entre las distintas áreas de conocimiento (Fortus Krajcikb, Dershimerb, Marx, & Mamlok-Naamand, 2005; Satchwell & Loepp, 2002); o de “Ciencia ciudadana”, que defienden un aprendizaje basado en situaciones reales y cercanas para el alumnado (Wals, Brody, Dillon & Stevenson, 2014). Las propuestas de estos movimientos, además de otras como las que defienden el papel de la argumentación Jiménez Aleixandre (2011) en la evaluación, podrían contribuir a mejorar la evaluación de la competencia científica, también en las pruebas externas.

## Objetivos

Los objetivos de la investigación se centran en la descripción, caracterización y mejora de la prueba modelo de evaluación externa para sexto curso de Educación Primaria. Así, se definen los siguientes:

1. Comprobar si la “Prueba de la competencia en ciencia y tecnología” elaborada por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España como prueba modelo de evaluación externa para sexto curso de Educación Primaria se adecúa al Marco General de la evaluación final de Educación Primaria, elaborado por el propio Ministerio.
2. Caracterizar la presencia de la competencia científica en dicha prueba.
3. Formular, si procede, sugerencias de mejora para la elaboración de estas pruebas.

## Metodología de Investigación

En esta investigación se desarrolla un análisis documental exploratorio-descriptivo. Dadas las debilidades de las metodologías cuantitativas en este tipo de investigaciones sociales (Mayring, 2017), los datos han sido recogidos, filtrados y consensuados a través de una triangulación (Mihladiz & Dogan, 2017; Paes & Amaral, 2017) realizada por cuatro docentes experimentados en la materia, a través de un sistema de variables que, como se describe más adelante, parten de las definiciones dadas desde el MG (MECD, 2015a) y la OCDE (OCDE, 2017).

### Material de Estudio

El análisis se centra en la PCCT elaborada por el MECD (2015b). La prueba consta de seis unidades de evaluación, y cada una de ellas, de un “estimulo” (información sobre una situación problemática contextualizada) y un conjunto de ítems relacionados que corresponden a las preguntas que los estudiantes tienen que responder. El número total de ítems de la PCCT es 37, lo que se ajusta al MG (MECD, 2015a), que establece un mínimo de 35 ítems y un máximo de 50.

### Descripción de las Variables

Las variables utilizadas para el primer objetivo (comprobar si la PCCT se adecúa a su marco de referencia) surgen del MG (MECD, 2015a), en el que se definen, para la competencia

científica, cuatro dimensiones: contexto, contenido, proceso cognitivo y actitud. De estas dimensiones, en este estudio no se considera la variable actitud, ya que el propio MG recomienda que, debido a su naturaleza, su evaluación no se debe hacer mediante prueba externa sino internamente durante la evaluación continua.

Además, se analiza otra variable relacionada con las características generales de la prueba, el tipo de pregunta, cuyo valor implicará respuestas con mayor objetividad en la corrección (respuestas cerradas: cerrada y semiconstruida) o que darán mayor información (explicitación de argumentos: construida y abierta).

La Tabla 1 muestra las variables utilizadas para dar respuesta al primer objetivo de esta investigación y los posibles valores de estas; entre paréntesis se indica, si procede, el porcentaje de la presencia de las mismas prescrita desde el MG.

Tabla 1

*Dimensiones de la competencia científica y formato de pregunta, con el porcentaje de la presencia de los valores que prescribe el MG*

VARIABLES	VALORES	VARIABLES	VALORES
Contexto	Personal	Proceso cognitivo	Conocer y reproducir (40%)
	Escolar		Aplicar y analizar (40%)
	Social		Razonar y reflexionar (20%)
	Artístico-humanístico		Cerrada (mínimo 40%)
Contenido	Los seres vivos (20%)	Formato de pregunta	Semiconstruida
	El ser humano y la salud (20%)		Construida (mínimo 20% entre todas)
	La materia y la energía (30%)		Abierta
	La tecnología, los objetos y las máquinas (30%)		

A continuación se procede a describir estas variables y los valores que adoptan, aportando ejemplos extraídos de la prueba analizada:

**Contexto.** En este estudio se utilizan los contextos proporcionados por el MG:

(a) Personal: Problemas o desafíos a los que podría enfrentarse el estudiante, relacionados con él mismo, su familia o su grupo de amigos (Fig. 1).

CCT03

**3. El hermano pequeño de Alejandra le pregunta que por qué las hojas de los árboles son de color verde.**

**¿Cuál es la respuesta correcta que debería dar Alejandra?**

- A. Porque así se distinguen del tronco, que es marrón.
- B. Porque el verde es el color que gusta más a los insectos.
- C. Porque tienen clorofila, para hacer la fotosíntesis.
- D. Porque las hojas están formadas por células.

Figura 1. Ejemplo ítem con contexto personal

(b) Escolar: Situaciones relacionadas con la vida escolar y el grupo o grupos de compañeros (Fig. 2).

CCT26

26. ¿Qué tipo de reacción química, provocada por la levadura, hace que las magdalenas aumenten de volumen?

- A. Fermentación
- B. Oxidación
- C. Neutralización
- D. Reducción

Figura 2. Ejemplo ítem con contexto escolar

(c) Social: Situaciones referidos al barrio, a la localidad o a la sociedad en general (Fig. 3).

CCT09

9. En el restaurante, Miguel ha visto este cartel. Escribe dos componentes del tabaco que sean perjudiciales para la salud.

- 1. \_\_\_\_\_
- 2. \_\_\_\_\_



Figura 3. Ejemplo ítem con contexto social

(d) Artístico y humanístico: Relacionado con la aplicación de la ciencia y la tecnología al mundo artístico y de las ciencias sociales. No se muestran ejemplos del contexto “Artístico y humanístico” ya que no ha sido identificado en ninguno de los ítems analizados.

**Contenido:** Para analizar esta variable se utilizan los bloques de contenido descritos por el MECD en el R.D. 126/2014 (Real Decreto 126/14, 2014), a excepción del bloque “Iniciación a la actividad científica”. La exclusión se debe a que el MG (MECD, 2015a) establece que este bloque se encuentra incluido en el resto de bloques de contenido en sexto de Educación Primaria. De este modo queda definida la Variable “Contenido” y sus categorías:

(a) Los seres vivos (Fig. 4).

CCT01

1. Ahora Alejandra quiere clasificar las fotos que ha sacado, y a cada una le va a poner una etiqueta que ponga una de estas tres cosas: "Reino Animal", "Reino Vegetal" o "Reino de los Hongos".

Rellena la siguiente tabla para ayudar a Alejandra.

Fotografía	Reino
A	
B	
C	
D	
E	

Figura 4. Ejemplo de ítem con contenido seres vivos

(b) El ser humano y la salud (Fig. 5).

CCT06

6. El padre de Miguel tiene que cuidar su alimentación para evitar sufrir enfermedades relacionadas con el aparato circulatorio. El médico le ha recomendado consumir regularmente frutas y verduras, y no tomar muchas grasas ni azúcares, para controlar el peso. ¿Qué menú le recomendarías al padre de Miguel que escogiera?

Primer plato	
Segundo plato	
Postre	
Bebida	

Figura 5. Ejemplo de ítem con contenido el ser humano y la salud

(c) La materia y la energía (Fig. 6).

CCT20

20. En el bidón de su jardín, Claudia ha observado que hay una rama pequeña flotando, mientras que en el fondo hay un tornillo, que se le ha debido caer a su padre. Claudia piensa en la razón de por qué flota la rama. Ayúdala completando la siguiente frase:

La rama flota porque es menos \_\_\_\_\_ que el \_\_\_\_\_.

Figura 6. Ejemplo de ítem con contenido la materia y la energía

(d) La tecnología, los objetos y las máquinas (Fig. 7).

**33. Juan muestra lo que está construyendo a Ana y Miguel. Se trata de una pequeña máquina compuesta. ¿Qué 3 elementos podrías indicarle para construir una máquina compuesta?** CCT33

1. \_\_\_\_\_
2. \_\_\_\_\_
3. \_\_\_\_\_

Figura 7. Ejemplo de ítem con contenido la tecnología, los objetos y las máquinas

**Proceso cognitivo.** En cuanto al requerimiento de proceso cognitivo para la realización de la tarea, nos basamos en la caracterización realizada por el MG (MECD, 2015a). La variable Proceso cognitivo podría adoptar tres valores, que describen los procesos mentales aplicados por el alumnado al responder a los ítems:

(a) Conocer y reproducir: Hace referencia a la habilidad del alumno para recordar, reconocer y describir los hechos, conceptos y procedimientos que son necesarios para unos sólidos fundamentos científicos (Fig. 8).

**5. De entre las opciones de primer plato, Miguel ha elegido el arroz con conejo. ¿Qué tipo de nutrientes aporta en mayor cantidad?** CCT05

- A. Hidratos de carbono y proteínas
- B. Vitaminas y minerales
- C. Hidratos de carbono y grasas
- D. Proteínas y grasas

Figura 8. Ejemplo de ítem con proceso cognitivo conocer y reproducir

(b) Aplicar y analizar: Se centra en el uso de este conocimiento para generar explicaciones y resolver problemas prácticos (Fig. 9).

**7. ¿Cuál de las siguientes enfermedades podría sufrir el padre de Miguel si no cuida su alimentación?** CCT07

- A. Miopía
- B. Trombosis
- C. Neumonía
- D. Sida

Figura 9. Ejemplo de ítem con proceso cognitivo aplicar y analizar

(c) Razonar y reflexionar: Incluye el uso de las pruebas y de la comprensión científica para analizar, sintetizar y generalizar, a menudo en situaciones no familiares y contextos complejos (Fig. 10).

## CCT15

15. Ana piensa en qué se podría hacer para volver a juntar los globos tras el experimento del vídeo. ¿Cuál crees que es la respuesta correcta?

- A. Esperar un rato a que se pase el efecto
- B. Colocar entre los dos globos un tercer globo frotado con lana
- C. Colocar entre los dos globos un objeto no electrizado
- D. Colocar entre los dos globos un imán

Figura 10. Ejemplo de ítem con proceso cognitivo razonar y reflexionar

**Formato de pregunta.** En cuanto al formato de pregunta usado en los ítems, en el propio MG (MECD, 2015a) se establece una clasificación:

(a) Preguntas de respuesta cerrada, bajo el formato de elección múltiple, en las que solo una opción es correcta y las restantes se consideran erróneas (Fig. 11).

## CCT14

14. Ana ha encontrado un vídeo en internet en el que se ve cómo se hace otro experimento con globos. En él, un chico hace lo siguiente:

- Hincha dos globos y los ata a los extremos de un hilo.
- Frota los dos globos con un paño de lana.
- Levanta el hilo por el centro, dejando que los dos globos caigan hacia abajo...

Pero justo en ese momento, el vídeo se corta. ¿Qué crees que sucederá a continuación?

- A. Los dos globos se separan porque tienen la misma carga eléctrica
- B. Los dos globos se separan porque tienen el mismo polo magnético
- C. Los dos globos se separan porque tienen distinta carga eléctrica
- D. Los dos globos se separan porque tienen distinto polo magnético

Figura 11. Ejemplo de ítem con pregunta de respuesta cerrada

(b) Preguntas de respuesta semiconstruida, que incluyen varias preguntas de respuesta cerrada dicotómicas o solicitan al alumnado que complete frases o que relacione por medio de flechas diferentes términos o elementos (Fig. 12).

## CCT04

4. La ardilla que sale en la fotografía se está comiendo algo. Parece que es una bellota. La profesora de Alejandra les ha contado durante la excursión que las ardillas también comen escarabajos, y que hay dos animales, la garduña y el autillo, que se comen a las ardillas.

Completa la siguiente cadena trófica.

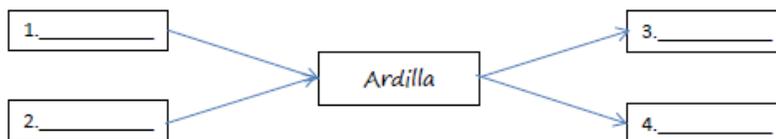


Figura 12. Ejemplo de ítem con pregunta de respuesta semiconstruida

(c) Preguntas de respuesta construida, que exigen el desarrollo de procedimientos y la obtención de resultados. Este tipo de preguntas no han sido encontradas en la muestra analizada.

(d) Preguntas de respuesta abierta, que admiten respuestas diversas, las cuales, aun siendo correctas, pueden diferir unas de otras (Fig. 13).

**CCT09**

**9. En el restaurante, Miguel ha visto este cartel. Escribe dos componentes del tabaco que sean perjudiciales para la salud.**

1. \_\_\_\_\_

2. \_\_\_\_\_



Figura 13. Ejemplo de ítem con pregunta de respuesta abierta

**Subcompetencias.** Por su parte, para dar respuesta al segundo objetivo (caracterizar la presencia de la competencia científica) se utilizan las subcompetencias asociadas a la competencia científica por la OCDE (2017), asumidas por el MG (MECD, 2015a). La Tabla 2 muestra los valores de esta variable.

Tabla 2  
*Competencia científica y sus valores*

Variable	Valores
Subcompetencias	Explicar fenómenos científicamente
	Evaluar y diseñar investigaciones científicas
	Interpretar datos científicamente

Con más detalle, estas subcompetencias consisten en lo siguiente (OCDE, 2017):

(a) Explicar fenómenos científicamente: Es la subcompetencia necesaria para recordar y utilizar teorías, ideas, información y hechos; ofrecer explicaciones científicas, lo que requiere una comprensión de cómo este conocimiento se ha creado y el nivel de confianza que se puede tener en las afirmaciones científicas; conocer las formas y procedimientos estándares que se utilizan en la investigación científica para obtener dichos conocimientos y comprender su papel en la justificación de los conocimientos científicos (Fig. 14).

CCT13

13. ¿Qué pasaría si, en lugar de un globo, frotáramos un bolígrafo con la lana y después lo acercáramos a unos trocitos de papel?

---



---



---



---

Figura 14. Ejemplo de ítem con subcompetencia explicar fenómenos científicamente

(b) Evaluar y diseñar investigaciones científicas: Nos permite conocer los procedimientos básicos usados en el ámbito científico y la función de estos procedimientos a la hora de evaluar los nuevos avances científicos, permitiendo definir como una problemática de carácter científico puede ser resuelta (Fig. 15).

CCT30

30. ¿Sabías que uno de los avances tecnológicos más importante es el ordenador? Fue diseñado a mediados del siglo XX y ha evolucionado mucho hasta nuestros días. Indica con una cruz qué elemento del listado siguiente no forma parte de un ordenador.

<input type="checkbox"/>	Procesador	Da un razonamiento de la importancia del ordenador en nuestras vidas.
<input type="checkbox"/>	Compresor	
<input type="checkbox"/>	Disco duro	
<input type="checkbox"/>	Teclado	

---



---

Figura 15. Ejemplo de ítem con subcompetencia evaluar y diseñar investigaciones científicas

(c) Interpretar datos científicamente: Nos permite dar argumentaciones basadas en datos científicos e interpretar la veracidad de los datos dados en los argumentos de otras personas (Fig. 16).

CCT27

27. La abuela de Carlos le ha dicho que si quiere tardar menos en hacer las magdalenas, puede poner el horno entre 200 y 220 ° C. En ese caso, tiene que tener cuidado y no dejarlas más de 12 minutos, porque si no se pueden quemar. Si, por el contrario, prefiere no estar muy pendiente de si se queman, puede poner el horno entre 140 y 160 ° C, y dejarlas 20 minutos. Carlos ha decidido apuntarse todo en una tabla, para que no se le olvide. ¿Puedes ayudarle a completarla?

Temperatura del horno (°C)	Tiempo en el horno (minutos)
180 - 200	

Figura 16. Ejemplo de ítem con subcompetencia interpretar datos científicamente”

Según la OCDE (2017), el desarrollo de estas subcompetencias supone el de la competencia científica. Esto, unido al hecho de que otros trabajos ponen de manifiesto la validez de las mismas en este tipo de estudios y su potencialidad para evaluar la competencia científica (Yus et al., 2013), es lo que nos hace considerar que, aunque no estén descritas por el MG (MECD, 2015a), son adecuadas para este estudio.

Existen otras propuestas para la caracterización de la competencia científica. Por ejemplo, la establecida por Cañal (2012), que agrupa la competencia en cuatro dimensiones (conceptual, metodológica, actitudinal e integrada) que a su vez se desglosan en once capacidades. Aunque pudieran ser más precisas, en nuestro caso se ha decidido utilizar la de la OCDE por ser la asumida por el marco teórico de la prueba analizada.

### Instrumento de Recogida de Datos y Procedimiento

Para la recogida de datos se diseñó una parrilla de doble entrada. En la primera fila se situaron las variables analizadas, y en la segunda, los valores asociados a cada una de ellas. A partir de la tercera fila, en la primera columna se encuentran las referencias utilizadas para los ítems de la prueba analizada, y el resto de columnas se dejaron en blanco para anotar los resultados del análisis. En la Tabla 3 se muestra un fragmento de la misma.

Tabla 3  
*Fragmento de la parrilla de doble entrada*

	Contexto			Contenido			
	Personal	Escolar	Social	Artístico humanístico	Los seres vivos	El ser humano y la salud	...
CCT01*							
...							

*Nota:*\* CCT01: Competencia Ciencia y Tecnología, ítem 01

En cuanto al procedimiento, se ha optado por que la observación de las pruebas la realicen actores muy cercanos a la realidad escolar y al problema de estudio: un grupo de docentes experimentados, tres profesoras y un profesor, que cumplen los siguientes requisitos: docentes de Educación Primaria con más de siete años de experiencia en la etapa educativa (les ha permitido vivir la implementación de la enseñanza basada en competencias), que hayan desempeñado cargos directivos (y por ende, deben conocer bien la legislación vigente y han tenido contacto con actores también relevantes como los inspectores de educación), que su centro educativo de adscripción haya implementado pruebas de evaluación similares (han tenido que pasar y evaluar las pruebas externas) y que sean ajenos a la investigación. Cada uno ha valorado, de manera independiente, los ítems de la PCCT en función de las variables de estudio. Una vez obtenidos los primeros resultados, se procedió a una depuración de los mismos a través de un proceso preestablecido, que consistía en:

1. Una primera reunión para analizar las diferencias entre docentes, hasta llegar a unos resultados consensuados.
2. De no llegar a acuerdo, se procedería a otro análisis individual seguido de una nueva reunión para intentar concretar esta respuesta conjunta.
3. Por último, en el caso de no alcanzar acuerdo, se acudiría a un juez experto externo. En esta investigación no fue necesario acudir al juez experto externo.

## Resultados y Discusión

En primer lugar se muestran los resultados por variables; a continuación, aquellos resultados de los pares de variables cuyo cruce ha mostrado relación estadísticamente significativa. En ambos casos, a modo de discusión, se plantean propuestas de mejora.

### Resultados por Variables

En la Figura 17 se puede observar una síntesis de los resultados de la investigación.

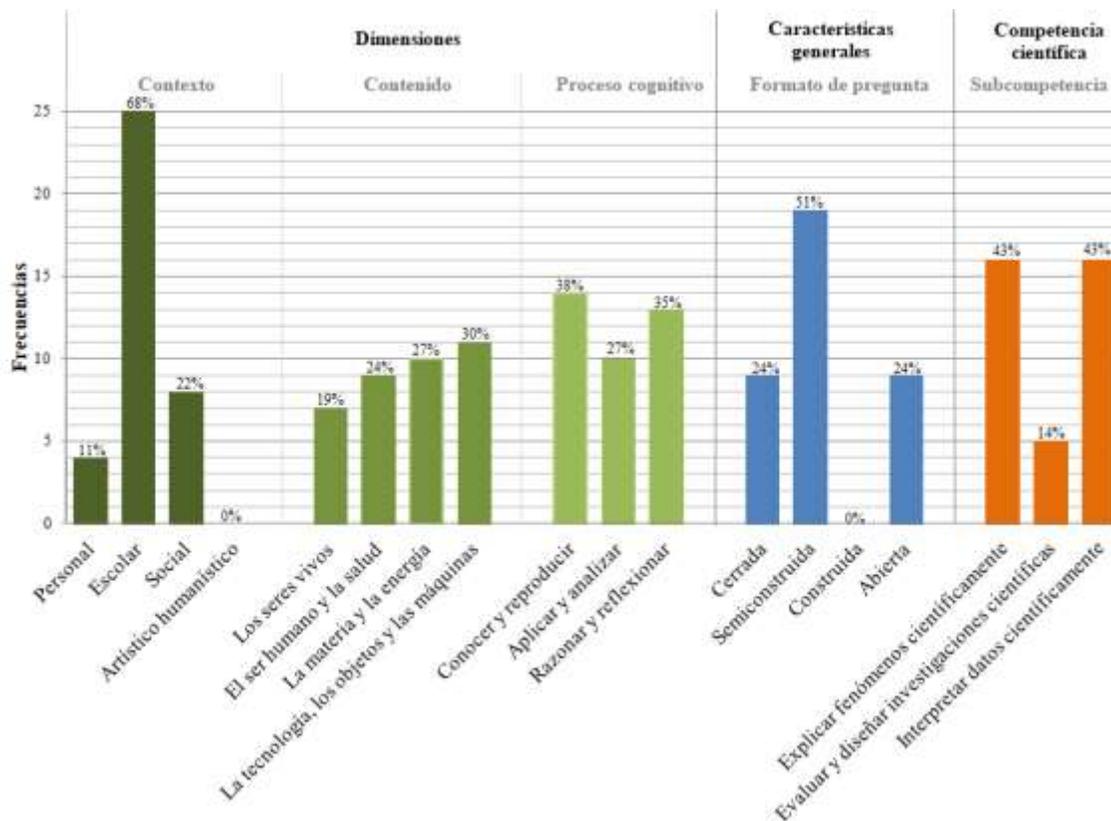


Figura 17. Presencia de las variables en los ítems de la prueba ( $N = 37$ ). Encima de cada barra, en porcentaje

**Contexto.** Como se puede observar en la Figura 17, el contexto “Escolar” tiene mayor presencia que el resto en su conjunto. Este hecho puede deberse a que ese trata de un contexto con alta significación para el alumnado y el profesorado, lo que puede facilitar la elaboración de los estímulos de las unidades de evaluación. En el extremo opuesto, destaca que el contexto “Artístico-humanístico” no tiene presencia en la PCCT, lo que contradice lo recomendado por algunas orientaciones CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), que invitan a una mayor asociación a contenidos y contextos relacionados con las humanidades para conseguir un aprendizaje más globalizado y significativo de las ciencias (e.g. Acevedo et al., 2003), así como a lo recomendado por el movimiento “Ciencia ciudadana”, que aboga por partir de proyectos de base local partiendo de este contexto (Wals et al., 2014), o el enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics), que fomenta el aprendizaje de diversas áreas de conocimiento aprovechando las sinergias existentes entre ellas en su aplicación (Fortus et al.,

2005; Satchwell & Loepp, 2002), pudiendo partir de contextos humanísticos (Sanders, 2009).

**Contenido.** En cuanto al contenido disciplinar de los ítems, los dos bloques relacionados con Ciencias de la vida, presentan por separado menor frecuencia que los del resto de bloques de otras disciplinas científicas (19 y 24%), aunque conjuntamente están cerca de la mitad de los ítems. Esto se ajusta adecuadamente a la distribución prescrita desde el MG que implica un 40% para el conjunto del bloque (Tabla 1). Hay que subrayar que tradicionalmente la enseñanza de las ciencias de la vida se liga más a lo descriptivo, pudiendo ser, a priori, más difícil introducir una evaluación de enfoque competencial para esos contenidos. El bloque de contenidos “La materia y la energía” se ajustan con bastante aproximación a lo establecidos desde el MG. El bloque de contenidos “La tecnología, los objetos y las máquinas” se ajusta a lo establecido desde el MG.

El Real Decreto 126/2014 por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Real Decreto 126/2014, 2014) otorga mucha importancia a los estándares de aprendizaje como elementos de la evaluación por competencias. Sin embargo, la presencia de los bloques de contenido prescrita desde el MG no coincide exactamente con el porcentaje de los estándares de aprendizaje asociados a cada uno de estos bloques, como se muestra en la

Tabla 4  
*Distribución de bloques de contenidos en la PCCT, prescrita por el MG y según los estándares de aprendizaje asociados a cada bloque (Real Decreto 126/2014, 2014)*

	PCCT	MG	Estándares de aprendizaje
Los seres vivos	19%	20%	27%
El ser humano y la salud	24%	20%	23%
La Materia y energía	27%	30%	27%
La tecnología, objetos y máquinas	30%	30%	23%

**Proceso cognitivo.** Respecto a la variable Proceso cognitivo, el valor más observado es “Conocer y reproducir” (38%), que es el que menor demanda cognitiva requiere. Además, se pone de manifiesto que “Aplicar y analizar” (27% de los ítems analizados) tiene una presencia menor a la prescrita desde el MG, mientras que el valor “Razonar y reflexionar” (35% de los ítems analizados), la tiene mayor (Tabla 1).

Los resultados obtenidos en este estudio indican una distribución más equilibrada entre los procesos cognitivos que los obtenidos por Gallardo et al. (2014) o Yus et al. (2013), en pruebas similares. Así, estos estudios muestran una presencia mayoritaria de los procesos cognitivos de menor nivel, aunque para Educación Secundaria.

**Formato de pregunta.** En cuanto al Formato de pregunta, la que tiene mayor presencia es la “Semiconstruida”, superando al resto de valores de la variable en su conjunto, mientras que el valor “Construida” no se ha observado en ninguno de los ítems. Otras investigaciones, como las realizadas por Gallardo et al. (2014) para pruebas similares, reflejan una mayor presencia de preguntas de respuesta cerrada.

Se observa que los formatos de pregunta no se ajustan a las prescripciones del MG (Tabla 1), en las que se recomienda un mínimo de un 40% de ítems de respuesta cerrada y un mínimo de un 20% de respuestas semiconstruidas, construidas y abiertas. Según el MG la

distribución prescrita puede favorecer la obtención de resultados más objetivos al priorizar al formato de pregunta cerrada. Sin embargo, trabajos como los realizados por Jiménez Aleixandre (2011) ponen de manifiesto la importancia de la argumentación en el desarrollo de la competencia científica; y esta argumentación solamente se puede explicitar en preguntas abiertas, aunque esto implique una mayor dificultad para objetivar el proceso de corrección de las pruebas. Además, según Crujeiras & Jiménez (2015), este tipo de evaluaciones deberían solicitar las justificaciones en las preguntas de respuesta múltiple para obtener mayor información sobre el desarrollo competencial del alumnado.

**Subcompetencias.** En relación con la competencia científica, los valores de la variable con mayor presencia son “Explicar fenómenos científicamente” e “Interpretar datos científicamente”, cada uno de ellos observado en el 43% de los ítems, siendo el valor con menor presencia “Evaluar y diseñar investigaciones científicas”, con un 14%.

La OCDE (2017) no establece ninguna jerarquía entre estas subcompetencias sino que se considera necesario el desarrollo de las tres para alcanzar un determinado nivel competencial. La subcompetencia “Evaluar y diseñar investigaciones científicas” tiene una presencia inferior a las otras, y por lo tanto la evaluación de la competencia científica y tecnológica esta sesgada y centrada en la expresión científica y la interpretación de datos científicos. Este hecho podría deberse a la escasa tradición en España, comparada con otros países, especialmente los anglosajones, de trabajar específicamente aspectos relacionados con la naturaleza de la ciencia, centrándose en aspectos más conceptuales y propedéuticos (Solbes, Montserrat & Furió, 2007).

### Variables Cruzadas

Una vez descritas las variables, se consideró interesante estudiar si existen relaciones entre ellas y así describir mejor las pruebas. La Tabla 5 muestra los coeficientes de contingencia de las relaciones entre pares y, entre paréntesis, su significación estadística. Se marcan en negrita aquellos que presentan una relación estadísticamente significativa, que serán los que se comentarán a continuación.

Tabla 5

*Distribución de bloques de contenidos en la PCCT, prescrita por el MG y según los estándares de aprendizaje asociados a cada bloque (Real Decreto 126/2014, 2014)*

Variabes	Contenido	Contexto	Formato de pregunta	Subcompetencia	Proceso cognitivo
Contenido		<b>0,605</b> <b>(0,002)</b>	<b>0,505</b> <b>(0,049)</b>	0,468 (0,110)	0,382 (0,387)
Contexto	<b>0,605</b> <b>(0,002)</b>		0,445 (0,058)	0,439 (0,066)	0,405 (0,124)
Formato de pregunta	<b>0,505</b> <b>(0,049)</b>	0,445 (0,058)		0,324 (0,363)	0,255 (0,642)
Subcompetencia	0,468 (0,110)	0,439 (0,066)	0,324 (0,363)		<b>0,452</b> <b>(0,050)</b>
Proceso cognitivo	0,382 (0,387)	0,405 (0,124)	0,255 (0,642)	<b>0,452 (0,050)</b>	

La Tabla 6 recoge la relación entre las variables “Contexto” y “Contenido”.

Tabla 6  
Relaciones entre contextos y contenidos. Valores porcentuales

		Contenidos			
		Los seres vivos	El ser humano y la salud	La materia y la energía	La tecnología, los objetos y las máquinas
Contextos	Personal	0	11	0	0
	Escolar	16	8	27	16
	Social	3	5	0	14
	Artístico humanístico	0	0	0	0

Las relaciones entre las variables “Contexto” y “Contenido” ponen de manifiesto que:

- (a) El contexto “Personal” solo se relaciona con el Bloque de contenidos “El ser humano y la salud”.
- (b) El contexto “Escolar” se relaciona principalmente con el bloque de contenido “La materia y la energía” y presenta una relación escasa con el bloque “El ser humano y la salud”.
- (c) El contexto social se relaciona con el bloque de contenido “La tecnología, los objetos y las máquinas” principalmente y no se asocia con el bloque de contenido “La materia y la energía”.
- (d) El contexto “Artístico-humanístico” no aparece y por tanto no se pueden establecer las relaciones con los bloques de contenido.

La tendencia es, pues, ligar lo personal a la salud, lo escolar a algunos contenidos disciplinares, y lo social a lo tecnológico.

La Tabla 7 recoge la relación entre las variables “Proceso cognitivo” y “Subcompetencia”.

Tabla 7  
Relaciones entre procesos cognitivos y subcompetencias. Valores porcentuales

		Subcompetencia		
		Explicar fenómenos científicamente	Evaluar y diseñar investigaciones científicas	Interpretar datos científicamente
Proceso cognitivo	Conocer y reproducir	16	0	22
	Aplicar y analizar	19	5	3
	Razonar y reflexionar	8	8	19

Las relaciones entre estas variables ponen de manifiesto que, en la PCCT:

- (a) El proceso cognitivo “Conocer y reproducir” se presenta en las subcompetencias “Explicar fenómenos científicamente” e “Interpretar datos científicamente” mientras que la subcompetencia “Evaluar y diseñar investigaciones científicas” presenta una relación de exclusión.

- (b) El proceso cognitivo “Aplicar y analizar” se relaciona principalmente con la subcompetencia “Explicar fenómenos científicamente”.
- (c) El proceso cognitivo “Razonar y reflexionar” se relaciona mayoritariamente con la subcompetencia “Interpretar datos científicamente”.

Yus et al. (2013) establecen una relación entre estas variables para el caso de las pruebas PISA en Educación Secundaria. Nuestro análisis demuestra que existe relación entre estas variables en la PCCT; si bien al contrario de lo establecido por Yus et al. (2013), que definían equivalencias directas entre las subcompetencias y los procesos cognitivos, tal como muestra la tabla 8. Los datos obtenidos en la investigación muestran, ver Tabla 7, que no se puede asociar una sola subcompetencia con unos determinados procesos cognitivos, ya que, el uso de una subcompetencia puede implicar varios procesos cognitivos.

Tabla 8

*Equivalencia Subcompetencias y Procesos cognitivos según Yus et al. (2013)*

Subcompetencias	Proceso cognitivo
Explicar fenómenos científicamente	Comprensión/Reflexión
Evaluar y diseñar investigaciones científicas	Comunicación/Argumentación
Interpretar datos científicamente	Aplicación/Transferencia

La Tabla 9 recoge la relación entre las variables “Formato de pregunta” y “Contenido”.

Tabla 9

*Relaciones entre formatos de pregunta y contenidos. Valores porcentuales*

		Contenidos			
		Los seres vivos	El ser humano y la salud	La materia y la energía	La tecnología, los objetos y las máquinas
Formato de preguntas	Cerrada	11	3	11	0
	Semiconstruida	8	11	14	19
	Construida	0	0	0	0
	Abierta	0	11	3	11

Las principales relaciones encontradas son:

- (a) El formato de pregunta “Cerrada” se asocia principalmente con los bloques de contenido “Los seres vivos” y “La materia y la energía”, y es excluyente con el bloque de contenido “La tecnología, los objetos y las máquinas”.
- (b) El formato de pregunta “Semiconstruida” tiene relación, principalmente, con el bloque de contenido “La tecnología, los objetos y las máquinas”, y se asocia en menor medida con el bloque de contenido “Los seres vivos”.
- (c) El formato de pregunta “Construida”, al no estar presente en la prueba, no puede ser analizado.
- (d) El formato de pregunta “Abierta” se asocia principalmente con los bloques de contenido “El ser humano y la salud” y “La tecnología, los objetos y las máquinas” y es excluyente en el bloque de contenido “Los seres vivos”.

Esta relación muestra cómo la prueba PCCT presenta un número mayor de preguntas objetivas en todos los bloques de contenido y cierta argumentación en las respuestas solo se requiere asociada a los bloques “El ser humano y la salud” y “La tecnología, los objetos y las máquinas”.

## **Conclusiones, Propuestas de Mejora y Limitaciones**

Tras analizar la PCCT podemos afirmar que la prueba no se ajusta por completo a su marco de referencia (MECD, 2015a); en particular, no lo hace en lo que respecta a los procesos cognitivos implicados en las respuestas a los ítems, ni en el formato de pregunta. Las variables “Contexto”, “Contenido” y “Subcompetencias” no tienen prescrita la presencia de sus valores en la prueba, pero sí se puede, fruto de su caracterización, realizar algunas recomendaciones al respecto.

En lo que respecta a la presencia de la competencia científica en la PCCT, las subcompetencias asociadas a la misma aparecen en la prueba, pero no de forma equilibrada, siendo “Evaluar y diseñar investigaciones científicas”, a pesar de su relevancia, la que menor presencia tiene.

Además, se ha observado que todas las variables presentan alguna relación de dependencia estadísticamente significativa entre pares, encontrando en particular las siguientes:

- (a) “Contexto” y “Contenido”.
- (b) “Proceso cognitivo” y “Subcompetencias”.
- (c) “Formato de pregunta” y “Contenido”.

Este análisis nos permite describir mejor la PCCT al poner de manifiesto que existen relaciones estadísticamente significativas entre algunas de las variables estudiadas, especialmente en la variable “Contenido”, que guarda relación con las variables “Contexto” y “Formato de pregunta”. Al analizar las relaciones entre las variables “Contexto” y “Contenido” se puede deducir que cada uno de los contextos tiende a presentarse relacionado con algunos bloques de contenido en la PCCT. En particular, lo personal se liga más a la salud, lo escolar al resto de contenidos disciplinares, y lo social a lo tecnológico. Además, este estudio presenta pruebas de que en la PCCT se observa relación entre las variables “Proceso cognitivo” y “Subcompetencias”. Dado que el estudio está enmarcado en una investigación longitudinal y transversal, se espera en un futuro poder afirmar si existe una relación entre estas variables independientemente de la prueba analizada, e intentar describir dicha relación. Por último, en relación con las variables “Formato de pregunta” y “Contenido”, cada formato de pregunta tiende a asociarse con unos determinados bloques de contenidos, asociaciones que ya fueron descritas en el apartado de Resultado y Discusión.

De estas conclusiones pueden derivarse las siguientes recomendaciones para que futuras pruebas de evaluación externa de Educación Primaria en España se ajusten más a lo recomendado desde la Didáctica de las Ciencias, e incluso a lo prescrito por la normativa estatal.

En relación con los contextos y los contenidos se podría recomendar una mayor diversidad de los mismos, dado el carácter globalizador de la etapa educativa, y de este modo atender las recomendaciones del movimiento CTS, “Ciencia ciudadana” o el enfoque STEM. Además teniendo en cuenta la importancia dada desde el Real Decreto 126/2014 a los estándares de aprendizaje, sugerimos que la presencia de los bloques de contenido en las pruebas, y en la distribución establecida por el MG, podría ajustarse a la proporción de estándares de aprendizaje asociados a los mismos.

La PCCT presenta una distribución más equilibrada de los procesos cognitivos que la planteada desde el MG (MECD, 2015a) y la analizada por Gallardo et al. (2014), o Yus et al.

(2013). La recomendación que plantearíamos para la elaboración de futuras pruebas sería mantener la importancia dada a “Razonar y reflexionar” y aumentar la de “Aplicar y analizar” a costa de disminuir la de “Conocer y reproducir”.

En cuanto al Formato de pregunta, sería conveniente modificar la distribución prescrita desde el MG (MECD, 2015a). Atendiendo a estudios como los realizados por Jiménez Aleixandre (2011), deberían aparecer preguntas en las que fuese necesaria la argumentación, aunque esto suponga una pérdida de objetividad en la corrección.

Recomendamos que, mediante una adecuada transposición didáctica, se considerase aumentar la presencia de la subcompetencia “Evaluar y diseñar investigaciones científicas” en futuras pruebas, para de este modo mejorar la presencia de la competencia científica en las mismas. Para ello se podrían utilizar textos con breves síntesis de investigaciones científicas debidamente simplificados y adaptados a la edad escolar (con problema a resolver, hipótesis, contrastación, resultados y conclusiones) para que el alumnado emita una evaluación valorativa; o que sea el propio alumnado el que diseñe, a modo de sencillas pautas, una investigación científica para dar respuesta a un problema de investigación.

Por último, en el caso de demostrarse en futuros análisis la persistencia de las relaciones entre variables, sería recomendable la supresión de aquellas, pues podrían permitir el diseño de estrategias de entrenamiento para las pruebas en las que no se desarrolle la competencia científica en toda su riqueza, práctica que debería ser evitada pues se debe formar en competencias y no para superar las pruebas de evaluación.

En cuanto a las limitaciones del presente estudio, una es la propia selección de las variables, pues presentan diferencias según el marco de referencia seleccionado para su estudio. En esta investigación se ha utilizado el marco de referencia definido para la prueba y se ha completado con marcos de referencia más generales cuando la variable a caracterizar no estaba presente en el marco de referencia de la prueba. Otra limitación es el que no se cuente con una triangulación de los análisis entre diversos profesionales relacionados con el área (investigadores en didáctica de las ciencias y formadores de futuros docentes) para poder establecer una visión más holística del objeto de estudio.

### Agradecimientos

Se agradecen las sugerencias y comentarios de los dos revisores anónimos, así como las del editor, que sin duda han contribuido a la mejora del artículo; también a Agustín, Beatriz, Juana M<sup>a</sup>, Marisol y Purificación, maestros en activo, sin cuya colaboración no hubiera sido posible este trabajo. Por último, al grupo de investigación de la Junta de Andalucía HUM613, en cuyo seno se realiza la investigación, y al Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, por la ayuda FPU al primer autor.

### Referencias

- Acevedo, J. A., Vázquez, A., & Manassero, M. A. (2003). Papel de la educación CTS en una alfabetización científica y tecnológica para todas las personas. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), 80-111. Recuperado de [http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC\\_2\\_2\\_1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen2/REEC_2_2_1.pdf)
- Blok, H., Slegers, P., & Karsten, S. (2005). *School self-evaluation in primary education*. Amsterdam: SCO-Kohnstamm Instituut.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la Escuela*, 78, 5–17. Recuperado de <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/6932>

- Crujeiras Pérez, B., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2015). Análisis de la competencia científica de alumnado de secundaria : Respuestas y justificaciones a ítems de PISA. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 385–401.  
[http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2015.v12.i3.01](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.01)
- Cumming, J. J., & Wyatt-Smith, C. M. (2009). *Framing assessment today for the future: Issues and challenges. Educational assessment in the 21st century*. New York: Springer.
- Domingo, J., & Martos, J. M. (2016). Análisis del discurso político en España sobre el fracaso escolar en Twitter. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 24(70).  
<http://dx.doi.org/10.14507/epaa.24.2357>
- Earl, L., Watson, N., Levin, B., Leithwood, K., Fullan, M., & Torrance, N. (2003). *Final Report of the External Evaluation of England's National Literacy and Numeracy Strategies. Executive Summary: Final Report. Watching & Learning 3*. London, Ontario Institute for Studies in Education, University of Toronto.
- Ferrer, F., & Massot, M. (2005). El proyecto PISA en los medios de comunicación escrita: de la simplificación a la manipulación. *Organización y Gestión Educativa*, 13(1), 19- 22.
- Figueiredo, C., Leite, C., & Fernandes, P. (2016). The curriculum in school external evaluation frameworks in Portugal and England. *Research in Comparative & International Education*, 11(3), 282–297. <https://doi.org/10.1177/1745499916661933>
- Fortus, D., Krajcik, J., Dersheimer, R. C., Marx, R. W., & Mamlok-Naamand, R. (2005). Design-based science and real-world problem solving. *International Journal of Science Education*, 27(7), 855–879. <https://doi.org/10.1080/09500690500038165>
- Gallardo Gil, M., Fernández Navas, M., Sepulveda Ruiz, M. P., Serván, M. J., Yus, R., & Barquín, J. (2010). PISA y la competencia científica. Un análisis de las pruebas de PISA en el área de Ciencias. *RELIEVE: Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 16(2), 1-17. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/916/91617139006.pdf>
- Gallardo Gil, M., Mayorga Fernández, M. J., & Sierra Nieto, J. E. (2014). La competencia de ‘conocimiento e interacción con el mundo físico y natural’: Análisis de las pruebas de evaluación de diagnóstico de Andalucía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(2), 160-180. <http://dx.doi.org/10498/15973>
- González-Mayorga, H., Vidal, J., & Vieira, M. J. (2017). El impacto del Informe PISA en la sociedad española: el caso de la prensa escrita. *RELIEVE-Revista Electrónica de Investigación y Evaluación Educativa*, 23(1), 3. <http://doi.org/10.7203/relieve.23.1.9015>
- Jiménez Aleixandre, M. P. (2011). Argumentación y uso de pruebas: construcción, evaluación y comunicación de explicaciones en Biología y Geología. En P. Cañal (Coord.) *Didáctica de la Biología y Geología*. Madrid: Graó.
- Mayorga Fernández, M. J., Gallardo Gil, M., & Jimeno Pérez, M. (2015). Evaluación Diagnóstica en Andalucía: Una investigación del área “competencia matemática”. *Aula Abierta*, 47-53. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aula.2014.07.001>
- Mayring, P. (2017). Evidence triangulation in health research. The combination of experimental, descriptive and content-analytical approaches. *Kolner zeitschrift fur soziologie und sozialpsychologie*, 69(2), 415–434. <http://dx.doi.org/10.1007/s11577-017-0464-z>
- Mihladiz, G., & Dogan, A. (2017). Investigation of the Pre-service Science Teachers’ Pedagogical Content Knowledge about the Nature of Science. *Hacettepe universitesi egitim fakultesi dergisi-hacettepe university journal of education*, 32(2), 380–395.  
<http://dx.doi.org/10.16986/HUJE.2016017220>
- Ministerio de Educación Ciencia y Deporte. (2013). Ley orgánica para la mejora de la calidad educativa (LOMCE) (Ley Orgánica 8/2013, 9 de diciembre). Boletín Oficial del Estado,

- n° 295, 2013, 10 diciembre. Recuperado de [https://www.boe.es/diario\\_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12886](https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2013-12886)
- Ministerio de Educación Ciencia y Deporte. (2015a). Marco General de la evaluación final de Educación Primaria. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/evaluacionfinalprimaria/marco-teorico-evaluacion-final-6ep.pdf?documentId=0901e72b81ceacce>
- Ministerio de Educación Ciencia y Deporte. (2015b). Prueba de la competencia en ciencia y tecnología. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/evaluacionsextoprimaria/prueba-modelo6epcyt.pdf?documentId=0901e72b81d3c84f>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2017). PISA 2015 Science Framework. *En PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic, Financial Literacy and Collaborative Problem Solving*. OECD Publishing: Paris. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-3-en>
- Paes, V. R., & Amaral, S. C. F. (2017). Public policies for educational sport in Sao Paulo: Impacts of the 2016 Olympic Games. *Movimento*, 23(2), 715–728. Recuperado de <https://seer.ufrgs.br/index.php/Movimento/article/view/71006/42226>
- Pérez de Landazábal, M. C., Varela, P., & Alonso-Tapia, J. (2014). Assessment for learning: Science teachers' ideas on assessment of core competences in science understanding. *Infancia y Aprendizaje*, 35(2), 215-232. <https://doi.org/10.1174/021037012800218023>
- Real Decreto por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria (Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero). Boletín Oficial del Estado, n° 52, 2014, de 1 de marzo. Recuperado de <http://www.boe.es/boe/dias/2014/03/01/pdfs/BOE-A-2014-2222.pdf>
- Rodríguez Moreno, J., Pro Bueno, A., & Molina Jaén, M. D. (2018). Opinión de los docentes sobre el tratamiento de las competencias en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3102. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i3.3102](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3102)
- Runte Geidel, A. (2016). PISA en la prensa española y su influencia sobre las políticas educativas. *Opción: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 32(8), 713-733. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5901116>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 34(1), 20-26.
- Satchwell, R., & Loepp, F. L. (2002). Designing and Implementing an Integrated Mathematics, Science, and Technology Curriculum for the Middle School. *Journal of Industrial Teacher Education*, 39(3), 52-60.
- Serván Núñez, M. J. (2011). Percepciones e interpretaciones de las comunidades educativas en torno a la evaluación externa de los aprendizajes escolares. Estudios de caso sobre la evaluación de diagnóstico en Andalucía. *Cultura y Educación*, 23(2), 221-234. <https://doi.org/10.1174/113564011795944712>
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: Implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 21, 91-117. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2475999>
- Vanhoof, J., Van Petegem, P., & De Maeyer, S. (2009). Attitudes towards school self-evaluation. *Studies in Educational Evaluation*, 35, 21–28. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2009.01.004>
- Verde, A. M., Caballero, I., & Pablos, M. (2017). La competencia científica en los textos escolares. Un estudio LOE-LOMCE. *Enseñanza de las Ciencias, n° Extra.*, 1129-1134. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6690169>

Wals, A. E. J., Brody, M., Dillon, J., & Stevenson, R. B. (2014). Convergence between science and environmental education. *Science*, 344(6184), 583–584.

<https://doi.org/10.1126/science.1250515>

Yus Ramos, R., Fernández Navas, M., Gallardo Gil, M., Barquín Ruiz, J., Sepúlveda Ruiz, M. P., & Serván Núñez, M. J. (2013). La competencia científica y su evaluación. Análisis de las pruebas estandarizadas de PISA. *Revista de Educación*, 360, 557–576.

<http://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-360-127>

## Sobre los Autores

### **Tobías Martín-Páez**

Universidad de Granada

[tmartin@ugr.es](mailto:tmartin@ugr.es)

Tobías Martín Páez es un becario FPU de la Universidad de Granada que imparte docencia en el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada y en Centros de Educación Infantil y Primaria. Sus investigaciones han explorado diversos campos entre ellos la didáctica de las Ciencias Experimentales, la evaluación educativa, Aprendizaje basado en indagación y Educación STEM. Los trabajos de Tobías han sido publicados en revistas como *Revista de Educación* o *Enseñanza de las Ciencias*.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8263-5605>

### **José Miguel Vílchez-González**

Universidad de Granada

[jmvilchez@ugr.es](mailto:jmvilchez@ugr.es)

José Miguel Vílchez-González fue profesor de Física y Química de Enseñanza Secundaria entre 1996 y 2007, y desde ese año hasta la actualidad pertenece al Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada. En él imparte docencia relacionada con la Didáctica de la Física y la Química. Sus líneas de investigación se centran en las dificultades de aprendizaje en Educación Primaria y Secundaria, en Naturaleza de la Ciencia y en el uso de programas de animación para trabajar estos contenidos. Es autor de publicaciones de Didáctica de las Ciencias por las que ha obtenido galardones nacionales de investigación e innovación educativas, y autor y coordinador de libros de texto de Física y Química de Educación Secundaria y Bachillerato en editorial de reconocido prestigio.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9766-1061>

### **Javier Carrillo-Rosúa**

Universidad de Granada e Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR)

[fcarril@ugr.es](mailto:fcarril@ugr.es)

Javier Carrillo-Rosúa es actualmente profesor contratado doctor del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Granada al que pertenece desde el año 2007 y en el cual ha impartido diversas materias, fundamentalmente en relación con la enseñanza de las ciencias. Ha publicado más de una centena de trabajos de distintas temáticas en relación a las ciencias de la Tierra y a la educación científica en la que se centra actualmente. Ha participado en numerosas propuestas de alfabetización y divulgación científica. Pertenece a la subred andaluza de Comunidades de Aprendizaje y lidera una iniciativa de voluntariado y aprendizaje servicio en relación a centros educativos de Comunidades de Aprendizaje.

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2889-3966>

# archivos analíticos de políticas educativas

Volumen 27 Número 59

27 de mayo 2019

ISSN 1068-2341



Los/as lectores/as pueden copiar, mostrar, y distribuir este artículo, siempre y cuando se de crédito y atribución al autor/es y a Archivos Analíticos de Políticas Educativas, se distribuya con propósitos no-comerciales, no se altere o transforme el trabajo original. Más detalles de la licencia de Creative Commons se encuentran en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0> Cualquier otro uso debe ser aprobado en conjunto por el autor/es, o AAPE/EPAA. La sección en español para Sud América de AAPE/EPAA es publicada por el *Mary Lou Fulton Teachers College, Arizona State University* y la *Universidad de San Andrés* de Argentina. Los artículos que aparecen en AAPE son indexados en CIRC (Clasificación Integrada de Revistas Científicas, España) DIALNET (España), [Directory of Open Access Journals](#), EBSCO Education Research Complete, ERIC, Education Full Text (H.W. Wilson), PubMed, QUALIS A1 (Brazil), Redalyc, SCImago Journal Rank, SCOPUS, Socolar (China).

Por errores y sugerencias contacte a [Fischman@asu.edu](mailto:Fischman@asu.edu)

Síguenos en EPAA's Facebook comunidad at <https://www.facebook.com/EPAAAPE> y en Twitter feed @epaa\_aape.

## archivos analíticos de políticas educativas consejo editorial

Editor Consultor: **Gustavo E. Fischman** (Arizona State University)

Editores Asociados: **Armando Alcántara Santuario** (Universidad Nacional Autónoma de México), **Angelica Buendía**, (Metropolitan Autonomous University), **Alejandra Falabella** (Universidad Alberto Hurtado, Chile), **Antonio Luzon**, (Universidad de Granada), **José Luis Ramírez**, (Universidad de Sonora), **Paula Razquin** (Universidad de San Andrés), **Maria Alejandra Tejada-Gómez** (Pontificia Universidad Javeriana, Colombia)

**Claudio Almonacid**  
Universidad Metropolitana de  
Ciencias de la Educación, Chile

**Miguel Ángel Arias Ortega**  
Universidad Autónoma de la  
Ciudad de México

**Xavier Besalú Costa**  
Universitat de Girona, España

**Xavier Bonal Sarro** Universidad  
Autónoma de Barcelona, España

**Antonio Bolívar Boitia**  
Universidad de Granada, España

**José Joaquín Brunner**  
Universidad Diego Portales, Chile

**Damián Canales Sánchez**  
Instituto Nacional para la  
Evaluación de la Educación,  
México

**Gabriela de la Cruz Flores**  
Universidad Nacional Autónoma  
de México

**Marco Antonio Delgado  
Fuentes** Universidad  
Iberoamericana, México

**Inés Dussel**, DIE-CINVESTAV,  
México

**Pedro Flores Crespo** Universidad  
Iberoamericana, México

**Ana María García de Fanelli**  
Centro de Estudios de Estado y  
Sociedad (CEDES) CONICET,  
Argentina

**Juan Carlos González Faraco**  
Universidad de Huelva, España

**María Clemente Linuesa**  
Universidad de Salamanca,  
España

**Jaume Martínez Bonafé**  
Universitat de València, España

**Alejandro Márquez Jiménez**  
Instituto de Investigaciones  
sobre la Universidad y la  
Educación, UNAM, México

**María Guadalupe Olivier  
Tellez**, Universidad Pedagógica  
Nacional, México

**Miguel Pereyra** Universidad de  
Granada, España

**Mónica Pini** Universidad  
Nacional de San Martín,  
Argentina

**Omar Orlando Pulido Chaves**  
Instituto para la Investigación  
Educativa y el Desarrollo  
Pedagógico (IDEP)

**José Ignacio Rivas Flores**  
Universidad de Málaga, España

**Miriam Rodríguez Vargas**  
Universidad Autónoma de  
Tamaulipas, México

**José Gregorio Rodríguez**  
Universidad Nacional de  
Colombia, Colombia

**Mario Rueda Beltrán** Instituto  
de Investigaciones sobre la  
Universidad y la Educación,  
UNAM, México

**José Luis San Fabián Maroto**  
Universidad de Oviedo,  
España

**Jurjo Torres Santomé**,  
Universidad de la Coruña,  
España

**Yengny Marisol Silva Laya**  
Universidad Iberoamericana,  
México

**Ernesto Treviño Ronzón**  
Universidad Veracruzana,  
México

**Ernesto Treviño Villarreal**  
Universidad Diego Portales  
Santiago, Chile

**Antoni Verger Planells**  
Universidad Autónoma de  
Barcelona, España

**Catalina Wainerman**  
Universidad de San Andrés,  
Argentina

**Juan Carlos Yáñez Velazco**  
Universidad de Colima, México

education policy analysis archives  
editorial board

Lead Editor: **Audrey Amrein-Beardsley** (Arizona State University)

Editor Consultor: **Gustavo E. Fischman** (Arizona State University)

Associate Editors: **David Carlson, Lauren Harris, Eugene Judson, Mirka Koro-Ljungberg, Scott Marley, Molly Ott, Iveta Silova** (Arizona State University)

**Cristina Alfaro**  
San Diego State University  
**Gary Anderson**  
New York University  
**Michael W. Apple**  
University of Wisconsin, Madison

**Jeff Bale**  
University of Toronto, Canada  
**Aaron Bevanot** SUNY Albany

**David C. Berliner**  
Arizona State University  
**Henry Braun** Boston College

**Casey Cobb**  
University of Connecticut  
**Arnold Danzig**  
San Jose State University  
**Linda Darling-Hammond**  
Stanford University  
**Elizabeth H. DeBray**  
University of Georgia  
**David E. DeMatthews**  
University of Texas at Austin  
**Chad d'Entremont** Rennie Center  
for Education Research & Policy  
**John Diamond**  
University of Wisconsin, Madison  
**Matthew Di Carlo**  
Albert Shanker Institute  
**Sherman Dorn**  
Arizona State University  
**Michael J. Dumas**  
University of California, Berkeley  
**Kathy Escamilla**  
University of Colorado, Boulder  
**Yariv Feniger** Ben-Gurion  
University of the Negev  
**Melissa Lynn Freeman**  
Adams State College  
**Rachael Gabriel**  
University of Connecticut

**Amy Garrett Dikkers** University  
of North Carolina, Wilmington  
**Gene V Glass**  
Arizona State University  
**Ronald Glass** University of  
California, Santa Cruz

**Jacob P. K. Gross**  
University of Louisville  
**Eric M. Haas** WestEd

**Julian Vasquez Heilig** California  
State University, Sacramento  
**Kimberly Kappler Hewitt**  
University of North Carolina  
Greensboro  
**Aimee Howley** Ohio University

**Steve Klees** University of Maryland  
**Jaekyung Lee** SUNY Buffalo  
**Jessica Nina Lester**  
Indiana University  
**Amanda E. Lewis** University of  
Illinois, Chicago  
**Chad R. Lochmiller** Indiana  
University  
**Christopher Lubienski** Indiana  
University  
**Sarah Lubienski** Indiana University

**William J. Mathis**  
University of Colorado, Boulder  
**Michele S. Moses**  
University of Colorado, Boulder  
**Julianne Moss**  
Deakin University, Australia  
**Sharon Nichols**  
University of Texas, San Antonio  
**Eric Parsons**  
University of Missouri-Columbia  
**Amanda U. Potterton**  
University of Kentucky  
**Susan L. Robertson**  
Bristol University

**Gloria M. Rodriguez**  
University of California, Davis  
**R. Anthony Rolle**  
University of Houston  
**A. G. Rud**  
Washington State University

**Patricia Sánchez** University of  
University of Texas, San Antonio  
**Janelle Scott** University of  
California, Berkeley  
**Jack Schneider** University of  
Massachusetts Lowell  
**Noah Sobe** Loyola University

**Nelly P. Stromquist**  
University of Maryland  
**Benjamin Superfine**  
University of Illinois, Chicago  
**Adai Tefera**  
Virginia Commonwealth University  
**A. Chris Torres**  
Michigan State University  
**Tina Trujillo**  
University of California, Berkeley  
**Federico R. Waitoller**  
University of Illinois, Chicago  
**Larisa Warhol**  
University of Connecticut  
**John Weathers** University of  
Colorado, Colorado Springs  
**Kevin Welner**  
University of Colorado, Boulder  
**Terrence G. Wiley**  
Center for Applied Linguistics  
**John Willinsky**  
Stanford University  
**Jennifer R. Wolgemuth**  
University of South Florida  
**Kyo Yamashiro**  
Claremont Graduate University  
**Miri Yemini**  
Tel Aviv University, Israel

## arquivos analíticos de políticas educativas conselho editorial

Editor Consultor: **Gustavo E. Fischman** (Arizona State University)

Editoras Associadas: **Kaizo Iwakami Beltrao**, (Brazilian School of Public and Private Management - EBAPE/FGV, Brazil), **Geovana Mendonça Lunardi Mendes** (Universidade do Estado de Santa Catarina), **Gilberto José Miranda**, (Universidade Federal de Uberlândia, Brazil), **Marcia Pletsch, Sandra Regina Sales** (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro)

**Almerindo Afonso**

Universidade do Minho  
Portugal

**Alexandre Fernandez Vaz**

Universidade Federal de Santa  
Catarina, Brasil

**José Augusto Pacheco**

Universidade do Minho, Portugal

**Rosanna Maria Barros Sá**

Universidade do Algarve  
Portugal

**Regina Célia Linhares Hostins**

Universidade do Vale do Itajaí,  
Brasil

**Jane Paiva**

Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Brasil

**Maria Helena Bonilla**

Universidade Federal da Bahia  
Brasil

**Alfredo Macedo Gomes**

Universidade Federal de Pernambuco  
Brasil

**Paulo Alberto Santos Vieira**

Universidade do Estado de Mato  
Grosso, Brasil

**Rosa Maria Bueno Fischer**

Universidade Federal do Rio Grande  
do Sul, Brasil

**Jefferson Mainardes**

Universidade Estadual de Ponta  
Grossa, Brasil

**Fabiany de Cássia Tavares Silva**

Universidade Federal do Mato  
Grosso do Sul, Brasil

**Alice Casimiro Lopes**

Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Brasil

**Jader Janer Moreira Lopes**

Universidade Federal Fluminense e  
Universidade Federal de Juiz de Fora,  
Brasil

**António Teodoro**

Universidade Lusófona  
Portugal

**Suzana Feldens Schwertner**

Centro Universitário Univates  
Brasil

**Debora Nunes**

Universidade Federal do Rio Grande  
do Norte, Brasil

**Lílian do Valle**

Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Brasil

**Flávia Miller Naethe Motta**

Universidade Federal Rural do Rio de  
Janeiro, Brasil

**Alda Junqueira Marin**

Pontifícia Universidade Católica de  
São Paulo, Brasil

**Alfredo Veiga-Neto**

Universidade Federal do Rio  
Grande do Sul, Brasil

**Dalila Andrade Oliveira**

Universidade Federal de Minas  
Gerais, Brasil