

Sobre la naturaleza de las matemáticas en la formación inicial de maestros: los procesos matemáticos en el sistema de creencias de los estudiantes

Ángel Alsina y Paula López
Universidad de Girona

Resumen: *Se analizan las creencias de 142 futuros maestros sobre la naturaleza de las matemáticas y, de forma más concreta, su visión sobre los procesos matemáticos. Los datos obtenidos a través de un cuestionario muestran que no se consideran suficientemente las formas de adquisición y uso de los contenidos matemáticos. Estos resultados ponen de manifiesto la necesidad de trabajar los procesos matemáticos durante la formación inicial y permanente del profesorado para favorecer la adquisición de la competencia matemática.*

Palabras clave: *naturaleza de las matemáticas, procesos matemáticos, dominio afectivo, sistema de creencias, formación de maestros, identidad profesional del maestro de matemáticas.*

About the nature of mathematics in initial teacher training: The mathematical processes in the belief systems of students

Abstract: *We analysed 142 pre-service teachers' beliefs about the nature of mathematics and, more specifically, their view of mathematical processes. The data obtained by questionnaire demonstrate that the ways of acquiring and using mathematical contents are not adequately considered. These results reveal the need to work the mathematical processes during the training teacher to promote mathematical competence.*

Keywords: *nature of mathematics, mathematical processes, affective domain, belief system, teacher training, professional identity of mathematics teachers.*

INTRODUCCIÓN

La formación inicial que reciben los futuros maestros tiene una gran repercusión en el desempeño de la profesión de maestro. La institución universitaria, pues, tiene la misión de preparar a maestros competentes, es decir, maestros que además de tener conocimientos y habilidades que permitan resolver adecuadamente los problemas profesionales, sientan y reflexionen acerca de la necesidad y el compromiso de actuar en correspondencia con sus conocimientos, habilidades, motivos y valores -con flexibilidad, dedicación y perseverancia-, en la solución de los problemas que de él demanda la práctica profesional (Esteve y Alsina, 2010). De acuerdo con las directrices estatales sobre las competencias profesionales que debe aprender un estudiante para maestro durante su formación inicial (MEC, 2007a; MEC, 2007b), de forma muy sintética los futuros maestros deberían construir y co-construir de manera autorregulada nuevos conocimientos disciplinares y didácticos, y reconstruir los conocimientos, experiencias y creencias previas que pueden suponer un obstáculo para su identidad profesional (Beijaard, Meijer y Verloop, 2004; Bauchamp y Thomas, 2009).

El argumento que se acaba de exponer es probablemente una de las principales razones por las que, en el contexto de la investigación en torno al dominio afectivo en educación matemática, los estudios acerca de las creencias de los futuros maestros tienen un peso importante. Caballero, Blanco y Guerrero (2008) señalan que el estudio de las creencias en educación matemática incluye cuatro dimensiones: creencias sobre la naturaleza de las matemáticas y de su enseñanza y aprendizaje; creencias sobre uno mismo como aprendiz de matemáticas; creencias acerca del papel del profesorado de matemáticas; y creencias suscitadas por el contexto socio-familiar. Todas ellas, como se ha indicado, ejercen un papel importante en la configuración progresiva de la identidad profesional del maestro de matemáticas, un término recientemente acuñado por Lutovac y Kaasila (2011, 2013) para referirse a un proceso narrativo que incluye una interacción entre el contexto matemático individual y social y un proceso de auto-reflexión en el que la identidad matemática pasada, presente y futura entran en diálogo. Considerando esta conceptualización, algo implícita, en este trabajo se considera que la identidad profesional del maestro de matemáticas se modela a lo largo de toda su trayectoria como aprendiz de matemáticas durante su formación no universitaria, y como aprendiz de didáctica de las matemáticas durante su formación universitaria. Las experiencias personales y los conocimientos teóricos y prácticos interiorizados durante toda la trayectoria como estudiante dan lugar a un complejo sistema de creencias que incluye creencias sobre las matemáticas, creencias como aprendiz de matemáticas, creencias acerca del funcionamiento de la clase de matemáticas y creencias sobre el contexto social en relación a las matemáticas.

En este trabajo se analizan las creencias de los estudiantes para maestro sobre la naturaleza de las matemáticas, y de forma más concreta su visión acerca de los procesos de pensamiento matemático en el aprendizaje de la disciplina, tomando en consideración las orientaciones de diversos organismos internacionales que en los últimos años han enfatizado la importancia de los procesos para un aprendizaje competencial de las matemáticas (NCTM, 2000; OCDE, 2001, 2004). En esta misma línea, en el reciente “Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación

Primaria” (BOE, 2014) aparece un nuevo bloque de contenidos llamado “Procesos, métodos y actitudes en matemáticas”, lo cual pone de manifiesto la importancia creciente de este tipo de conocimientos y destrezas.

Coincidiendo con el inicio del Siglo XXI, el *National Council of Teachers of Mathematics* publicó unos nuevos estándares que pretenden ser un recurso y una guía para todos los que toman decisiones que afectan a la educación matemática: los principios y estándares para la educación matemática (NCTM, 2000). La visión de la educación matemática de estos estándares es sumamente ambiciosa, y busca sobre todo asegurar que todos los estudiantes reciban una educación matemática de calidad que garantice el aprendizaje con comprensión de nociones matemáticas importantes. En otras palabras, se pretende romper con un currículo de matemáticas orientado exclusivamente a la adquisición de contenidos y dirigir la mirada hacia un currículo orientado a la adquisición de la competencia matemática, es decir, se insta a dejar de instruir a los alumnos exclusivamente para obtener un buen rendimiento académico y, en su lugar, educarlos para que comprendan y usen las matemáticas en situaciones significativas. Para conseguir este propósito sitúan a los procesos matemáticos como los conocimientos clave para aprender a usar los contenidos matemáticos de forma comprensiva y eficaz en diferentes contextos: “los estándares de proceso (resolución de problemas, razonamiento y prueba, comunicación, conexiones y representación) ponen de relieve las formas de adquisición y uso de dichos contenidos” (NCTM, p. 31).

Es desde esta perspectiva que se ha desarrollado el presente estudio con un grupo de 142 futuros maestros en el que se analizan las consideraciones que tienen acerca de los procesos matemáticos.

LA NATURALEZA DE LAS MATEMÁTICAS: EL PAPEL DE LOS PROCESOS MATEMÁTICOS

Hace ya más de una década, Niss (2002) propuso abandonar el planteamiento curricular focalizado en los contenidos matemáticos, puesto que se centra exclusivamente en la adquisición de símbolos y de técnicas y no tanto en su uso significativo. Ello le llevó a plantear ocho competencias matemáticas clasificadas en dos grupos: el primer grupo tiene que ver con la capacidad de preguntar y responder preguntas dentro de y con las matemáticas, y el segundo grupo con la capacidad de hacer frente y de gestionar el lenguaje matemático y sus herramientas. Estas competencias, centradas en lo que las personas pueden hacer, tienen que ver con procesos mentales o físicos, actividades y comportamientos (Alsina, 2014):

Cuadro 1. Preguntar y responder preguntas dentro de y con las matemáticas

Pensar matemáticamente (dominio de modos matemáticos de pensamiento), como por ejemplo:

- Plantear preguntas que son propias de las matemáticas y conocer el tipo de respuestas que las matemáticas pueden ofrecer;
- Comprender y manejar las posibilidades y limitaciones de un determinado concepto;
- Ampliar las posibilidades de un concepto extrayendo algunas de sus propiedades o generalizando resultados;
- Diferenciar los diferentes niveles de las matemáticas (afirmaciones condicionadas del tipo “si-entonces”, hipótesis, definiciones, teoremas, conjeturas o casos).

Plantear y resolver problemas matemáticos, como por ejemplo:

- Identificar, plantear y especificar diferentes tipos de problemas matemáticos: puros o aplicados; abiertos o cerrados;
- Resolver diferentes tipos de problemas matemáticos, planteados por otros o por uno mismo, de diferentes maneras cuando sea necesario.

Modelización matemática (es decir, análisis y construcción de modelos), como por ejemplo:

- Analizar los fundamentos y las propiedades de los modelos existentes, incluida la evaluación de sus posibilidades y de su validez;
- Decodificación de los modelos existentes;
- Realización de actividades de modelización en un determinado contexto: estructurar el campo; matematizar; trabajar con el modelo, incluyendo la solución de los problemas a que da lugar; validar el modelo, interna y externamente; analizar y criticar el modelo; comunicar sobre el modelo y sus resultados; vigilar y controlar todo el proceso de modelización.

Razonamiento matemático, como por ejemplo:

- Seguir y evaluar cadenas de argumentos;
- Conocer qué es una demostración matemática (y qué no es) y en qué se diferencia de otros tipos de razonamiento matemático, como por ejemplo el heurístico;
- Descubrir las ideas básicas en una determinada línea de argumento (sobre todo en una prueba), incluyendo la distinción de las líneas principales de los detalles, las ideas de los tecnicismos;
- Elaborar formal e informalmente argumentos matemáticos y demostrar declaraciones.

Cuadro 2. Gestionar el lenguaje matemático y las herramientas matemáticas

Representación de las entidades matemáticas (los objetos y situaciones), como por ejemplo:

- Comprensión y utilización (decodificación, interpretación, distinción entre) diferentes tipos de representaciones de objetos matemáticos, fenómenos y situaciones;
- Comprensión y utilización de las relaciones entre las distintas representaciones de la misma entidad, y conocer sus puntos fuertes y sus limitaciones;
- Elegir y cambiar entre las diferentes representaciones.

Manejo de símbolos matemáticos y formalismos, como por ejemplo:

- Decodificación e interpretación simbólica y formal del lenguaje matemático, así como la comprensión de sus relaciones con el lenguaje natural;
- Comprender la naturaleza y las normas de los sistemas matemáticos formales (tanto la sintaxis como la semántica);
- Traducción del lenguaje natural al formal y simbólico;
- Manejo y manipulación de las declaraciones y expresiones que contengan símbolos y fórmulas.

La comunicación en, con, y acerca de las matemáticas, como por ejemplo:

- Comprensión de textos escritos, visuales o orales que tengan un contenido matemático, en una variedad de registros lingüísticos;
- Expresar estas cuestiones de forma escrita, visual o oral, con diferentes niveles de precisión teórica y técnica.

Hacer uso de los recursos y herramientas, como por ejemplo:

- Conocer la existencia y propiedades de los diversos instrumentos y recursos disponibles para la actividad matemática, y conocer sus posibilidades y limitaciones;
- Ser capaces de utilizar reflexivamente dichos recursos y herramientas.

Ésta es la base a partir de la cual la OCDE, en el marco del Proyecto DeSeCo, indica diversas competencias matemáticas necesarias para formar a ciudadanos que puedan identificar y comprender el papel que desempeñan las matemáticas en el mundo, emitir juicios bien fundados, utilizar las matemáticas y comprometerse con ellas, y satisfacer las necesidades de la vida personal como ciudadano constructivo, comprometido y reflexivo (OCDE, 2004).

En el cuadro 3 se presenta un análisis comparativo entre los estándares de procesos del NCTM (2000) y las competencias matemáticas (Niss, 2002; OCDE, 2004):

Cuadro 3. Comparación entre los estándares de procesos y las competencias matemáticas.

Estándares de procesos matemáticos (NCTM, 2000)	Competencias matemáticas (Niss, 2002)	Competencias matemáticas (OCDE, 2004)
Resolución de problemas	Planteamiento y resolución de problemas matemáticos	Planteamiento y resolución de problemas
	Uso de recursos y herramientas	
Razonamiento y prueba	Dominio de modos de pensamiento matemático	Pensamiento y razonamiento
	Razonamiento matemático	Argumentación
Comunicación	Comunicación en, con y acerca de las matemáticas	Comunicación
Conexiones	-	-
Representación	Representación de entidades matemáticas	Representación y uso de operaciones y lenguaje técnico, simbólico y formal
	Análisis y construcción de modelos	Construcción de modelos
	Manejo de símbolos matemáticos y formalismos	

Los procesos matemáticos y las competencias matemáticas que se exponen en el cuadro anterior subrayan una misma visión que enfatiza la capacidad de usar de forma comprensiva y eficaz las matemáticas que se aprenden en la escuela en una variedad de contextos, además del escolar. Se trata de un nuevo enfoque que de Guzmán (2001, p. 9) sintetizó de forma muy clara:

“En la situación de transformación vertiginosa de la civilización en la cual nos encontramos, está claro que los procesos verdaderamente eficaces de pensamiento, que no se vuelven obsoletos con tanta rapidez, es lo más valioso que podemos enseñar a nuestros jóvenes. En nuestro mundo científico e intelectual tan rápidamente mutante vale mucho más proveerse de procesos de pensamiento útiles que de contenidos que rápidamente se convierten en ideas inertes ...”

Los procesos matemáticos y las competencias matemáticas permiten ampliar la perspectiva acerca de la naturaleza de las matemáticas como disciplina. En el estudio TEDS-M 2008 (el primer estudio comparativo a nivel internacional y a gran escala, sobre educación superior, centrado en la formación inicial de los profesores de matemáticas) se presentan dos visiones contrapuestas: a) las matemáticas como un conjunto de reglas y

procedimientos, y b) las matemáticas como un proceso de indagación. En la primera visión se tienden a ver las matemáticas como un conjunto de procedimientos que hay que aprender, con normas estrictas acerca de lo que es correcto o no, mientras que en la segunda visión se valoran las matemáticas como un instrumento para responder a preguntas y resolver problemas, en la que los procesos matemáticos se consideran herramientas de indagación, es decir, medios para un fin y no el fin en sí mismo. En el cuadro 4 se presentan algunas afirmaciones de ambas visiones:

Cuadro 4. Visiones acerca de la naturaleza de las matemáticas como disciplina (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012).

Matemáticas como un conjunto de reglas y procedimientos	Matemáticas como un proceso de indagación
<p>Las matemáticas son una colección de normas y procedimientos que determinan cómo se resuelve un problema.</p> <p>Saber matemáticas implica recordar y aplicar definiciones, fórmulas, hechos matemáticos y procedimientos.</p> <p>Para resolver una tarea matemática es necesario conocer el procedimiento correcto. En caso contrario uno está perdido.</p> <p>El rigor lógico y la precisión son fundamentales para las matemáticas.</p> <p>Para hacer matemáticas se requiere mucha práctica, la aplicación correcta de procedimientos rutinarios y estrategias de resolución de problemas.</p> <p>Las matemáticas significan aprender, recordar y aplicar.</p>	<p>Las matemáticas implican creatividad y nuevas ideas.</p> <p>En matemáticas uno puede descubrir y ensayar muchas cosas por sí mismo.</p> <p>Si uno se involucra en las tareas matemáticas, puede hacer descubrimientos (p. ej., conexiones, reglas y conceptos).</p> <p>Los problemas de matemáticas se pueden resolver de maneras diferentes.</p> <p>Muchos aspectos de las matemáticas tienen notable valor práctico.</p> <p>Las matemáticas ayudan a resolver problemas y tareas de la vida cotidiana.</p>

La visión de las matemáticas como un conjunto de reglas y procedimientos, pues, se asocia a la instrucción matemática, es decir, se interpreta el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina como un conjunto de reglas y procedimientos que se adquieren a través de la ejercitación, mientras que la visión de las matemáticas como un proceso de indagación se corresponde con un enfoque más competencial, en el que se ofrecen a los aprendices diversas herramientas para que progresivamente aprendan a usar las matemáticas en su vida cotidiana. En el informe español del TEDS-M 2008 (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012) los futuros maestros españoles muestran un mayor acuerdo en interpretar las matemáticas como un proceso de indagación (73,4% de respuestas de acuerdo) que en considerarlas como un conjunto de reglas y procedimientos (50% de respuestas de respaldo). Ruiz de Gauna, García y Sarausa (2013), en un estudio realizado con estudiantes de primer curso del grado de maestro, analizan las actitudes hacia la materia (un 40% admiten que les gustan las matemáticas) junto con otras

consideraciones referentes a los contenidos matemáticos que forman parte del currículo (se destaca sobre todo la geometría, con un 91% de acuerdo), o la utilidad y el sentido de las matemáticas (un 66% admiten que sirven para razonar y pensar). Aunque implícitamente se hace alusión a algunos procesos matemáticos, en dicho estudio no se analiza con detalle la opinión de los estudiantes en relación a este tipo de conocimientos matemáticos.

A partir de estos datos previos, en este estudio se quiere analizar con mayor detalle cuales son las consideraciones de los futuros maestros acerca de los procesos matemáticos. En este contexto, nuestra pregunta de investigación es:

- ¿Cuáles son las opiniones de los estudiantes para maestro sobre los aspectos que mejor definen a las matemáticas?

Particularmente, el objetivo de nuestro estudio es identificar qué lugar ocupan los procesos matemáticos en el sistema de creencias de los estudiantes para maestro sobre las matemáticas como disciplina.

METODOLOGÍA

Participantes

La muestra está formada por 142 estudiantes, 72 pertenecientes al Grado de Educación Infantil y 70 del Grado de Educación Primaria. Todos los estudiantes, en el momento que se realizó el estudio, estaban cursando primero en la Universidad de Girona.

La edad media de los estudiantes del Grado de Educación Infantil es de 21,2 años, y de los de Educación Primaria es de 20,3 años. El porcentaje de hombres en Educación Infantil es de 4,35% y en Educación Primaria es de 12,04%. El 56,5% de los estudiantes de Infantil provienen del ciclo formativo de grado superior en Educación Infantil, y el 29,8% de estudiantes de Primaria provienen de ciclos formativos de grado superior. De los estudiantes que provienen de bachillerato, el 14,28% de Infantil y el 16,13% de Primaria provienen de un bachillerato científico-tecnológico. Por lo tanto, de la muestra del estudio, solo el 4,4% en Educación Infantil y el 6,8% en Primaria, han cursado matemáticas en los dos últimos años antes de empezar los estudios universitarios.

Diseño y procedimiento

En el primer semestre de primero, antes de iniciar cualquier asignatura o módulo formativo relacionado con las matemáticas y su didáctica se administró un cuestionario a todos los participantes para identificar diversas creencias acerca de la educación matemática centradas en las diversas dimensiones indicadas por Caballero, Blanco y Guerrero (2008). En una de estas cuestiones se les solicitaba que indicaran tres aspectos clave (de mayor a menor importancia) que asociaban con las matemáticas, puesto que se consideró que implícitamente iba a aportar datos acerca de la visión de los estudiantes acerca de la naturaleza de las matemáticas como disciplina.

Para la categorización de las respuestas dadas se ha combinado la categorización deductiva y la inductiva (Bonilla y Rodríguez, 1995), es decir, en un primer momento se ha

partido de unidades de significado identificadas en marcos teóricos existentes (categorización deductiva) pero, posteriormente, con la revisión cuidadosa de todo el material, se han identificado subcategorías que emergen de la misma información (categorización inductiva).

Las tres categorías principales que se han considerado para clasificar las respuestas han sido: *Factores Cognitivos*, *Factores Procedimentales* y *Factores Actitudinales*. Estas tres categorías se han establecido a partir de la revisión de la literatura (NCTM, 2000; Caballero, Guerrero y Blanco, 2007; Guirado, Olivera, Mazzitelli y Aguilar, 2010; Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012; Ruiz de Gauna, García y Sarasua, 2013) y a partir de las definiciones y clasificaciones dadas por la OCDE en su Proyecto DeSeCo (OCDE, 2001) sobre las competencias básicas, donde considera la competencia como una combinación de conocimientos, destrezas y actitudes.

Los *Factores Cognitivos* incluyen elementos que ayudan al estudiante a “saber conocer”. Esta categoría se ha subdividido en cuatro subcategorías definidas a partir de las respuestas dadas por los estudiantes y a partir de las categorías del trabajo de Guirado, Olivera, Mazzitelli y Aguilar (2010): *Inteligencia, memoria, comprensión y cálculo mental y escrito*. Los *Factores Procedimentales* permiten “saber hacer”. En esta categoría, basándonos en los estándares de procesos definidos por el NCTM (2000), se han considerado las subcategorías: *resolución de problemas, razonamiento, comunicación y conexiones*. Por último, los *Factores Actitudinales* se conciben como el conjunto de aspectos que ayudan al alumno a “saber ser”. A partir del trabajo de Guirado, Olivera, Mazzitelli y Aguilar (2010) y de las respuestas dadas por los estudiantes se han considerado cuatro subcategorías: *interés, esfuerzo, participación y autoconcepto*. En el cuadro 5 se presenta una síntesis de las categorías y subcategorías consideradas:

Cuadro 5. Categorías y subcategorías sobre la naturaleza de las matemáticas

Factores Cognitivos	Factores Procedimentales	Factores Actitudinales
Inteligencia Memoria Comprensión Cálculo mental y escrito	Resolución de problemas Razonamiento Comunicación y representación Conexiones	Interés Esfuerzo Participación Autoconcepto

Dado el tipo de población y de datos analizados, aunque la pregunta a analizar sea una variable cualitativa, la metodología que se ha utilizado para su análisis y discusión ha sido de tipo cuantitativo. Para tener en cuenta el orden de los tres aspectos clave que los estudiantes asocian con las matemáticas (de mayor a menor importancia), se han ponderado sus respuestas dando un peso de 0,5 al primer factor, de 0,3 al segundo y de 0,2 al factor que indican en tercera posición.

RESULTADOS

Para la exposición de los resultados, en primer lugar se muestran los datos obtenidos acerca de los tres aspectos clave que los estudiantes asocian con las matemáticas. Al haber ponderado las respuestas según el orden de los aspectos indicados (0,5; 0,3; 0,2), el número de estudiantes que se indican en las tablas de resultados de cada categoría no es un número natural.

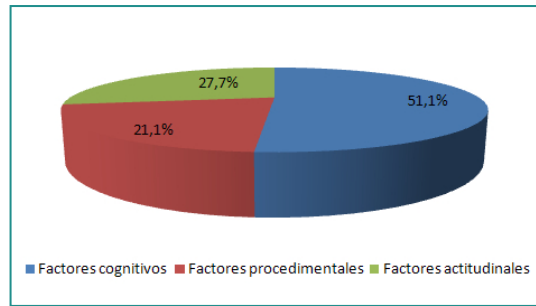


Figura 1. Gráfico comparativo entre las tres categorías.

Tabla 1. Resultados obtenidos en las tres categorías

	Nº estudiantes	Porcentaje
Factores cognitivos	72,6	51,1%
Factores procedimentales	30	21,1%
Factores actitudinales	39,4	27,7%
Total	142	100 %

Los resultados anteriores muestran que más de la mitad de los estudiantes para maestro (un 51,1%), considera que los aspectos cognitivos son los que mejor definen a las matemáticas. En segundo lugar consideran los factores actitudinales (un 27,7%), mientras que los aspectos que vinculan menos con las matemáticas son los procedimentales (21,1%).

A continuación se presentan los resultados de forma más detallada, diferenciando cuatro subcategorías dentro de cada categoría.

Tabla 2. Resultados obtenidos en las distintas subcategorías

		Nº estudiantes	Porcentaje	Media entre los factores
Factores cognitivos	Inteligencia	26,8	18,9%	18,55
	Memoria	3,8	2,7%	
	Comprensión	12,4	8,7%	
	Cálculo mental y escrito	31,2	22%	

		Nº estudiantes	Porcentaje	Media entre los factores
Factores procedimentales	Razonamiento	5,2	3,7%	7,65
	Comunicación	2,2	1,5%	
	Conexiones	6,1	4,3%	
	Resolución de problemas	17,1	12%	
Factores actitudinales	Interés	19,5	13,7%	9,3
	Esfuerzo	14,6	10,3%	
	Participación	0,7	0,5%	
	Autoconcepto	2,4	1,7%	
Total		142	100%	

Estos datos indican que, en relación a los factores cognitivos, los aspectos que los estudiantes identifican más con las matemáticas son el cálculo mental y escrito (22%) y la inteligencia (18,9%). Dentro de los factores actitudinales, los aspectos más destacados son el interés (13,7%) y el esfuerzo (10,3%). Y respecto a los factores procedimentales, el aspecto que asocian más a las matemáticas es la resolución de problemas (12%). El factor cognitivo que menos asocian con las matemáticas es la memoria (2,7%), el factor actitudinal menos relevante es la participación (0,5%) y el factor procedimental que menos consideran es la comunicación (1,5%).

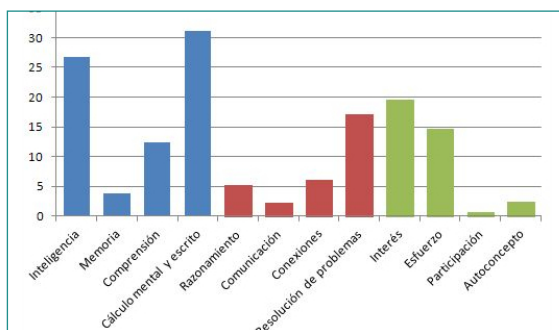


Figura 2. Gráfico comparativo entre las sub-categorías.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

En este estudio se han identificado las creencias de los estudiantes para maestro sobre la naturaleza de las matemáticas. Una primera interpretación de los resultados obtenidos confirma la presencia de tres categorías de factores: cognitivos, actitudinales y procedimentales, en contraposición a diversos estudios preliminares que subrayan exclusivamente factores cognitivos y actitudinales, incluidos en la agenda *Creencias y dominio afectivo: actitudes y cognición* (Linares, 2008). En otras palabras, en estos estudios previos se consideran únicamente los factores de las matemáticas que permiten a los alumnos “saber conocer” y “saber ser”, de acuerdo con la terminología de la OCDE para

definir las competencias clave (OCDE, 2001). Consideramos que la incorporación de factores procedimentales, en la línea ya iniciada por algunos trabajos (NCTM, 2000; Guirado, Olivera, Mazzitelli y Aguilar, 2010), contribuye a comprender con mayor precisión el conjunto de creencias que acaban configurando la identidad profesional del maestro de matemáticas acerca de la naturaleza de las matemáticas. Estos factores responden al “saber hacer” (OCDE, 2001), e incluyen las formas de pensar propias de las matemáticas, como resolver problemas, razonar y demostrar, comunicar y representar o hacer conexiones (NCTM, 2000).

Una segunda interpretación de los resultados obtenidos es el escaso peso de los factores procedimentales en el conjunto de creencias acerca de la naturaleza de las matemáticas. Los datos obtenidos han puesto en evidencia que los futuros maestros no consideran suficientemente las formas de adquisición y uso de los contenidos matemáticos. Estos datos ponen de manifiesto una construcción de la identidad profesional del maestro de matemáticas que deja de lado algunas de las tendencias contemporáneas en educación matemática (NCTM, 2000; Niss, 2002; OCDE, 2004), en las que se destaca la importancia de los procesos de pensamiento matemático para el aprendizaje de las matemáticas en general y para la adquisición de la competencia matemática en particular. A la vez, los resultados de nuestro trabajo muestran algunas contradicciones con los datos del estudio internacional TEDS-M (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012). Como se ha indicado, en dicho estudio los futuros maestros españoles muestran un mayor acuerdo en interpretar las matemáticas como un proceso de indagación (73,4% de respuestas de acuerdo), lo que significa que mayoritariamente asocian las matemáticas con una visión competencial que incluye la actividad heurística, la resolución de problemas o las conexiones con la vida cotidiana. Sin embargo, en nuestro estudio, cuando se les pregunta acerca de los factores que asocian con las matemáticas, estos aspectos procedimentales son los que tienden a ocupar las últimas posiciones en su escala de creencias. En una línea similar al TEDS-M, en el estudio de Ruíz de Gauna, García y Sarausa (2013), los factores procedimentales (y en concreto las acciones de “razonar” y “pensar”) tienen una alta valoración entre los estudiantes (66%), mientras que en nuestro estudio el 3,7% de los estudiantes asocian el razonamiento a las matemáticas, y un 12% a la resolución de problemas. Una posible explicación es que las características de los participantes de ambos estudios son diferentes: en nuestro caso, se trata de estudiantes de primer curso de los Grados de Educación Infantil y Educación Primaria, mientras que el estudio TEDS-M se realizó con estudiantes de tercer curso de primaria de la antigua diplomatura de magisterio que ya habían recibido una formación en didáctica de las matemáticas.

De estos datos se desprenden algunas posibles implicaciones didácticas que deberían considerarse tanto en la formación inicial como en la formación permanente del profesorado. La consideración de los procesos matemáticos implica partir de un planteamiento curricular mucho más globalizado que no se limite a los contenidos de una única área, sino trabajar de forma integrada, explorando como se potencian unos y otros y usándolos sin prejuicios. Además, exige trabajar para favorecer la autonomía mental del alumnado, potenciando la elaboración de hipótesis, las estrategias creativas de resolución de problemas, la discusión, el contraste, la negociación de significados, la construcción conjunta de soluciones y la búsqueda de formas para comunicar planteamientos y resultados. En definitiva, pues, se trata de ayudar a gestionar el conocimiento, las habilidades y las

emociones para conseguir un objetivo. En los últimos años son muchos los profesionales que han ido incorporando los procesos matemáticos en sus prácticas docentes (para una revisión más exhaustiva, consultar Alsina 2011, 2014), y es de esperar que vaya en aumento en el futuro dada la relevancia que actualmente se da a los procesos.

En cualquier caso, de acuerdo con Kaasila, Hannula y Laine (2012), los estudios acerca de la visión de las matemáticas de los futuros maestros tienen un papel importante porque revelan cómo van construyendo su identidad profesional, y desde este marco consideran que es necesario que los formadores de maestros comprendan sobre todo los puntos de vista negativos. La identificación y toma de conciencia de estas creencias es el requisito necesario para poder promover procesos de cambio durante la formación inicial (Kaasila, Hannula, Laine y Pehkonen, 2006, 2008), y evitar así que los futuros maestros accedan a la práctica profesional con unas creencias acerca de la naturaleza de las matemáticas que conlleven omisiones importantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de la disciplina, como por ejemplo dejar de lado los procesos de pensamiento matemático.

Por esta razón va a ser necesario diseñar nuevos estudios que analicen con instrumentos más detallados las creencias de los futuros maestros acerca de los procesos matemáticos, ya que consideramos que el hecho de haber planteado una única pregunta sobre los aspectos clave que los estudiantes asocian con las matemáticas puede haber sido una limitación importante en el diseño de nuestro estudio. Paralelamente, sobre todo si en futuras investigaciones se confirman los resultados reveladores de este estudio, va a ser necesario diseñar programas de intervención que promuevan la incorporación de los conocimientos disciplinares y didácticos referentes a los procesos de pensamiento matemático en los módulos y asignaturas de didáctica de las matemáticas de los estudios del Grado de Maestro.

REFERENCIAS

- Alsina, Á. (2011). *Educación matemática en contexto de 3 a 6 años*. Barcelona: ICE-Horsori
- Alsina, Á. (2014). Matemáticas en la educación primaria. En N. Planas y Á. Alsina (2014). *Educación matemática y buenas prácticas*. (pp. 93-144). Barcelona: Editorial Graó (2ª edición).
- Beauchamp, C. y Thomas, L. (2009). Understanding teacher identity: an overview of issues in the literature and implications for teacher education. *Cambridge Journal of Education*, 39(2), 175-189.
- Beijaard, D., Meijer, P.C. y Verloop, N. (2004). Reconsidering research on teachers' professional identity. *Teaching and Teacher Education*, 20, 107-128.
- BOE (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. Recuperado de: <http://www.boe.es/buscar/pdf/2014/BOE-A-2014-2222-consolidado.pdf>.
- Bonilla, E. y Rodríguez, P. (2005). *Más allá del dilema de los métodos*. Colombia: Editorial Nomos.
- Caballero, A., Blanco, L.J. y Guerrero, E. (2008). El dominio afectivo en futuros maestros de matemáticas en la Universidad de Extremadura. *PARADIGMA*, XXIX (2), 157-171.
- Caballero, A., Guerrero, E. y Blanco, L.J. (2007). Las actitudes y emociones ante las Matemáticas de los estudiantes para Maestros de la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura. En M. Camacho, P. Bolea, P. Flores, B. Gómez, J. Murillo y Mª. T.

- González (Eds.), *Investigación en Educación Matemática. Comunicaciones de los grupos de investigación. XI Simposio de la SEIEM* (pp. 41-42). Tenerife: SEIEM.
- De Guzmán, M. (2001). Tendencias actuales de la educación matemática. *Sigma*, 19, 5-25.
- Esteve, O. y Alsina, Á. (2010). Hacia el desarrollo de la competencia profesional del profesorado. En O. Esteve, K. Melief y Á. Alsina (Eds.), *Creando mi profesión. Una propuesta para el desarrollo profesional del profesorado* (pp. 7-18). Barcelona: Editorial Octaedro.
- Guirado, A.M^a, Olivera, A.C., Mazzitelli, C.A. y Aguilar, S.B. (2010). ¿Cuál es la representación que tienen los docentes acerca de ser un buen alumno de física y aprender física? *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 618-632.
- Kaasila, R., Hannula, M. y Laine, A. (2012). "My personal relationship towards mathematics has necessarily not changed but..." Analyzing pre-service teachers' mathematical identity talk. *International Journal of Science and Mathematics Education* 10, 975-995.
- Kaasila, R., Hannula, M., Laine, A. y Pehkonen, E. (2006). Facilitators for change of elementary teacher students' view of mathematics. En J. Novotaná, H. Moraová, M. Krátká, y N. Stehliková (Eds.), *Proceedings of the 30th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 3, pp. 385-392). Praga: PME.
- Kaasila, R., Hannula, M., Laine, A. y Pehkonen, E. (2008). Socio-emotional orientations and teacher change. *Educational Studies in Mathematics*, 67, 111-123.
- Llinares, S. (2008). Agendas de investigación en educación matemática en España: una aproximación desde "ISI-web of knowledge" y ERIH". En R. Luengo, B. Gómez, M. Camacho y L. Blanco (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XII* (pp. 25-54). Badajoz: SEIEM.
- Lutovac, S. y Kaasila, R. (2011). Beginning a pre-service teacher's mathematical identity work through narrative rehabilitation and bibliotherapy. *Teaching in Higher Education*, 16(2), 225-236.
- Lutovac, S. y Kaasila, R. (2013). Pre-service teacher's possible mathematical identities. Recuperado de: http://blogs.helsinki.fi/mavi-2012/files/2012/09/LutovacKaasila_MAVI-2012_revised-for-the-web2.doc.
- MEC (2007a). ORDEN ECI/3854/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Infantil. *Boletín Oficial del Estado* 312, 53735-53738.
- MEC (2007b). ORDEN ECI/3857/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestro en Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado* 312, 53747-53750.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012). *TEDS-M. Informe español. Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros*. Madrid: Secretaría General Técnica. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- NCTM (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va.: NCTM.
- Niss, M. (2002). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project*. Roskilde: Roskilde University.
- OCDE (2001). *Defining and selecting key competencies*. Bruselas: OCDE.
- OCDE (2004). *Informe PISA 2003. Aprender para el mundo de mañana*. Recuperado de: <http://www.oecd.org/pisa/39732493.pdf>.
- Ruiz de Gauna, J., García, J. y Sarasua, J. (2013). Perspectiva de los alumnos de Grado de Educación Primaria sobre las Matemáticas y su enseñanza. *Números*, 82, 5-15.