

## COMPETENCIA PROFESIONAL DE PROFESORES DE SECUNDARIA EN LA EVALUACIÓN DE LAS COMPETENCIAS MATEMÁTICAS DE LOS ALUMNOS

Norma Rubio, Vicenç Font  
Pontificia Universidad Católica del Perú  
Universitat de Barcelona  
nrubio@pucp.edu.pe, vfont@ub.edu

Perú  
España

**Resumen.** Se presenta una parte de una investigación cuyo objetivo es determinar el nivel de competencia que manifiestan los profesores de secundaria en la evaluación de la competencia matemática. Los participantes no coincidieron entre ellos en las competencias matemáticas que se podían inferir de la solución a los problemas propuestos, y, por otra parte, tampoco coincidieron con los niveles de complejidad que el informe PISA 2003 asigna a los problemas que se les propusieron (reproducción, conexión o reflexión).

**Palabras clave:** profesores, competencia matemática, evaluación, competencia profesional

**Abstract.** This study is a part of research aimed at determining the level of competence that secondary –school mathematics teachers show in the evaluation of mathematical competence. Participants did not agree among themselves in math skills that could be inferred from the solution to the problems posed, and on the other hand, neither matched the levels of complexity that the PISA 2003 assigns to the problems are proposed (reproduction, connection or reflection).

**Key words** service teachers, mathematical competencies, assessment, professional competency

### Introducción

La investigación sobre el conocimiento y el desarrollo de las competencias profesionales del profesorado de matemáticas ha adquirido una importante relevancia internacional en los últimos años (Silverman y Thompson, 2008; Even y Ball, 2009) y ha puesto de manifiesto su complejidad y las limitaciones del conocimiento producido por dichas investigaciones (Sullivan y Wood, 2008).

El trabajo que se presenta está relacionado con la problemática del desarrollo de las competencias profesionales del profesor de matemáticas. De acuerdo con Coll y Sánchez (2008) consideramos el término “competencia profesional” como una herramienta para establecer las características principales de los profesores de matemáticas y así poder incorporarlas en procesos de formación. De acuerdo con el informe PISA, entendemos por competencia matemática la capacidad de un individuo para identificar y entender el papel que las matemáticas tienen en el mundo, hacer juicios fundados y usar e implicarse con las matemáticas en aquellos momentos que presenten necesidades para su vida individual como ciudadano.

Dado que en algunos países el currículo de la enseñanza secundaria está organizado por competencias, entre ellas la matemática, y el currículo de la Formación de Profesores lo está por competencias profesionales, aparecen las siguientes cuestiones que merecen ser investigadas: ¿Cuáles son las competencias profesionales que permiten a los profesores desarrollar y evaluar la competencia matemática, prescrita en el currículo de los alumnos? ¿Cómo desarrollarlas y evaluarlas?

Se presenta una parte de una investigación cuyo objetivo es determinar el nivel de competencia profesional que manifiestan los profesores de secundaria en la evaluación analítica de las competencias matemáticas de sus alumnos. Para ello, primero se diseñó e implementó un taller piloto con profesores de secundaria del Perú, con los siguientes resultados: por una parte, los participantes no coincidieron entre ellos en las competencias matemáticas que se inferían de la solución a los problemas propuestos, y, por otra parte, tampoco coincidieron con los niveles de complejidad que el informe PISA 2003 asigna a los problemas que se les propusieron (reproducción, conexión o reflexión). Mostraron, además, dificultades para resolver problemas de contexto extramatemático.

En ese taller se puso de manifiesto:

1. La necesidad de que el profesor tenga competencia matemática para poder evaluar la competencia matemática de sus alumnos.
2. La dificultad que tenían los profesores para aplicar los constructos PISA 2003 al análisis de la actividad matemática necesaria para resolver una tarea. Esta dificultad se podía deber a diferentes razones, podía ser causada por la ambigüedad de los constructos PISA 2003 (opinión mayoritaria de los asistentes) o bien porque los profesores no tuviesen las habilidades necesarias para entenderlos y aplicarlos — por otra parte, a pesar de la diversidad observada en la asignación de los niveles de complejidad a un problema, había un aspecto que permitía ser optimista en cuanto a la posibilidad de poder sobrellevarla. Nos referimos a que la moda coincidía con el nivel de complejidad asignado en el informe PISA 2003 a los tres problemas propuestos (Carpintero y Chatear 1 y 2).
3. Se debían diseñar talleres para colectivos específicos teniendo en cuenta los siguientes aspectos: competencia matemática, experiencia docente y Formación en Didáctica de las Matemáticas a nivel de postgrado (máster, magíster o similar) y había que investigar

en cada colectivo específico si el grupo mayoritario coincidía en el uso de los constructos PISA 2003.

En este reporte de investigación se explica la parte de la investigación que tenía por objetivo determinar el nivel de competencia que manifiestan profesores de secundaria del Perú — con competencia matemática, con experiencia docente y con estudios de postgrado en didáctica de las matemáticas — en la evaluación de las competencias matemáticas (del informe PISA 2003) de los alumnos. Para ello, se diseñó e implementó un taller con profesores que eran estudiantes de la Maestría en la Enseñanza de las Matemáticas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

### Metodología

Se utilizó una metodología de tipo mixto (Johnson y Onwuegbuzie, 2004) ya que se observaron variables cualitativas (tipo de competencia inferida y nivel de complejidad competencial del problema) y se realizó un estudio cuantitativo de frecuencias. Se trata de una investigación (1) puntual (la información se obtuvo en un espacio de tres días) y (2) de campo, ya que se realizó como una parte de las actividades de formación permanente de los participantes. Al ser una muestra intencional, no se puede considerar representativa. Desde el punto de vista de la cantidad de los participantes, se trata de un estudio de caso.

Los datos se recogieron por medio de cuestionarios y de un diario de campo. En uno de los cuestionarios, los participantes debían determinar la subescala (cantidad, espacio y forma, cambio y relaciones, incertidumbre); situación (personal, educativa o laboral, pública o científica); contexto (intramatemático o extramatemático); y el nivel de complejidad (reproducción, conexión o reflexión) correspondientes a cada uno de los problemas siguientes, propuestos en las pruebas PISA 2003: Interés, Distancia, Tiempo de reacción 1, Tiempo de reacción 2, Chatear 1, Chatear 2 y Carpintero adaptado. En otro cuestionario, se les presentaba la solución de un alumno de secundaria al problema del carpintero (adaptado) para que ellos determinasen qué competencias matemáticas había desarrollado dicho alumno.

Para el análisis de datos se realizó un análisis de contenido. Se utilizaron, por una parte, los constructos del marco teórico del informe PISA 2003 (OECD, 2003). Por otra parte, se utilizó la técnica de análisis de prácticas, objetos y procesos matemáticos propuesta por el Enfoque Ontosemiótico de la Gognición en Instrucción Matemática (EOS) (Font y Rubio, 2008; Godino, Batanero y Font, 2007) para inferir competencias (y sus niveles de complejidad) de la respuesta de un alumno a uno de los problemas propuestos en las pruebas PISA 2003

(problema del carpintero). Dicho análisis permitió generar hipótesis sobre las competencias (y sus niveles de complejidad) que se podía esperar que los participantes infiriesen de la respuesta dada por el alumno.

### Diseño e implementación del taller

Se diseñó el taller, denominado “Evaluación de las competencias matemáticas de las pruebas PISA 2003”. Este taller tuvo una duración de 6 horas y se realizó en el primer semestre académico 2010, durante tres sesiones de clase de la asignatura Análisis de Currículo de Matemáticas en la Maestría en la Enseñanza de las Matemáticas (MEM) de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Las modalidades de trabajo fueron: 1) presentación del informe PISA 2003 por parte de la profesora; 2) trabajo individual de los estudiantes y 3) trabajo en parejas. El contenido principal de las sesiones fue:

1. Respuesta individual a un cuestionario cuyo objetivo era tener información sobre su situación laboral y académica y su nivel de información sobre las competencias matemáticas contempladas en el informe PISA 2003.
2. Información y reflexión sobre los “niveles de complejidad” y la lista de las “competencias y subcompetencias” del informe PISA 2003, utilizando como ejemplos algunos de los problemas propuestos en estas pruebas.
3. Respuesta individual y en parejas a un material diseñado para recoger información sobre su competencia inicial en la evaluación de competencias matemáticas PISA 2003.

Los participantes fueron 12 estudiantes de la MEM del curso de Análisis de Currículo de Matemáticas. Esto nos aseguraba, por una parte, que ellos tenían competencia matemática (para ser más precisos, habían cursado un número de asignaturas de matemáticas en sus estudios que permitía suponer que tenían un nivel razonable de competencia matemática), cierta experiencia docente y, por otra parte, que tenían además cierta formación en Didáctica de la Matemática.

Los participantes eran de diferentes especialidades, ocho de ellos de la especialidad de Educación Secundaria, con mención en Matemáticas, de los cuales, siete enseñaban en educación secundaria y uno en una institución preuniversitaria; uno de la especialidad de Matemáticas y Ciencias, profesor de matemáticas y ciencias en educación secundaria; uno de la

especialidad de matemáticas; y dos de la especialidad de ingeniería. Estos cuatro últimos enseñaban en los primeros ciclos de Universidad.

En cuanto a su experiencia docente, dos de ellos tenían una experiencia docente menor de 3 años, dos una experiencia docente entre 3 y menos de 5 años, seis una experiencia docente mayor de cinco años pero menor de 10 y, finalmente, dos tenían una experiencia docente de más de 10 años. Solo dos de ellos laboraban en instituciones estatales y uno en una institución religiosa. Los demás laboraban en instituciones privadas. Incluso alguno de ellos tenía experiencia en cargos de gestión educativa como, por ejemplo, coordinador de área.

## Resultados

A continuación se presenta un resumen de los resultados sobre la competencia inicial en la evaluación de competencias matemáticas PISA 2003 de los participantes.

Las matemáticas, como todas las disciplinas, tienen una tradición en el modo de organizar sus contenidos. En el informe PISA se intenta establecer una clasificación de contenidos basada en los fenómenos que estudian y se opta por su estructuración mediante cuatro principales ideas: cantidad, espacio y forma, cambios y relaciones, incertidumbre.

En la Tabla 1 se resume la subescala o ideas principales asignada por los estudiantes de la MEM a los problemas comentados en todo el taller (Interés, Distancia, Tiempo de reacción 1, Tiempo de reacción 2, Chatear 1, Chatear 2 y Carpintero adaptado).

Tabla 1. Ideas principales asignadas a los problemas PISA propuestos

Problema Ideas Principales	Interés	Distancia	Tiempo Reacción 1	Tiempo Reacción 2	Chatear 1	Chatear 2	Carpintero
Cantidad	8	7	8	7	7	4	1
Espacio y forma	0	7	0	0	0	1	12
Cambio y relaciones	4	1	4	2	5	8	1
Incertidumbre	0	0	0	3	0	1	0

Fuente: Respuestas de los estudiantes del curso de Análisis de Currículo de Matemáticas de la Maestría de la Enseñanza de las Matemáticas de la PUCP.

La situación es aquella parte del mundo del estudiante en la cual se sitúa la tarea. Las situaciones permiten establecer la localización de un problema en términos de los fenómenos de los que surge y que condicionan la cuestión problemática planteada. Los responsables del proyecto PISA/OCDE consideran que la segunda variable, que se refiere a la situación, toma cuatro valores que son: personales, educativas y ocupacionales, públicas y científicas.

En el gráfico 1 se resume el tipo de situación asignada por los estudiantes de la MEM a los problemas comentados en todo el taller.

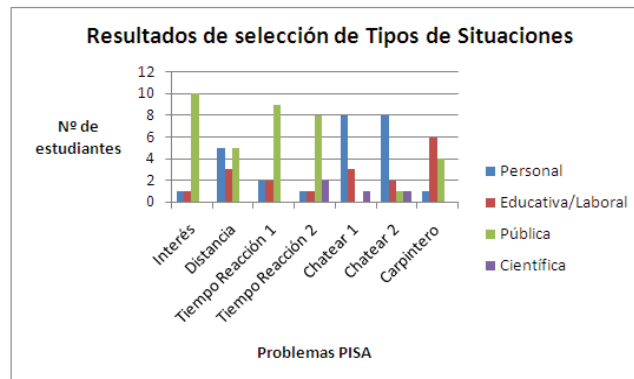


Gráfico 1. Resultados de selección de Tipos de Situaciones asignados a los problemas PISA propuestos.

El proyecto PISA/OCDE considera tres clases de complejidad en los ítems propuestos. De este modo incluye una nueva variable de tarea: el modo en que las distintas competencias son requeridas como respuesta a los distintos tipos y niveles de demandas cognitivas planteados por los diferentes problemas matemáticos. Cada una de las tareas admite tipos diferentes de complejidad, lo cual afecta al modo en que deben ejecutarse los correspondientes procesos. Dichas clases de complejidad para las tareas son: reproducción, conexión y reflexión.

En el gráfico 2 se resume el nivel de complejidad asignado por los estudiantes de la MEM a los problemas comentados en todo el taller.

Al diseñar el taller se pensó en participantes que tuvieran presumiblemente una buena competencia matemática en función de su formación, lo cual era garantizado a priori por ser profesores de matemáticas en ejercicio de educación secundaria o primer año de educación superior. Dicha competencia se verificó cuando los estudiantes de la MEM dieron las respuestas correctas a los problemas planteados. También se pensó en participantes que tuvieran experiencia docente y un cierto conocimiento en Didáctica de las matemáticas, lo cual también se cumplió.

Los principales resultados de este taller fueron que los participantes, por una parte, no coincidieron entre ellos en las competencias matemáticas que se inferían de la solución de un alumno a un problema propuesto, y, por otra parte, tampoco coincidieron con los niveles de complejidad que el informe PISA 2003 asigna a los problemas que se les propusieron, aunque la moda coincidió con los niveles asignados a los problemas propuestos en el informe PISA 2003 excepto en un apartado de uno de los problemas propuestos. Por otra parte, los participantes

aplicaron las matemáticas que conocían a los problemas contextualizados sin mayores inconvenientes.

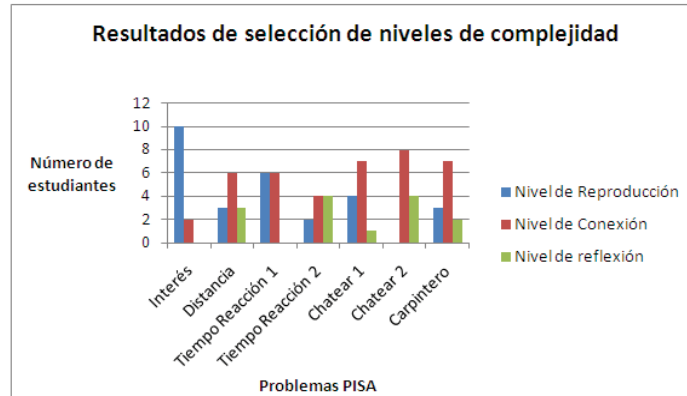


Gráfico 2. Resultados de selección de niveles de complejidad asignados a los problemas PISA propuestos.

Hay como mínimo dos posibles explicaciones a estos resultados, una sería que estos mismos profesores con más práctica en el uso de los constructos teóricos del informe PISA 2003 podrían llegar a un nivel de competencia similar a la que tienen los expertos que evalúan las pruebas PISA 2003. La otra es que la causa no está en la falta de práctica sino que está en la ambigüedad de los constructos teóricos utilizados en el informe PISA 2003 (por ejemplo, las diferentes maneras de entender la competencia; la relación entre las nociones de “proceso” y “competencia” las cuales se presentan como estrechamente relacionadas e incluso, en algunos casos, se utilizan como términos análogos; la superposición de las competencias -casi todas tienen un “territorio en común”- y el hecho de que hay dos que, más que competencias, serían megacompetencias, nos referimos a la resolución de problemas y a la modelización). En este último caso la pregunta que nos deberíamos formular sería ¿qué herramientas teóricas necesitan los profesores para poder evaluar las competencias matemáticas propuestas en el informe PISA 2003?

**Agradecimientos.** Trabajo realizado en el marco de los siguientes proyectos de investigación: 1) REDICE-10-1001-13 “Una perspectiva competencial sobre el Master de Formación de Profesor de Secundaria de Matemáticas”. 2) EDU2009-08120 “Evaluación y desarrollo de competencias profesionales en matemáticas y su didáctica en la formación inicial de profesores de secundaria/bachillerato”. 3) EDU 2012-32644 “Desarrollo de un programa por competencias en la formación inicial de profesores de secundaria de matemáticas”. Por otra parte, esta investigación también ha sido posible mediante la ayuda del ARCE (Agrupació de Recerca en Ciències de l'Educació) 2011 y de la ayuda dada por el Comissionat per a

Universitats i Recerca del DIUE de la Generalitat de Catalunya al grupo de recerca consolidat 2009 SGR 485 “Grup de recerca ensenyament i aprenentatge virtual”.

### Referencias bibliográficas

- Coll, C. y Sánchez, E. (2008). El análisis de la interacción alumno-profesor: líneas de investigación. *Revista de Educación*, 346, 15-32.
- Even, R. y Ball, D. L. (Eds.) (2009). *The professional education and development of teachers of mathematics: The 15th ICMI study*. New York: Springer.
- Font, V. y Rubio, N. (2008). Onto-semiotic tools for the analysis of our own practice. En B. Czarnocha (ed.), *Handbook of Mathematics Teaching Research: Teaching Experiment - A Tool for Teacher-Researchers* (pp. 165-180). Poland: University of Rzeszów.
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1), 127-135.
- Johnson, R.B. y Onwuegbuzie, A. (2004). Mixed methods research: a research paradigm whose time has com. *Educational Research*, 33(7), 14-26.
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OCDE.
- Silverman, J. y Thompson, P. (2008). Toward a framework for the development of mathematical knowledge for teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(6), 499-511.
- Sullivan, P. y Wood, T. (2008). *The International Handbook of Mathematics Teacher Education: Vol. 1. Knowledge and beliefs in mathematics teaching and teaching development*. Rotterdam, The Netherlands: Sense publishers.