



Páginas: 312-322
Recibido: 2022-03-24
Revisado: 2022-05-15
Aceptado: 2022-05-23
Publicación Final: 2022-09-15

www.revistascientificas.us.es/index.php/fuentes/index

DOI: <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2022.20695>

Conocimientos matemáticos elementales: futuros docentes y alumnado de Educación Primaria

Elementary Mathematics Knowledge: Future Teachers and Primary Education Students

  **Ariadna Gómezescobar**
Universidad Autónoma de Madrid (España)

  **Raquel Fernández-Cézar**
Universidad de Castilla-La Mancha (España)

Resumen

Introducción: Los modelos desarrollados sobre los conocimientos que debe tener un docente para impartir Matemáticas contemplan el propio conocimiento matemático como un dominio. En general, suponen que a partir de este se podrán abordar aspectos didácticos del mismo. Por ello, en este trabajo se explora el conocimiento matemático elemental que tienen estudiantes al inicio y conclusión de sus asignaturas de Matemáticas y su Didáctica en el Grado de Maestro de Educación Primaria, y se compara con el que tiene el alumnado que concluye esta etapa. **Método:** Se realiza un estudio transversal con una muestra de 134, 99 y 17892 estudiantes de 1^{er} y 3^{er} curso de grado y 6^o de Primaria, respectivamente. El instrumento es una prueba estandarizada y se analiza por bloques de contenido, por procesos cognitivos, y por ítems. **Resultados:** A pesar de que la prueba estaba dirigida a alumnado de Educación Primaria, se encuentra que la media de los participantes universitarios no alcanza la máxima puntuación, pero sí es superior a la del alumnado de 6^o. Respecto al alumnado universitario, se encuentran diferencias en el conocimiento matemático al iniciar y completar su formación en los bloques de contenido en Números y Geometría; también en cuanto a procesos cognitivos parece que quienes han concluido su formación matemática demuestran tener un desarrollo de las habilidades de orden superior más avanzado que los entrantes al grado. **Discusión:** Se discute sobre la necesidad de la consolidación del contenido matemático para poder iniciar en aspectos didácticos de la materia.

Abstract

Introduction: The models developed on the knowledge that a teacher must have to teach Mathematics envisions mathematical knowledge as one of their domains. In general, it is assumed that it will be possible to deal with didactic aspects of the program once the subject matter is acquired. Therefore, this paper explores the elementary mathematical knowledge that future teachers have at the beginning and conclusion of their Mathematics and didactics subjects at university (1st and 3rd year of master's degree in Primary Education) and compares with that of students who complete this stage, six graders. **Method:** A standardized test is analyzed by content blocks and cognitive processes, as well as by items. **Results:** Despite being intended for primary school students, it is found that the university participants average score is not close to the maximum one, but it is higher than that of 6th graders. With regard to university students, there are differences in mathematical knowledge when they begin and complete their training in the blocks Numbers and Geometry; also in terms of cognitive processes, it seems that those who have completed their mathematical training show higher order thinking skills developed in a higher extent than those entering the degree. **Discussion:** The need to consolidate the mathematical content in order to be able to initiate didactic aspects of the subject is discussed.

Palabras clave / Keywords

Control de rendimiento escolar, Matemáticas, Estudiante universitario, Estudiante de primaria, Formación de docentes, Competencias del docente, Cognición, Educación superior
Achievement tests, Mathematics, University students, Primary school students, Teacher education, Teacher qualifications, Cognition, Higher education

1. Introducción

Las matemáticas son una ciencia clave para el desarrollo de la ciudadanía del siglo XXI, muy mediada por la tecnología. De manera general, profesores, estudiantes y familias miden principalmente cómo los estudiantes entienden las matemáticas mediante pruebas relacionadas con el conocimiento de la materia que suelen desarrollarse de manera formal en la escuela, en la que se reconocen dos actores fundamentales: profesorado y alumnado. Existe amplio consenso en que para impartir docencia en Matemáticas es una necesidad que el docente tenga un conocimiento suficiente de la materia (Baumert et al., 2010; Goos, 2013; Silver, 2006). A ese respecto, el alumnado que accede al Grado de Maestro lo hace tras superar toda la escolarización preuniversitaria, y debería haber adquirido los conocimientos matemáticos propios de la etapa de Educación Primaria, lo cual le permitiría poder iniciarse en aspectos didácticos de la materia en el grado universitario. Por otro lado, también hay acuerdo en que este conocimiento matemático debería estar por encima de los niveles de aquel que se indica en el currículo de Educación Primaria para el nivel más elevado, en el caso de España sería 6º curso, o del que evidencie el alumnado de este nivel (Blanco, 2000). Sin embargo, varios estudios señalan que los estudiantes presentan deficiencias de conocimiento sobre contenido matemático al acceder a los estudios de magisterio (Llinares & Krainer, 2006; Montes et al., 2015). Otros estudios también con futuros docentes analizan la contribución a ese conocimiento del alumnado de los cursos de Matemáticas y su Didáctica que reciben en la formación inicial, desarrollada en las facultades de educación (Arce et al., 2017; Nortes y Nortes, 2017a). Sin embargo, los resultados existentes no corresponden a estudios con muestras representativas del territorio español, sino a regiones concretas de España, y ninguna de ellas a la de Castilla La-Mancha (C-LM).

Por ello, los objetivos de investigación de este trabajo son dos: el primero, determinar los conocimientos matemáticos elementales que demuestran los estudiantes del Grado de Maestro en Educación Primaria en dos momentos, cuando acceden al grado (1º curso), y tras haber cursado todas las asignaturas relacionadas con Matemáticas y su Didáctica (3º curso); y el segundo, su comparación con los conocimientos demostrados por el alumnado de 6º de Educación Primaria en C-LM, empleando para los tres grupos la misma prueba estandarizada. Además, para tener más información sobre ese conocimiento, se identificarán los elementos de este donde los participantes demuestren un mejor y peor desempeño.

1.2. Antecedentes

El conocimiento matemático que debe tener el docente de matemáticas es objeto de diversas investigaciones en el ámbito de la educación matemática. Su análisis desde distintos modelos desarrollados desde el último cuarto del siglo XX arroja luz sobre los elementos o componentes que debería tener este conocimiento. Así, por ejemplo, Depaepe et al. (2013) analizaron una revisión sobre la conceptualización y uso empírico del modelo de Shulman, *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), muy ampliamente empleado en el ámbito anglosajón, concluyendo que, en la envolvente, el conocimiento matemático para enseñar matemáticas, se incluyen otros ocho subdominios. Por otro lado, y ya en el siglo XXI, es desarrollado el modelo MTSK, *Mathematics Teachers's Specialised Knowledge* (Carrillo-Yáñez et al., 2018), de abundante uso en el ámbito latinoamericano, que señala dos dominios: el conocimiento matemático (MK) y el conocimiento didáctico del contenido (PCK). Ambos modelos consideran como dominio o subdominio el conocimiento matemático, que es fundamental para que el docente pueda enseñar matemáticas con garantías a su alumnado.

En esta línea, pero desde estudios más pegados al aula, que aportan una visión más empírica de la situación, los docentes en activo consideran el dominio de los contenidos matemáticos escolares como la tercera competencia más valorada en el desempeño de su profesión (Martín del Pozo et al., 2013). Determinar el nivel de ese dominio, o hasta qué punto se posee ese conocimiento por parte de los docentes o futuros docentes de Educación Primaria sigue siendo objeto de investigación a día de hoy.

Al respecto de medir el nivel de dominio de ese conocimiento matemático en futuros docentes, la mayoría de los estudios consultados se centran en emplear dos tipos de instrumentos: pruebas diseñadas específicamente para alumnado de grado (Alguacil, Boqué y Pañellas, 2016; Barquero et al., 2019; Castro et al., 2014; Nortes y Nortes, 2018; Rodríguez, 2017) y pruebas estandarizadas para alumnado preuniversitario que se aplican a alumnado de grado (Arce, Marbán y Palop, 2017; Nortes y Nortes, 2017a, 2017b, 2019a; 2019b; Rim y Lee, 2015). En cuanto a pruebas estandarizadas, la prueba estandarizada más conocida en la que participa España a nivel internacional es PISA. Los resultados del alumnado español en las pruebas PISA se mencionan en la actual ley de educación, donde se destaca el nivel insuficiente obtenido en matemáticas, entre otras competencias (LOMCE, 2013). Por su parte, la comunidad autónoma de Castilla-La Mancha

informa de que el 51% del alumnado de 6º de Primaria para el curso 2017/2018 se encuentra entre los niveles 1 y 3 de Competencia Matemática de los 6 niveles que caracterizan la competencia, los cuales se ordenan por el grado de complejidad con el que el alumnado ejecuta los procesos al abordar tareas de dificultad creciente y que se detallan en el Informe de Desarrollo y Aplicación de la Evaluación Final (Portal de Educación, 2020). Las pruebas de Competencia Matemática contemplan no solo los conocimientos matemáticos sino también los procesos cognitivos, en línea con el informe emitido por el NCTM ya en el año 2000 (Costa, 2003), y con las últimas actualizaciones de la taxonomía de Bloom (Forehand, 2010). Por ello, en este trabajo se considera el conocimiento matemático del profesor compuesto por contenidos y por procesos matemáticos.

Para determinar el nivel de conocimiento matemático de los futuros docentes se han realizado estudios que emplearon las pruebas PISA (Rim y Lee, 2015), y otros que han empleado las pruebas diseñadas por las distintas administraciones regionales para el alumnado de Educación Primaria. Estas últimas fijan el nivel mínimo del que debería partir un futuro docente en tanto que es el nivel a alcanzar por su alumnado. En los últimos años, esas pruebas han sido usadas con futuros docentes con resultados desiguales. Nortes y Nortes (2017a), presentaron la prueba empleada en España, correspondiente al curso académico 2015/2016, a los cursos 2º, 3º y 4º del Grado de Maestro en Educación Primaria, concluyendo que uno de cada tres estudiantes no alcanzaba el nivel que se requiere para aprobar la prueba. Utilizando el mismo instrumento, Arce et al. (2017) obtuvieron resultados algo más alentadores, a pesar de no ser un resultado óptimo, para los estudiantes de Grado de Educación Primaria de la Universidad de León: la media se situaba en 28.16 sobre 36.

Otra prueba utilizada por Nortes y Nortes (2019b) con futuros docentes que cursaban 2º, 3º y 4º del grado es la del curso 2016/2017. Los autores reportaron que, de haber sido un requisito necesario para acceder al Grado de Maestro, el 20% del alumnado hubiera sido declarado como no apto para el acceso a este grado universitario.

Asimismo, Nortes y Nortes (2019a) analizaron los conocimientos matemáticos de estudiantes que aún no habían recibido docencia acerca de Matemáticas y su Didáctica en el Grado de Maestro de Educación Primaria. Para ello, utilizaron la prueba de Competencia Matemática para 6º de esta etapa en el curso académico 2017/2018, reportando en términos generales que el alumnado universitario tenía desarrollada la competencia en un nivel similar o equivalente a un notable bajo.

Sin embargo, estos estudios adolecen de no tener muestreos representativos de todo el territorio español. Dadas las diferencias socioculturales y demográficas entre las diferentes regiones de España que afectan a la educación, y a la escasez de estudios en los que se compare con la misma prueba el conocimiento matemático de futuros docentes y su posible alumnado, nos parece pertinente presentar este estudio donde planteamos las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué conocimientos matemáticos elementales tiene el alumnado de Grado de Maestro en Educación Primaria al acceder al grado (1º curso)? ¿y tras completar las asignaturas relacionadas con Matemáticas y su Didáctica (3º curso)? ¿Existen diferencias con el alumnado de 6º de Educación Primaria?
2. ¿Cuáles son los puntos fuertes y débiles en ese dominio del contenido matemático que muestran el alumnado universitario y el de Educación Primaria?

2. Metodología

La metodología empleada es cuantitativa, descriptiva e inferencial, desarrollándose un estudio con diseño no experimental, de corte transversal.

2.1 Participantes

Las muestras están formadas por 134 (73 mujeres) estudiantes de 1º curso y 99 (71 mujeres) estudiantes de 3º curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Facultad de Educación de Toledo, en la Universidad de Castilla-La Mancha. Esta muestra de alumnado universitario es de conveniencia. La muestra del alumnado de 6º de Educación Primaria está compuesta por 1792 estudiantes de 6º curso de Educación Primaria de la misma comunidad autónoma, se obtuvo con muestreo aleatorizado, y es representativa de la

población regional. Se eligieron estos cursos del grado por ser el momento anterior a la formación en Matemáticas y su Didáctica, y aquél en el que esta se ha completado.

2.2 Instrumento

Para medir el conocimiento matemático, considerado compuesto no solo por contenidos sino también por procesos, como se indicó en la sección anterior, el instrumento utilizado es la prueba de evaluación de la Competencia Matemática utilizada para 6º curso de Educación Primaria en 2017/2018 (INEE, 2018). Esta se fundamenta con un marco teórico competencial, no incluyéndose en el informe los valores psicométricos de la prueba. Esta consta de 30 preguntas, la mayoría de elección múltiple, y otras de respuesta corta. La puntuación máxima posible en la prueba completa es 31.

Como se indica en la guía de codificación (INEE, 2018), los 30 ítems que componen el instrumento se corresponden con distintos bloques de contenido, y se relacionan con diferentes procesos cognitivos (Tabla 1). Estos últimos se recogen en tres grandes categorías en secuencia ascendente según las habilidades que involucran (taxonomía de Bloom, Forehand, 2010): Conocer y Reproducir, Aplicar y Analizar, y Razonar y Reflexionar, cada una de las cuales se subdivide en dos, originando un total de seis niveles ascendentes.

Tabla 1

Bloques de contenido y procesos cognitivos para cada ítem de la prueba

Procesos cognitivos		Bloques de Contenido			
		Números	Geometría	Medida	Datos e incertidumbre
Conocer y Reproducir	Acceso e Identificación (Nivel 1)	P1	P2	P11	P28 y P30
	Comprensión (Nivel 2)	P27 y P3	P17	-	P16
Aplicar y Analizar	Aplicación (Nivel 3)	-	P6	P5 y P23	P4 y P8
	Análisis (Nivel 4)	P7, P13 y P15	P10	P14 y P18	P12
Razonar y Reflexionar	Síntesis y Creación (Nivel 5)	P19 y P22	P24 y P26	-	-
	Juicio y Valoración (Nivel 6)	P9 y P21	-	P29	P20 y P25

Las puntuaciones máximas se corresponden con el número de ítems en cada bloque, excepto aquellos en los que aparece la P30, que puntúa 2.

2.3 Procedimiento

La prueba de evaluación se administró a los dos cursos universitarios (1º y 3º de grado) durante la primera semana del curso académico. Cada estudiante la realizó de manera individual, disponiendo de 60 minutos para completarla de manera anónima.

En el caso del alumnado de 6º de Educación Primaria, la prueba fue realizada por la Administración Educativa, temporalizándola de igual manera. Los resultados fueron solicitados a la Jefatura de Servicio de Ordenación Académica, Documentación y Evaluación, que los cedió para este estudio garantizando el anonimato de los participantes.

2.4 Análisis

Los datos obtenidos se analizaron con la herramienta SPSS v. 24. Se analizaron las medias y desviaciones típicas como estadísticos descriptivos. La máxima puntuación era 31, pero se convirtieron las puntuaciones en cada bloque de contenido y proceso cognitivo a resultados sobre 10 para facilitar su comparación. La

muestra seguía una distribución no normal (test Kolmogorov-Smirnov; $p < 0,05$) en cada curso, por lo que se aplicaron contrastes no paramétricos para dos muestras independientes (U-Mann Whitney) para las diferencias de medias con un nivel de significación del 95%.

3. Resultados

Para dar respuesta a la primera pregunta de investigación se comienza presentando las puntuaciones totales del alumnado de 1º y de 3º del grado, así como las del alumnado de 6º de Educación Primaria en la Tabla 2, donde se muestra también el porcentaje de alumnado que obtuvo una puntuación de 5 o superior en la prueba.

Tabla 2

Medias y porcentajes sobre 5

Curso	N	Nota media	% por encima de 5
6º de EP	1792	5.03	49%
1º de grado	134	7.50	95.5%
3º de grado	99	8.05	100%

Para los mismos grupos, en la Tabla 3 se muestran las puntuaciones por bloques de contenido.

Tabla 3

Resultados por bloques de contenido

Curso	Números	Geometría	Medida	Datos e incertidumbre
6º EP	4.59	4.75	5.20	5.33
1º de grado	6.60	6.60	7.83	7.58
3º de grado	7.41	7.63	8.30	7.92

En la muestra se encuentran diferencias de medias entre los dos cursos de grado en los bloques de Números ($U=2964.50$; $p < .00$) y Geometría ($U=4490.50$; $p < .00$), mientras que no tiene significación estadística la diferencia en los bloques de Medida ($U=5800.50$; $p = .08$) y de Datos e Incertidumbre ($U=2876.50$; $p = .38$).

Dado que el conocimiento matemático involucra no solo contenidos, sino procesos cognitivos, como se indica en el apartado de metodología, los resultados se analizan también por procesos cognitivos y se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4

Resultados por procesos cognitivos

Curso	Acceso e identificación	Comprensión	Aplicación	Análisis	Síntesis y creación	Juicio y valoración
6º EP	6.45	5.68	5.42	4.56	3.68	3.76
1º de grado	8.85	8.25	7.82	7.61	6.45	5.26
3º de grado	9.03	8.50	7.90	8.51	7.03	6.64

Se encuentran diferencias entre los dos cursos de grado en dos de los seis procesos cognitivos: en el nivel más alto, Juicio y Valoración ($U=4324.50$; $p < .00$) y en Análisis ($U=5137.00$; $p < .00$). No hay que olvidar que encontrábamos una subida precisamente en este proceso para el 3º curso (ver Tabla 4).

Para contestar a la segunda pregunta de investigación, alineada con el segundo objetivo, se estudia por separado cada ítem de la prueba con el fin de detectar aquellos en los que los grupos de participantes muestran un mejor y peor desempeño. La Tabla 5 muestra las puntuaciones medias por pregunta para cada curso.

Tabla 5*Puntuaciones medias y desviación típica, M (DT), por pregunta para cada curso*

Pregunta	1º de grado	3º de grado	6º EP
P1	.96 (.19)	.99 (.10)	.82 (.38)
P2	.96 (.21)	.98 (.14)	.75 (.43)
P3	.75 (.43)	.90 (.30)	.53 (.50)
P4	.82 (.39)	.89 (.32)	.52 (.50)
P5	.81 (.40)	.84 (.37)	.52 (.50)
P6	.93 (.26)	.95 (.22)	.68 (.47)
P7	.91 (.29)	.92 (.27)	.65 (.48)
P8	.96 (.21)	.96 (.20)	.78 (.41)
P9	.46 (.50)	.60 (.49)	.28 (.45)
P10	.77 (.42)	.91 (.29)	.59 (.49)
P11	.93 (.26)	.95 (.22)	.85 (.85)
P12	.75 (.44)	.81 (.40)	.34 (.34)
P13	.72 (.45)	.87 (.34)	.36 (.36)
P14	.63(.48)	.85 (.36)	.45 (.50)
P15	.67 (.47)	.77 (.42)	.27 (.44)
P16	.86 (.35)	.83 (.38)	.70 (.46)
P17	.96 (.21)	.95 (.22)	.62 (.49)
P18	.88 (.33)	.84 (.37)	.53 (.50)
P19	.82 (.39)	.87 (.34)	.57 (.50)
P20	.95 (.22)	.99 (.10)	.80 (.40)
P21	.34 (.47)	.33 (.47)	.39 (.49)
P22	.66 (.47)	.75 (.44)	.41 (.49)
P23	.40 (.49)	.31 (.47)	.20 (.40)
P24	.34 (.47)	.44 (.50)	.09 (.28)
P25	.75 (.43)	.70 (.46)	.32 (.47)
P26	.76 (.43)	.75 (.44)	.40 (.49)
P27	.73 (.45)	.73 (.45)	.42 (.49)
P28	.78 (.42)	.76 (.43)	.42 (.49)
P29	.31 (.46)	.79 (.41)	.29 (.46)
P30	.85 (.35)	.88 (.33)	.51 (.44)

4. Discusión

En lo que respecta a las **puntuaciones globales**, se observa que los resultados son notablemente superiores en los estudiantes de grado que al finalizar la etapa de Educación Primaria. Este resultado es esperable, y deseable, dado el número de cursos de Matemáticas que recibe el alumnado entre la conclusión de la Educación Primaria y Secundaria. A pesar de esto, y teniendo en cuenta que la prueba empleada está destinada a alumnado de 6º de Primaria, y fijaría, por tanto, el nivel mínimo en cuanto a contenidos de los futuros docentes, se esperaría que las puntuaciones del alumnado universitario en esta prueba fueran máximas. Sin embargo, no alcanzan una media superior a 9 ni en 1º ni en 3º.

Respecto al alumnado de Educación Primaria, obtiene resultados comparables en nivel de conocimiento matemático a los publicados en el Portal de Educación sobre el informe PISA (Portal de Educación, 2020), aunque estos últimos estudiantes tienen distinta edad (15 años), alcanzando en ambos casos una media cercana a 5.

Comparando con alumnado del grado de educación de otros estudios, esta media de resultados al comienzo de grado (7,50) se encuentra intermedia entre la reportada por Nortes y Nortes (2019a) obtenida en alumnado de 2º de Grado de Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Murcia (7,19), y la informada por Arce et al. (2017) en su estudio realizado en Castilla y León (7,82). Las diferencias son de unas décimas, por lo que podríamos decir que los tres resultados están alineados en cuanto a la puntuación media. Sin embargo, el porcentaje de puntuaciones totales por debajo de 5 en nuestro caso, que es inferior al 5%, ofrece un resultado notablemente mejor que la tasa reportada en Murcia, donde se hallan el 33,91% de los futuros docentes. Para la posible explicación de las diferencias, debe considerarse que se emplearon pruebas diferentes, y esto podría estar actuando como variable extraña no controlada.

Por otro lado, en la comparación de medias, la prueba U de Mann-Whitney indica que existen diferencias significativas para los cursos 1º y 3º de grado ($U=5188.00$, $p<0.00$) en nuestra muestra, siendo superior la puntuación media de 3º. Esto podría significar que las dos asignaturas recibidas a lo largo de 1º y 2º relacionadas con Matemáticas y su Didáctica intervienen favorablemente en la mejora del conocimiento matemático elemental del alumnado del grado y, por tanto, mejora tanto el conocimiento del contenido matemático, como de los procesos. Nortes y Nortes (2017a) encuentran resultados análogos a los nuestros en cuanto a la progresión de los resultados con respecto al curso de grado, es decir, que el alumnado desarrolla sus conocimientos matemáticos a lo largo de los estudios del Grado de Maestro.

El aspecto más negativo es que, a la luz de los resultados, parte del alumnado que concluye los estudios de Matemáticas y su Didáctica en el grado no muestra un conocimiento completo o máximo de los contenidos matemáticos elementales, lo cual coincide con lo que Castro et al. (2014) declaran sobre las deficiencias graves de los programas de formación de docentes, tanto en contenidos matemáticos como en procesos, que también nos debería hacer reflexionar las posibles y próximas reformas.

En cuanto al análisis de **contenidos matemáticos**, en los dos cursos de grado, las puntuaciones más altas se obtienen para el bloque de Medida mientras que el alumnado de 6º de Educación Primaria destaca en el bloque de Datos e Incertidumbre. Las puntuaciones más bajas en todos los cursos corresponden al bloque de Números. En este bloque, los resultados de este trabajo contrastan con lo reportado por Nortes y Nortes (2017b). En su estudio comparan tareas de Aritmética y Geometría de la prueba de Competencia Matemática de 6º de Primaria correspondientes a varios cursos de grado, los resultados muestran un porcentaje mayor de respuestas correctas en Aritmética comparado con Geometría.

El alumnado de 1º curso obtiene resultados muy parecidos a los reportados por Nortes y Nortes (2019a) en los bloques de Números (6,50) y Medida (7,87). Sin embargo, nuestro alumnado de 3º obtiene resultados parecidos a aquellos en Geometría (7,40) y Datos e Incertidumbre (8,52). Cuando nuestro alumnado acaba su formación en Matemáticas y su Didáctica tiene un nivel similar al que muestran los estudiantes de Murcia cuando inician su formación en esta materia. Cabe plantearse, por tanto, si el nivel en el acceso a la facultad de educación es distinto en diferentes regiones, qué implicaciones puede tener esto para la formación inicial de los futuros docentes. Quizá pudiera paliarse esta diferencia con la que llega el alumnado desde los estudios preuniversitarios reforzando en nuestro caso estos bloques en los estudios de grado.

Las diferencias de medias obtenidas en los cursos 1º y 3º para los bloques Números y Geometría indican que a lo largo del grado el alumnado de 3º mejora en los dos bloques citados, mientras que no mejora su nivel de conocimiento en los bloques de Medida y de Datos e Incertidumbre. Esto contrasta con los resultados obtenidos por Nortes y Nortes (2017a), quienes detectan diferencias en cuanto al curso para el bloque de Geometría y el de Datos e Incertidumbre, pero no encuentran tales diferencias en los bloques de Números y Medida. Cabe resaltar que el instrumento utilizado fue distinto al empleado en este estudio, y esto puede contribuir a la diferencia observada en los resultados.

A la luz de los resultados obtenidos, se puede concluir que las asignaturas de Matemáticas y su Didáctica contribuyen a mejorar los conocimientos matemáticos del alumnado del grado en los bloques de Números y Geometría, no resultando tal mejora en los bloques de Medida y de Datos e Incertidumbre. Este hecho debería ser tenido en cuenta y revisar las acciones realizadas en las correspondientes partes de las asignaturas de los cursos de 1º y 2º, con el fin de mejorarlos. Convendría determinar si el alumnado no mejora en su nivel porque este ya es alto, o porque no siente motivación para profundizar en esos contenidos. Sin embargo, parece que se está haciendo un buen trabajo en las otras partes que incluyen al bloque de Números y Geometría.

Con respecto a los **procesos cognitivos**, se puede observar que tanto en 6º de Educación Primaria como en el 1º curso de grado, las puntuaciones siguen el nivel de progresión de los seis procesos cognitivos de menor complejidad (Acceso e Identificación) a mayor complejidad (Juicio y Valoración). Sin embargo, en el 3º curso se observa una excepción a la tendencia descendente en el proceso de Análisis, ya que la puntuación asciende de 7,90 en Aplicación a 8,51 en Análisis, en lugar de descender, como se esperaría por la mayor complejidad.

La progresión ascendente obtenida en el 1º curso se encuentra en línea con la reportada por Nortes y Nortes (2019a) con su alumnado de grado en el curso en el que empieza sus asignaturas de Didáctica de Matemáticas.

Las diferencias de medias para los dos cursos universitarios en los procesos de Juicio y Valoración y Análisis indicarían que el alumnado de 3º obtiene mejores resultados en cuanto a examinar y dividir la información en partes, así como en encontrar relaciones entre situaciones diversas en contextos relativamente conocidos, también en la capacidad para formular juicios con criterio propio.

Se puede pensar, por tanto, que los estudios del grado fomentan el desarrollo de las habilidades de orden superior en los estudiantes, como Juicio y Valoración y Análisis, lo cual encaja con los objetivos recogidos en las guías didácticas de las asignaturas y la memoria del grado. Sin embargo, coincidimos con otros autores (Carrizales, 2017; Rim y Lee, 2015; Stemn, 2020) en la necesidad de que los planes de formación de docentes incidan en el desarrollo de estos procesos cognitivos, y no solo en el contenido matemático, como apunta la nueva ley educativa desarrollada ya para la Educación Primaria (LOMLOE, 2020).

Si hacemos un análisis pormenorizado de los **ítems del cuestionario**, las cinco preguntas mejor contestadas por el alumnado de 6º de Educación Primaria fueron, por orden, la P11, P1, P20, P8 y P2. Los cinco ítems con mayor puntuación del grupo de 1º fueron P1, P2, P8, P17 y P20. En el grupo de 3º, las preguntas con mejor desempeño fueron, por orden, P1, P20, P2, P8 y P6, P11 y P17. Los ítems citados pertenecían a distintos bloques de contenido e implicaban procesos cognitivos con distintos niveles de dificultad (ver Tabla 1). Parece que el grupo de 3º encuentra similares dificultades para responder a las preguntas que el de 1º, exceptuando la P11, en la cual se pide discriminar qué figura no es un poliedro entre cuatro cuerpos geométricos. Por ello, al refrescar el contenido en la asignatura de 2º (*Didáctica de la Geometría y la Medida*), el grupo de 3º ofrece más respuestas correctas.

Los resultados de Nortes y Nortes (2019a) también apuntaban la pregunta P20 (Figura 1) como la mejor contestada, que curiosamente pertenecía al proceso cognitivo de nivel superior, Juicio y Valoración, que implica habilidades cognitivas de orden superior. En línea con estos autores, se cree que en el análisis de la prueba se yerra en la asignación de la pregunta al proceso cognitivo, pues la identificación de la moda en un gráfico de barras podría corresponder a una categoría como Comprensión o Aplicación, en lugar de a Juicio y Valoración. El resto de preguntas afines a los tres grupos son la P1, P2 y P8, correspondiendo las dos primeras al proceso de primer nivel, Acceso e identificación, y la tercera al cuarto nivel, Análisis.

Lucas ha preguntado a los miembros del grupo qué actividad les gustaría realizar y ha elaborado el siguiente gráfico.

¿Cuál es la actividad que está de moda entre las familias con cuatro miembros o más?

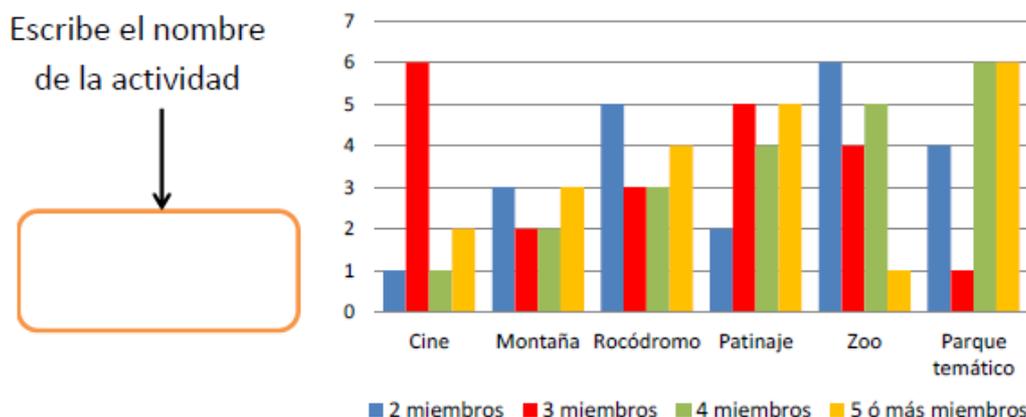


Figura 1. Pregunta P20

Por otro lado, los cinco ítems con menor puntuación del alumnado de 6º de Educación Primaria son: P24, P23, P15, P9 Y P29. Sin embargo, para el alumnado del grupo de 1º fueron P29, P21, P24, P23 y P9, y, para el grupo de 3º, P23, P21, P24, P9 y P25.

Los dos cursos de grado coinciden en los ítems P9, P21, P23 y P24, perteneciendo además P9 y P21 al bloque de Números y al proceso cognitivo de Juicio y Valoración. Estos resultados se asemejan a los obtenidos por Nortes y Nortes (2019a) donde los ítems P21, P23 y P24 se suspenden en todos sus grupos. Además, el ítem 21, figura como el peor contestado en la muestra de Nortes y Nortes (2019a), curiosamente, esta pregunta no figura entre las cinco preguntas con peor desempeño de nuestro alumnado de 6º de Primaria,

sino que se sitúa el 9°. El ítem 21 (figura 2) plantea la reflexión sobre el proceso que se aplica en la resolución de problemas, concretamente en la aplicación de porcentajes. Contreras et al. (2012) y Montes et al. (2015) ya detectaban dificultades de los estudiantes para maestro/a en la resolución de problemas de la vida cotidiana que implicaban porcentajes de forma directa e indirecta, por ejemplo, contextos de descuento comercial. Tal vez en la docencia del grado no se esté haciendo suficiente hincapié en este tipo de contenidos que se consideran aprendidos en cursos inferiores. De hecho, en el grupo de 6º de Educación Primaria esta pregunta no figura entre las cinco preguntas con menor desempeño. Se propone, por tanto, como prospectiva profundizar en el tipo de error que producen los futuros docentes al calcular porcentajes.

David le dice a Álvaro que se ha comprado una Tablet y una funda por 620 €. Por la funda ha pagado $\frac{1}{4}$ de lo que había pagado por la Tablet. Quiere saber lo que ha pagado por cada uno, por ello, ha decidido hacer el siguiente planteamiento:

PLANTEAMIENTO	Puedes escribir aquí tu
El precio de la funda más el de la Tablet son 5 partes, por lo tanto, la funda es $\frac{1}{5}$ y la Tablet son $\frac{4}{5}$. Entonces la funda cuesta 124 € y la Tablet 496 €.	Precio de la funda → <input type="text"/>
	Precio de la Tablet → <input type="text"/>

¿Es correcto el planteamiento que ha hecho David?

- A. Es incorrecto porque la funda cuesta 220€.
- B. Es incorrecto porque el precio de la funda es $\frac{1}{4}$ de 620.
- C. Es correcto el planteamiento pero la solución es incorrecta.
- D. Es correcto tanto el planteamiento como la representación y la solución.

Figura 2. Pregunta P21

Por último, destacar que las preguntas con mejor desempeño suelen coincidir con el proceso cognitivo menos demandante cognitivamente, Conocer y reproducir; las preguntas con peor desempeño suelen pertenecer al proceso más demandante, Juicio y valoración.

5. Conclusiones

Las preguntas de investigación pueden contestarse mediante el análisis de los conocimientos matemáticos elementales del alumnado del Grado de Maestro en Educación Primaria en 1º y 3º, y su comparación entre sí, además de con los de alumnado de 6º de Primaria, así como identificar los elementos en los que los participantes mostraban mejor y peor dominio de conocimiento matemático.

Como era de esperar, el conocimiento matemático elemental del alumnado universitario es superior al del estudiantado que termina la etapa de escolarización Primaria, tanto en contenidos como en procesos cognitivos. No obstante, cabe señalar, que lo ideal sería que el alumnado ya accediera al grado con un nivel máximo de conocimientos matemáticos elementales, pues para poder profundizar en el conocimiento pedagógico es imprescindible tener un conocimiento sólido del contenido matemático (Baumert et al., 2010; Goos, 2013). Por tanto, si el alumnado que accede a la formación inicial no tiene un consolidado conocimiento matemático, la formación universitaria deberá atender ese aspecto también, restando tiempo y esfuerzo al conocimiento didáctico del contenido (PCK), del cual no habrá recibido formación a lo largo de su escolarización obligatoria. De hecho, el estudio de los programas académicos de formación de docentes realizado por Rico et al. (2014) incide sobre la necesidad de que los planes de estudio enfatizen la Didáctica de las Matemáticas y Matemáticas Escolares en lugar de centrarse en contenidos matemáticos avanzados. Esta afirmación se alinea con la visión aportada por los docentes en activo, pues las Matemáticas Escolares era el tercer dominio más valorado por esos docentes (Martín del Pozo et al., 2013).

Con el fin de poder focalizar los programas en la didáctica, estamos de acuerdo con la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática (SEIEM, 2014) y con varios investigadores (Barcero et al., 2019; Lacasa y Rodríguez, 2013; Montes et al., 2015; Nortes y Nortes, 2019a) en la necesidad de una prueba inicial que garantice el acceso al Grado de Maestro con un conocimiento matemático mínimo sobre el que se pueda abordar la formación didáctica del alumnado. Los resultados de las regiones que actualmente están aplicando esa prueba ayudarán a orientar la misma en el resto del país.

Entre las limitaciones del estudio, se destaca que el mismo sea transversal en lugar de longitudinal, lo que permitiría ver la evolución de un grupo o cohorte. Sin embargo, junto con los estudios realizados en las diferentes regiones españolas, permite disponer de una panorámica que permita orientar y decidir sobre qué tipo de acciones serían adecuadas para mejorar la formación inicial respecto al conocimiento matemático del futuro docente.

Apoyos

Agradecemos a la Jefatura de Servicio de Ordenación Académica, Documentación y Evaluación de Castilla-La Mancha la cesión de parte de los datos de los participantes en este estudio.

Referencias

- Alguacil, M.; Boqué, M. C. y Pañellas, M. (2016). Dificultades en conceptos matemáticos básicos en los estudiantes para maestro. *Internacional Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología* 1(1), 419-430.
- Arce, M., Marbán, J. M. y Palop, B. (2017). Aproximación al conocimiento común del contenido matemático en estudiantes para maestro de primaria de nuevo ingreso desde la prueba de evaluación final de educación primaria. En J. M. Muñoz-Escolano, A. Arnal-Bailera, P. Beltrán-Pellicer, M. L. Callejo y J. Carrillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXI* (pp. 119-128). Zaragoza: SEIEM.
- Barquero, B., Sala, G., Badillo, E., Calabuig, T., Esteve, S., Julià, C., Prat, M., Ricart, M., & Vidal, S. (2019). Evaluación de la competencia lógico-matemática. La prueba CLOM para los grados de maestro. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, (86), 17-24.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann U, Krauss S, Neubrand M. y Tsai Y. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47, 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Blanco, M. M. G. (2000). Conocimiento profesional del profesor de matemáticas. El concepto de función como objeto de enseñanza-aprendizaje. *Revista Fuentes*, 2. Recuperado de: <https://revistascientificas.us.es/index.php/fuentes/article/view/2726/2275>
- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Nielka-Rojas, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M., & Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Carrizales, D. M. (2017). *Examining Elementary Preservice Teachers' Mathematics Common Content Knowledge and Specialized Content Knowledge Related to Base 10 Concepts* (Doctoral dissertation)
- Castro, A., Mengual, E., Prat, M., Albarracín, L., & Gorgorió, N. (2014). Conocimiento matemático fundamental para el Grado de Educación Primaria. Inicio de una línea de investigación. En M. T. González, M. Codes, D. Arnau y T. Ortega (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVIII*. (pp. 227-236). Salamanca: SEIEM
- Contreras, L. C., Carrillo, J., Zakaryan, D., Muñoz-Catalán, M., & Climent, N. (2012). Un estudio exploratorio sobre las competencias numéricas de los estudiantes para maestro. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 26(42B), 433-458. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-636X2012000200003>
- Costa, P. A. (2003). Principios y estándares para la educación matemática (NCTM). *Epsilon: Revista de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales"*, (57), 497-498.
- Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and teacher education*, 34, 12-25. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.001>
- Forehand, M. (2010). Bloom's taxonomy. *Emerging perspectives on learning, teaching, and technology*, 41(4), 47-56.
- Goos, M. (2013). Knowledge for teaching secondary school mathematics: what counts? *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 44(7), p. 1-13. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2013.826387>
- INEE. Marco general de la evaluación final de Educación Primaria. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/dam/jcr:55b35040-4d36-4c38-a420-eeb440dedf41/marco-teorico-evaluacion-final-6ep.pdf>

- INEE (2018). Pruebas del curso 2017-2018. Recuperado de: <https://www.educacionyfp.gob.es/inee/evaluaciones-nacionales/evaluacion-sexto-primaria/pruebas-oficiales-2017-18.html>
- Lacasa, J. M. y Rodríguez, J. C. (2013). Diversidad de centros, conocimientos matemáticos y actitudes hacia la enseñanza de las matemáticas de los futuros maestros en España. En *TEDS-M Estudio Internacional sobre la formación inicial en Matemáticas de los maestros. IEZ. Informe español. Volumen II. Análisis secundario*. Madrid-MECD, pp. 65-97. Recuperado de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/teds-m-vol2-linea.pdf?documentId=0901e72b8171f9cf>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (LOMCE). *Boletín Oficial del Estado*, nº 295, de 10 de diciembre de 2013, 97858-97921. <http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOMLOE). *Boletín Oficial del Estado*, nº 340, de 30 de diciembre de 2020, 122868 – 122953. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3/dof/spa/pdf>
- Llinares, S., & Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners. In *Handbook of research on the psychology of mathematics education* (pp. 429-459). Brill Sense.
- Martín del Pozo, R., Fernández-Lozano, P., González-Ballesteros, M. y de Juana, A. (2013). El dominio de los contenidos escolares: competencia profesional y formación inicial de maestros. *Revista de Educación*, 360, 363-387. DOI: [10.4438/1988-592X-RE-2011-360-115](https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-360-115)
- Montes, M. Á., Contreras, L. C., Liñán García, M. D. M., Muñoz Catalán, M. C., Climent, N., & Carrillo, J. (2015). Conocimiento de aritmética de futuros maestros. Debilidades y fortalezas. *Revista de Educación*, 367, 36-62. DOI: [10.4438/1988-592X-RE-2015-367-282](https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2015-367-282)
- National Council for Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston , VA : Author.
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2017a). Competencia matemática, actitud y ansiedad hacia las Matemáticas en futuros maestros. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20(3), 145-160.
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2017b). ¿Aritmética elemental o Geometría elemental? Un estudio en futuros maestros. *Educatio siglo XXI*, 35(2), 209-228. <http://dx.doi.org/10.6018/j/298581>
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2018). ¿Tienen los futuros maestros los conocimientos matemáticos elementales? En Rodríguez-Muñiz, Luis Jose; Muñiz-Rodríguez, Laura; Aguilar-González, Álvaro; Alonso, Pedro; García, Francisco Javier; Bruno, Alicia (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXII* (pp. 397-406). Gijón, España: Universidad de Oviedo.
- Nortes-Martínez-Artero, R. y Nortes, A. (2019a). ¿Hay diferencias en competencia matemática entre alumnos de un mismo curso? Un estudio con futuros maestros. *Números. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 102, 43-65.
- Nortes Martínez-Artero, R. y Nortes Checa, A. (2019b). La prueba de competencia matemática de 6.º de Primaria como prueba de diagnóstico en futuros maestros. *Edetania*, (55), 57-77. https://doi.org/10.46583/edetania_2019.55.431
- Portal de Educación (2020). Evaluación final de Educación Primaria. Castilla-La Mancha. Recuperado de: <http://www.educa.jccm.es/es/sistema-educativo/evaluacion-educativa/evaluaciones-nacionales/evaluacion-final-educacion-primaria>
- Rico, L., Gómez, P. y Cañadas, M. (2014). Formación Inicial en educación matemática de los maestros de primaria en España, 1991-2010. *Revista de Educación*, 363, 35-59. DOI: [10.4438/1988-592X-RE-2012-363-169](https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2012-363-169)
- Rim, Haemee, & Lee, Minhee. (2015). Analysis of Mathematics Preservice Teachers' Mathematical Content Knowledge based on PISA 2012 Items. *The Mathematical Education*, 54(3), 207–222. <https://doi.org/10.7468/MATHEDU.2015.54.3.207>
- Rodríguez, P. (2017). Creación, desarrollo y resultados de la aplicación de pruebas de evaluación basadas en estándares para diagnosticar competencias en Matemáticas y Lectura al ingreso a la Universidad. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(1), 89-107.
- SEIEM (2014). Editorial. *Boletín de la Sociedad Española en Investigación en Educación Matemática*, 37, 2.
- Silver, E. A. (2006). Formação de Professores de Matemática: desafios e direções. *Boletim de Educação Matemática*, 19(26).
- Stemn, B. S. (2020). Impact of a Field-Based Mathematics Methods Course on Preservice Elementary Teachers' Specialized Content Knowledge: The Case of Area and Perimeter. *Journal of Education & Social Policy*, 7(1), 158-165.