

METODOLOGÍA PARA UNA COMPARACIÓN INTERNACIONAL DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO EVALUADO EN TEDS-M

Methodology for an international comparison of the pedagogical content knowledge evaluated in TEDS-M

Araceli Gutiérrez-Gutiérrez^a, Luis Rico Romero^a, Pedro Gómez Guzmán^b
^aUniversidad de Granada, ^bUniversidad de los Andes

Resumen

El objetivo general de nuestra investigación es describir y caracterizar el conocimiento didáctico manifestado por los futuros maestros en el estudio TEDS-M (Teacher Education Study in Mathematics) en relación con el resto de países participantes en el estudio. En este trabajo, presentamos los criterios que hemos establecido para valorar las respuestas de los futuros profesores a las preguntas del cuestionario y el procedimiento que usamos para calcular las medias de cada país y realizar las comparaciones pertinentes. Ejemplificamos estos procedimientos para las preguntas que evaluaban el conocimiento sobre números y operaciones.

Palabras clave: *Didáctica de la Matemática, Estudios internacionales, Formación inicial de maestros, Números y operaciones, TEDS-M.*

Abstract

The general aim of our research is to describe and characterize the pedagogical content knowledge that Spanish future primary teachers showed in TEDS-M (Teacher Education Study in Mathematics) in comparison with the other countries participating in the study. In this paper, we present the criteria that we have established to assess prospective teachers' responses to the questionnaire, and the method we use to calculate the averages of each country and make relevant comparisons. We exemplify these procedures by the questions that assessed the knowledge about number and operations.

Keywords: *Mathematics Pedagogy, number and operations, pedagogical content knowledge, pre-service teacher education, TEDS-M.*

CONTEXTO: EL ESTUDIO TEDS-M

El estudio TEDS-M (*Teacher Education and Development Study in Mathematics*) es un estudio internacional comparativo sobre los planes de formación inicial y sobre los conocimientos que los futuros profesores de primaria y secundaria obligatoria debieran conseguir durante su preparación como profesores de matemáticas. Se llevó a cabo durante los años 2006-2010. La publicación del informe internacional tuvo lugar en el año 2012 (Tatto et al., 2012). Fue patrocinado por la Asociación Internacional para la Evaluación del Rendimiento Educativo (IEA, por sus siglas en inglés) y se basaba en el supuesto de que un factor importante que puede explicar las diferencias en las capacidades, conocimientos y actitudes de los alumnos de primaria y secundaria obligatoria manifestadas en estudios internacionales (como PISA o TIMSS) tiene que ver con la variedad de aproximaciones a la formación inicial del profesorado de matemáticas.

España participó en el estudio para —entre otros objetivos—: analizar y caracterizar, sobre una sólida base empírica, cómo era la formación inicial del profesorado de matemáticas en España;

Gutiérrez-Gutiérrez, A., Rico, L., y Gómez, P. (2014). Metodología para una comparación internacional del conocimiento didáctico evaluado en TEDS-M. En J. L. González, J. A. Fernández-Plaza, E. Castro-Rodríguez, M. T. Sánchez-Compañía, C. Fernández, J. L. Lupiáñez y L. Puig (Eds.), *Investigaciones en Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de las Matemáticas y Educación Matemática - 2014* (pp. 93-99). Málaga: Departamento de Didáctica de las Matemáticas, de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales y SEIEM.

establecer relaciones entre ese conocimiento y las características del plan de estudios en el que habían recibido su formación (1991-2010) y poder realizar comparaciones internacionales (INEE, 2012).

Los resultados españoles sobre el conocimiento matemático y didáctico de las matemáticas escolares que se presentaron en el informe internacional de TEDS-M (Tatto et al., 2012, p. 143), al igual que los que presenta el informe nacional (INEE, 2012, p. 85), son globales. Estos resultados indican únicamente el resultado obtenido por los futuros profesores españoles en el conocimiento matemático (481) y didáctico del contenido (492) en relación con una media internacional de 500. Este argumento pone de manifiesto la necesidad de describir y caracterizar el conocimiento manifestado por los futuros profesores de primaria españoles y ubicarlo a nivel internacional.

MARCO CONCEPTUAL

TEDS-M, siguiendo las ideas de Shulman (1987), consideró que el conocimiento matemático para la enseñanza tiene dos componentes—el conocimiento del contenido matemático y el conocimiento didáctico del contenido matemático— y diseñó un cuestionario que evaluaba por separado el dominio de los profesores en formación sobre ambos tipos de conocimientos. Al mismo tiempo, basándose en el marco conceptual de TIMSS 2007, TEDS-M organizó las preguntas según cuatro dominios conceptuales: números y operaciones, geometría y medida, álgebra y funciones, y datos y azar (Mullis, Martin, Ruddock, O’Sullivan, Arora y Erberber, 2007).

TEDS-M evaluó el conocimiento didáctico sobre matemáticas escolares de los futuros maestros con base en 22 preguntas que interrogan sobre cómo abordar diversas tareas y problemas matemáticos escolares. Algunas de las preguntas del cuestionario provenían de estudios como *Learning Mathematics for Teaching Projects* (Hill y Ball, 2004) y *Mathematics Teaching for the 21st Century Project* (Schmidt, Blömeke, y Tatto, 2011). El resto de las preguntas fueron elaboradas por TEDS-M.

Este trabajo se centra en las 8 preguntas que evaluaban el conocimiento didáctico sobre números y operaciones. En trabajos previos, concluimos que “TEDS-M no presenta una estructura de categorías propia y completa que permita establecer el conocimiento didáctico del contenido matemático de cada pregunta” (Gutiérrez-Gutiérrez, Gómez y Rico, en prensa), por lo que seleccionamos un conjunto de categorías con las que caracterizamos el conocimiento didáctico requerido para responder correctamente las preguntas de este dominio conceptual. Las categorías, que se presentan a continuación, surgen del análisis de los enunciados de las preguntas y de sus guías de corrección y derivan de las establecidas en el método del análisis didáctico (Rico, 2013).

- Identificar y distinguir los elementos que afectan a la dificultad de un problema (DI).
- Reconocer y describir los errores en los que incurren los alumnos al realizar una actividad o sus concepciones erróneas sobre un concepto o procedimiento determinado (RE).
- Representar alternativamente conceptos y procedimientos matemáticos en el proceso de enseñanza (REP).
- Reconocer aquellos conceptos y procedimientos matemáticos involucrados en la enseñanza de un tema de las matemáticas escolares y las relaciones entre ellos (CPM).

Las dos primeras categorías se refieren al conocimiento que el futuro profesor puede manifestar sobre limitaciones en el aprendizaje de los escolares—las dificultades relacionadas con el conocimiento matemático o los errores en que pueden incurrir al abordar tareas matemáticas—. Las otras dos categorías hacen referencia al conocimiento de un contenido matemático escolar y aluden a sus representaciones y a la estructura conceptual de ese contenido.

OBJETIVO Y MÉTODO

Nuestro objetivo es realizar una comparación internacional de los resultados españoles en el dominio de números y operaciones con respecto a los de los otros países participantes según las categorías con las que hemos caracterizado el conocimiento didáctico evaluado por TEDS-M. Se trata, por tanto, de una investigación comparativa y cuantitativa, a partir de los datos procedentes del estudio internacional TEDS-M.

Muestra

En el estudio internacional participaron 17 países. El trabajo de campo siguió el diseño establecido en Tatto, Schwille, Senk, Ingvarson, Peck y Rowley (2008). En cada país, se seleccionaron, de manera aleatoria, muestras representativas de las instituciones que ofrecían formación a la población diana de futuros profesores que se estaban preparando para enseñar matemáticas y que se encontraban en su último año de formación. En cada institución, se seleccionó una muestra aleatoria de 30 futuros profesores —o la población completa si su tamaño era inferior a 30— que en el año 2008 se encontraran cursando su último año de formación. Participaron un total de 483 instituciones con sus respectivos programas de formación y 13871 futuros profesores de primaria de matemáticas de dichas instituciones (Tatto et al., 2012).

La muestra de instituciones españolas estuvo compuesta por 50 de un total de 73 instituciones que ofrecían formación inicial a futuros maestros de primaria. Dos de ellas declinaron la invitación a participar. Un total de 1093 futuros profesores de primaria españoles, que seguían el programa de formación establecido por el Real Decreto 1440/1991 (MEC, 1991) anterior al actual título de Grado, respondieron el cuestionario (INEE, 2012).

Instrumentos y fuentes de información

Este estudio se basa en la información proporcionada por el cuestionario de TEDS-M, las guías de corrección diseñadas para la corrección de las preguntas de respuesta abierta y las respuestas de los futuros profesores participantes a dicho cuestionario.

Procedimiento

Para lograr el objetivo propuesto seguimos un procedimiento que consta de los siguientes pasos:

- selección, análisis y clasificación de las preguntas del dominio de números y operaciones;
- establecimiento de criterios de valoración de las respuestas de los futuros profesores y
- cálculo de parámetros.

Describimos a continuación brevemente estos pasos.

Selección y clasificación de las preguntas del dominio de números y operaciones

En trabajos previos, presentamos el proceso de identificación, análisis y clasificación de las preguntas que evaluaban el conocimiento didáctico de los profesores en formación sobre números y operaciones (Gutiérrez 2012; Gutiérrez-Gutiérrez, Rico y Gómez, en prensa). El resultado de ese proceso se muestra en la tabla I que incluye las 8 preguntas con las que se evaluó el conocimiento didáctico sobre números y operaciones en el estudio TEDS-M. En ella indicamos, para cada pregunta, su contenido matemático, el conocimiento didáctico específico que se requiere para contestarla correctamente —identificado por las categorías establecidas— y el tipo de respuesta. Como es habitual en este tipo de estudios, las preguntas del cuestionario son de respuesta múltiple —varias opciones de respuesta de la cuales solo una era correcta—, de respuesta múltiple compuesta —cada opción de respuesta del problema se presenta como un apartado con dos opciones de respuesta—, o de respuesta abierta. Para estas últimas, TEDS-M diseñó las guías de corrección correspondientes y su procedimiento de codificación.

Tabla 1. Preguntas de conocimiento didáctico sobre números y operaciones

Número de pregunta	Contenido matemático	Conocimiento didáctico	Tipo de Respuesta
1	Problemas aritméticos	DI	Abierta
2	Proporcionalidad directa entre magnitudes	DI	Abierta
3	Números decimales	RE	Abierta
4	Representación de números decimales	REP	Abierta
5	Orden de fracciones	CPM	Múltiple
6	Interpretación gráfica de la división de fracciones	REP	Múltiple compleja
7	Operaciones con números mixtos	RE	Múltiple
8	Algoritmos de la resta	CPM	Múltiple

Fuente: Gutiérrez-Gutiérrez, Gómez y Rico (En prensa)

Establecimiento de criterios de valoración de las respuestas de los futuros profesores

En segundo lugar y de forma similar a como se hace en TEDS-M para calcular los resultados generales, valoramos las respuestas de los futuros profesores a cada pregunta atendiendo a los distintos tipos de respuesta. En nuestro caso la valoración será la siguiente:

- Si la pregunta es de respuesta múltiple asignamos el valor 1 si el futuro profesor contestó correctamente y 0 si contestó de forma incorrecta.
- Si la pregunta es de respuesta abierta asignamos el valor 1 si el futuro profesor contestó correctamente, 0 si contestó de forma incorrecta y 0,5 si contestó de forma parcialmente correcta. Consideramos en el último caso, a partir del análisis de las guías de corrección que realizaron Gutiérrez (2012) y Gutiérrez-Gutiérrez, Rico y Gómez (En prensa), que el conocimiento manifestado en los distintos tipos de respuestas parcialmente correctas merece la misma puntuación.
- Si la pregunta es de respuesta múltiple compuesta asignamos el valor 1 si el futuro profesor contesta correctamente todas las opciones de respuesta, 0,5 si contesta correctamente todas menos una, y 0 para el resto de los casos. Las respuestas ilegibles, tachadas o en blanco se consideran valores perdidos.

Proponemos a continuación tres preguntas liberadas del cuestionario TEDS-M —figura 1, figura 2 y figura 3— que ejemplifiquen la valoración que hacemos de los distintos tipos de respuestas —respuesta múltiple, respuesta abierta, y respuesta múltiple compuesta respectivamente—.

¿Cuántos números decimales hay entre 0,20 y 0,30?

Marque la opción que crea correcta.

A. 9

B. 10

C. 99

D. Un número infinito

Figura 1. Ejemplo de pregunta de respuesta múltiple

La pregunta que presenta la figura 1 es de respuesta múltiple. La respuesta correcta sería la opción (D). Aquellos futuros profesores que contestaran la opción (D) serían puntuados con 1 punto y los que marcaran cualquier otra opción recibirían 0 de puntuación.

Indique para cada número si es racional o irracional. Marque con una X la opción correcta en cada fila		
	Racional	Irracional
a) π		
b) 2		
c) $\sqrt{49}$		
d) $-\frac{3}{2}$		

Figura 2. Ejemplo de pregunta de respuesta múltiple compuesta

La pregunta que presenta la figura dos es de respuesta múltiple compleja. Los números racionales son 2, raíz de 49 y $-3/2$; mientras que 1 único número irracional es el número pi. Saber distinguir correctamente los números racionales de los irracionales en todos los casos lo puntuamos con 1 punto. Reconocer 3 de los 4 casos que se presentan lo puntuamos con 0,5. Y reconocer 2, 1 o ninguno se puntúa con 0 puntos.

[Jeremy] se da cuenta de que cuando introduce $0,2 \times 6$ en la calculadora el resultado es menor que 6, y que cuando introduce $6 : 0,2$ tiene un resultado mayor que 6. Él está perplejo por esto, y le pide a su profesor ¡una nueva calculadora!
 ¿Cuál es la concepción errónea más probable [de Jeremy]?

Figura 3. Ejemplo de pregunta de respuesta abierta

La pregunta que presenta la figura 3 es de respuesta abierta y la valoración de las respuestas la hacemos de acuerdo con la información que nos proporciona la guía de corrección.

Respuestas correctas: se puntúan con 1 punto. Se considera que un futuro profesor contesta correctamente si su respuesta sugiere que el alumno ha podido considerar que la multiplicación de números decimales siempre da un resultado mayor que los números propuestos y que la división siempre da un resultado menor que el dividendo.

Respuestas parcialmente correctas: se puntúan con 0,5. Las respuestas parcialmente correctas pueden ser de dos tipos según la guía de corrección. Tipo 1: la respuesta del futuro profesor sugiere que el alumno considera que la multiplicación siempre da un resultado mayor que los números propuestos o que la división siempre da un resultado menor que el dividendo pero no ambos. Y tipo 2: la respuesta del futuro profesor sugiere que el alumno considera 0,2 como un número entero. En este último caso el futuro profesor estaría manifestando otro error usual de los escolares al trabajar con números decimales pero no tendría relación con el error en el que incurre el alumno del problema.

Respuestas incorrectas: se puntúan con 0. Según las guías de corrección se consideran respuestas incorrectas aquellas en las que los futuros profesores manifiestan que al alumno le falta comprensión de los números decimales en general, o de la multiplicación o división en particular. O bien que tiene problemas con la calculadora. También se puntúan con un 0 aquellas respuestas ilegibles.

Cálculo de parámetros

Para nuestra investigación utilizaremos los siguientes parámetros para describir y comparar el conocimiento didáctico sobre números y operaciones:

- La media internacional y la desviación típica, por grupos y de cada país para las 8 preguntas que lo evaluaban.
- La media internacional, la media de cada país y las desviaciones típicas correspondientes para cada una de las categorías establecidas: (a) la dificultad de los problemas y elementos que afectan a la dificultad de los mismos, (b) las concepciones erróneas de los escolares, (c) la representación de los conceptos y (d) el conocimiento del contenido matemático a enseñar. Estos resultados se obtienen de calcular la media de los resultados obtenidos por cada país para cada una de las dos preguntas que componen cada una de las 4 categorías.

CONCLUSIONES

Este trabajo presenta un método para caracterizar los resultados en conocimiento didáctico de los futuros maestros españoles en el estudio TEDS-M a nivel internacional que nos permitirá hacer conjeturas acerca de los conocimientos que los futuros profesores han manifestado en este estudio según su tipo de respuesta. Nuestro objetivo es poder describir el conocimiento didáctico manifestado para cada dominio conceptual. Somos conscientes de que un análisis pormenorizado de las preguntas y de las guías de corrección da lugar a establecer carencias o limitaciones tanto en el cuestionario como en las guías de corrección que tendremos en cuenta como aportación a futuros estudios del mismo tipo.

Referencias

- Gutiérrez, A. (2012). *Conocimiento didáctico sobre números y operaciones de los estudiantes españoles de Magisterio en TEDS-M*. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Granada. Disponible en: <http://funes.uniandes.edu.co/1921/>
- Gutiérrez-Gutiérrez, A., Gómez, P., y Rico, L. (En prensa). Conocimiento didáctico de los estudiantes españoles de Magisterio sobre números: resultados en TEDS-M. *Cultura y Educación*.
- Hill, H., & Ball, D. (2004). Learning mathematics for teaching: Results from California's mathematics professional development institutes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 35(5), 330–351.
- INEE (2012). *TEDS-M. Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe español*. Madrid: Autor.
- Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) (1991). Real Decreto 1440/1991, de 30 de agosto, por el que se establece el título universitario oficial de Maestros en sus diversas especialidades y las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a su obtención. *BOE*, 244, 33004-33008.
- Mullis, I. V. S., Martin, M. O., Ruddock, G. J., O'Sullivan, C. Y., Arora, A., & Erberber, E. (2007). *TIMSS 2007 assessment frameworks*. Chestnut Hill, MA: Boston College.
- Rico, L. (2013). El método del Análisis Didáctico. *Unión*, 33, 11-27.
- Schmidt, W. H., Blömeke, S., & Tatto, M. T. (Eds.). (2011). *Teacher education matters: A study of middle school mathematics teacher preparation in six countries*. New York, NY: Teachers College Press.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Tatto, M. T., Schwille, J., Senk, S., Ingvarson, L., Peck, R., & Rowley, G. (2008). *Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M): policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics. Conceptual framework*. East Lansing, MI: Teacher Education and Development International Study Center, College of Education, Michigan State University.

Tatto, M. T., Schwille, J., Senk S., Ingvarson, L., Rowley, G., Peck, R., Bankov, K., Rodriguez, M., & Reckase, M. (2012). *Policy, Practice and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries: Findings from the IEA Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M)*. Amsterdam: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).