

COMPETENCIA MATEMÁTICA DEL ALUMNADO DE GRADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA: UN ANÁLISIS DE NECESIDADES

Jesús Montejo-Gámez – Elvira Fernández de Ahumada – Carmen León-Mantero – Natividad Adamuz-Povedano – Noelia Jiménez-Fanjul
jmontejo@uco.es – elvira@uco.es – cmleon@uco.es
nadamuz@uco.es – noelia.jimenez@uco.es,
Universidad de Córdoba, España

Núcleo temático: Formación del profesorado en Matemáticas

Modalidad: CB

Nivel educativo: Formación y actualización docente

Palabras clave: Competencia matemática PISA; maestros en formación inicial; necesidades formativas;

Resumen

Este trabajo explora las necesidades formativas en Matemáticas del alumnado de nuevo ingreso en el grado de Educación Primaria. Estos estudiantes, de procedencia heterogénea, suelen presentar un rendimiento irregular en Matemáticas, acompañado de baja autoestima hacia la materia y de una concepción meramente instrumental de la misma. Presentamos un análisis exploratorio del grado de competencia matemática que demuestran nuestros alumnos. Partiendo de la concepción de competencia matemática de PISA (OECD, 2013a), se han seleccionado diferentes ítems liberados que cubren los distintos contenidos del currículo de Educación Primaria, así como los procesos y capacidades PISA. Las respuestas a esos ítems que proporciona el alumnado de primer año de grado de Educación Primaria permiten trazar un perfil de sus necesidades formativas. Dicho perfil nos proporciona la información necesaria para afrontar la formación matemática de los estudiantes noveles de magisterio desde su propio conocimiento.

Introducción y motivación

Las exigencias de la sociedad del s. XXI hacen cada vez más necesario el desarrollo de destrezas matemáticas que permitan al ciudadano desenvolverse de forma autónoma en la experiencia cotidiana. El impacto social del desempeño de los profesores de Matemáticas es creciente y su formación, por tanto, debe ser un objetivo prioritario a analizar. En el grado de Educación Primaria de la Universidad de Córdoba existe solo una asignatura orientada a desarrollar la formación puramente matemática de los futuros maestros de Matemáticas. Este contexto formativo originó la investigación que se presenta en esta comunicación: por una parte, la formación matemática adecuada de los estudiantes de grado requiere mayor inversión de tiempo de la que se dispone, lo que obliga a priorizar ciertos contenidos; por otra, se percibe en el alumnado un conocimiento matemático puramente instrumental. Respecto a cuestiones actitudinales, los estudiantes consideran las matemáticas útiles para el ejercicio de su futura labor docente, pero la materia les genera ansiedad y poco agrado (Madrid, León-Mantero y Maz-Machado, 2015). Similares resultados se han obtenido en otras investigaciones a nivel nacional e internacional (Gómez-Chacón, 2002; Hannula et al., 2016). Por otra parte, la procedencia desde la que los alumnos acceden al grado de Educación Primaria

es diversa, de manera que no está claro qué habilidades matemáticas se pueden asumir que poseen los futuros docentes como adquiridas de antemano. Todos estos motivos conducen a cuestionar qué habilidades matemáticas se deben trabajar en la asignatura de primer curso y motivaron la celebración de una evaluación inicial para explorar las destrezas del alumnado y cuyos detalles se exponen a continuación.

Marco conceptual

El diseño de la evaluación inicial se planteó en términos de la competencia matemática PISA 2012 (OECD, 2013a), debido a (i) la ya mencionada diversidad del alumnado objeto de estudio, que no permite exigir *a priori* ningún nivel en Matemáticas más allá del correspondiente a la enseñanza obligatoria y que es precisamente el nivel que evalúan las pruebas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OECD, de sus siglas en inglés *Organisation for Economic Co-operation and Development*); (ii) se asume que el aprendizaje matemático debe partir de la realidad y ser útil fuera del ambiente matemático, lo que conduce a trabajar a partir de problemas contextualizados. Además, el enfoque PISA 2012 proporciona un formato de trabajo que deben conocer los maestros de Matemáticas, ya que se utiliza para evaluaciones de alcance internacional y existen ítems liberados que permiten plantear la investigación desde el mismo enfoque de dichas evaluaciones.

El concepto de competencia matemática PISA 2012 constituye una evolución del modelo adoptado nueve años atrás para la evaluación de 2003 (OECD, 2003), que a su vez fue concebido a partir del modelo de Niss (2003). Se define como “la capacidad del individuo para formular, emplear e interpretar las Matemáticas en distintos contextos” (OECD, 2013a; p. 9). Esta concepción, basada en la aplicación de las Matemáticas para resolver problemas de la vida cotidiana, se articula en torno a tres elementos básicos: los procesos, los contenidos y los contextos (ilustración 1). Los procesos matemáticos describen las acciones que deben completar los individuos competentes cuando resuelven un problema matemático presentado en un contexto real. PISA 2012 identifica tres procesos: (i) formulación, que consiste en la actividad de identificar, estructurar y definir elementos matemáticos para abordar un problema; (ii) empleo, que consiste en la ejecución de procedimientos, cálculos o algoritmos matemáticos; (iii) interpretación, que implica la valoración de la solución matemática dentro del contexto en el que se presentó el problema. El desarrollo adecuado de estos procesos está basado en siete capacidades que subyacen a la ejecución de los procesos y son transversales a los

conceptos usuales en Matemáticas. Estas capacidades pueden consultarse en la ilustración 1 y con mayor profundidad en OECD (2013a).



Ilustración 1: Competencia matemática PISA 2012

Los contenidos son los conocimientos que debe poseer el individuo matemáticamente competente. El marco PISA 2012 establece cuatro categorías de contenidos: cambio y relaciones, espacio y forma, cantidad e incertidumbre y datos. Por último, los contextos son las situaciones del mundo real en las que se plantean los problemas matemáticos, y en general determinan las representaciones y estrategias necesarias para afrontar los problemas. Se distinguen los contextos personal, profesional, social y científico.

En síntesis, el individuo matemáticamente competente ha desarrollado las capacidades para identificar contenidos matemáticos dentro de problemas presentados en contextos y ejecutar los procesos para resolver estos problemas.

Como hemos descrito, en esta comunicación se ha adoptado como marco de referencia el propuesto en OECD (2013). Sin embargo, el fin de la investigación obliga a considerar los contenidos que tendrán que trabajar los maestros en formación que se están estudiando. Por esta razón se han adoptado los bloques curriculares de Educación Primaria en Andalucía (números, geometría, medida y estadística y probabilidad) como la referencia para el análisis en relación a los contenidos.

Existen algunas investigaciones empíricas que estudian la competencia matemática de maestros en formación inicial con diferentes finalidades. Sáenz-Castro (2007) efectuó la evaluación desde el enfoque PISA 2003 para comparar con los resultados oficiales y trazar un perfil de rendimiento matemático y dilucidar la relación entre el tipo de bachillerato cursado y dicho rendimiento. Escolano-Vizcarra, Gairín-Sallén, Jiménez-

Gestal, Murillo-Ramón y Roncal-Gómez, (2012), por su parte, comparan la competencia matemática de maestros en formación inicial de varias universidades españolas con sus creencias acerca de las matemáticas y su desempeño como profesores de Matemáticas.

Objetivos

Evaluar la competencia matemática del alumnado novel del grado de Educación Primaria desde el dominio de los contenidos curriculares y las destrezas del marco PISA 2012 para construir su formación matemática sobre sus necesidades. Específicamente:

OE1: Estudiar el nivel de competencia matemática del alumnado en términos de los bloques de contenidos del currículo de Educación Primaria y de los procesos y capacidades PISA y contrastar si la modalidad de acceso a los estudios de grado influye en este nivel.

OE2: Analizar pormenorizadamente las soluciones a problemas contextualizados dadas por el alumnado para comprender los niveles obtenidos.

OE3: Elaborar el perfil de conocimiento matemático del alumnado y determinar sus necesidades formativas en virtud del perfil definido.

Metodología

Población, muestra e instrumento. Los alumnos del primer curso del grado de la Universidad de Córdoba (curso 2016/2017). La muestra para el estudio, generada por muestreo accidental, está formada por 227 de los 283 matriculados en el Primer Curso, formados por 88 hombres y 139 mujeres y de diferentes procedencias: 107 alumnos de bachillerato de Ciencias Sociales, 39 de humanidades, 43 del técnico o del biosanitario, 32 de ciclos formativos y 6 que accedieron por otras vías. Para la recogida de información se elaboró un instrumento formado por los siguientes ítems liberados de pruebas PISA (OECD, 2013b): P1 (p. 298), P2 (p. 175), P3 (p. 320-322) y P4 (p. 42) y P5 (p. 178). En conjunto estos ítems cubren todos los bloques de contenidos de Educación Primaria, así como los procesos y las capacidades PISA 2012.

Procedimiento. Los alumnos participantes en el estudio resolvieron los ítems que conforman nuestro instrumento individualmente durante 1 h. Para analizar las respuestas obtenidas se combinaron los análisis cuantitativo y cualitativo. El análisis cuantitativo parte de un conjunto de indicadores que se consensuaron entre los investigadores para evidenciar el dominio de contenidos, procesos y capacidades, de

manera que cada problema tiene asociados varios indicadores describiendo los procedimientos elementales necesarios para resolver el problema. La ejecución satisfactoria de cada uno de estos indicadores (es decir, del procedimiento asociado) evidencia el dominio de ciertos contenidos, capacidades y procesos PISA según se muestra en la tabla del anexo I. A cada indicador se le asignó un valor entre 0 y 1 para medir los niveles de desempeño del participante respecto de los diferentes procedimientos elementales asociado, que se valoraron a partir de la rúbrica del anexo II y se aplicó de manera que las respuestas en blanco se excluyeron del análisis. Una vez valorados todos los indicadores, se definieron para cada estudiante catorce variables correspondientes a los cuatro bloques de contenidos, los tres procesos y las siete capacidades, de forma que el valor de cada variable es el promedio del valor de todos los indicadores que están relacionados con ella según las filas de la tabla en el anexo I. El análisis descriptivo de estas variables nos proporciona el nivel de competencia matemática del alumnado. La relación entre este nivel y la modalidad de acceso a los estudios de grado se contrastó a través de pruebas de dependencia apropiadas al 95 % de confianza. Los gráficos obtenidos y los análisis estadísticos se realizaron utilizando la Toolbox *Stats* de MatLab. Dado el carácter formativo de la investigación, el análisis cualitativo se centró en profundizar en los resultados de nivel obtenidos mediante el análisis cuantitativo. Concretamente, para alcanzar el segundo objetivo específico se describieron e interpretaron las respuestas a los indicadores involucrados en las variables que mostraron nivel más bajo. Finalmente, el logro del último objetivo específico se afrontó a partir de la síntesis de la información obtenida y las posibles acciones que pueden tomar los docentes para cubrir las carencias observadas.

Resultados

Nivel de competencia e influencia del tipo de acceso. En cuanto al nivel de competencia matemática del alumnado, puede verse en la ilustración 2 el análisis descriptivo de las variables tomadas. Para contrastar la influencia de la modalidad de acceso en los niveles descritos, la corrección de Lilliefors al test de Kolmogorov-Smirnov condujo a rechazar la normalidad de todas las variables estudiadas. La prueba de Kruskal-Wallis aplicada a cada una de dichas variables rechazó en casi todas ellas la hipótesis nula de independencia respecto a la modalidad de acceso a los estudios de grado. Las correcciones de Dunn-Sidak aplicadas para las comparaciones entre los diferentes subgrupos de participantes mostraron que: (i) el nivel de los estudiantes de

bachilleratos científicos en geometría y medida fue significativamente diferente (mayor media) a los estudiantes de los otros bachilleratos y ciclos formativos. En números solo hubo diferencias entre el bachillerato científico y los alumnos que no hicieron bachillerato, mientras que en estadística no se encontraron diferencias significativas entre grupos; (ii) solo se encontraron diferencias significativas entre los alumnos de bachilleratos científicos y los de humanidades y ciclos formativos en el proceso de formulación; (iii) en cuanto a las capacidades, existieron diferencias significativas entre los bachilleratos científicos y el de ciencias sociales en estrategias de resolución de problemas y entre el bachillerato científico y el de humanidades en el uso de herramientas. En el resto de capacidades se obtuvo en general mayor rendimiento de los participantes de bachilleratos científicos, que fue significativo solo en pocos casos.

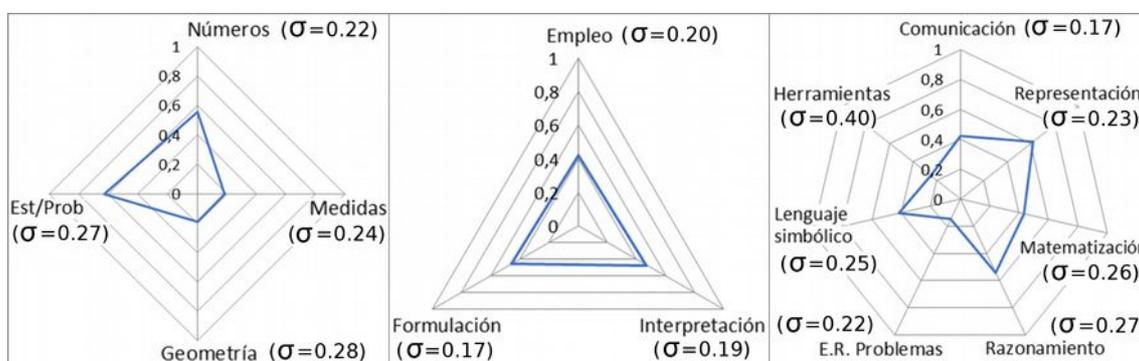


Ilustración 2: Niveles medios y desviaciones típicas de las variables asociadas a los bloques de contenido curriculares y los procesos y capacidades PISA 2012

Análisis de las soluciones a los problemas. Para comprender los niveles obtenidos, la tabla del anexo I lleva a analizar con mayor detalle las respuestas a los problemas 2, 4 y 5. En el problema 5 se observó que 161 participantes dejaron el problema en blanco. Entre los demás se encontraron estudiantes que no utilizaron adecuadamente la escala, otros que hicieron cambios de unidades utilizando reglas de tres incorrectas o utilizando el factor de cambio $\text{cm} - \text{Km}$ para pasar de cm^2 a Km^2 . También se constató el cálculo de áreas utilizando fórmulas que no pueden conducir a un área, dando áreas en unidades de longitud o estimando directamente áreas a través de longitudes. En el problema 4, 86 alumnos evitaron contestar las preguntas que implicaban cambio de unidades y 37 dejaron el problema en blanco, siendo solo 23 los participantes que hicieron adecuadamente el cambio de unidad “pasos/minuto” a “Km/h”. Además, se observaron casos en los que los alumnos sabían la respuesta a una pregunta cerrada pero no explicaron cómo se obtuvo esa respuesta. En el problema 2, se observan dos actuaciones destacables: la primera es que se encontraron respuestas a la

pregunta planteada que no se apoyan en cálculos o los usan como accesorios; la segunda es que 100 estudiantes interpretan que la proporción adecuada para saber qué pizza es más rentable se basa en la proporción diámetro/coste, en lugar de área/coste. Respecto a los problemas 1 y 3, relacionados con las variables que obtuvieron mayor nivel de desempeño, se constató que los alumnos resolvieron mayoritariamente los cálculos relacionados con medias, porcentajes y probabilidad, pero en ocasiones mostraron interpretaciones poco precisas de esos conceptos.

Perfil del alumnado y necesidades formativas. Los resultados obtenidos en las dos subsecciones anteriores muestran, en contraste a los resultados de Sáenz-Castro (2007), un alumnado con mayor dominio de la estadística y los números que de la medida y la geometría. Se observa un rendimiento homogéneo en cuanto a los procesos e irregular en cuanto a las capacidades PISA 2012, destacando en particular el bajo nivel de desempeño en la capacidad de estrategias de resolución de problemas y en el uso de herramientas. Los alumnos de bachilleratos científicos muestran en general mayor nivel que sus compañeros, lo que está en la misma línea de los resultados obtenidos por Sáenz-Castro (2007) y esta diferencia es significativa en las destrezas donde el rendimiento general es más bajo.

El análisis pormenorizado de la información recogida deja de manifiesto algunas necesidades formativas. En cuanto a los contenidos, se identifica la importancia de abordar la percepción de magnitud y los procedimientos asociados a la medición (incluyendo el uso de herramientas de medición), prestando atención especial al cambio de unidades utilizando factores de conversión. Se observa también que algunos participantes poseen concepciones poco sólidas del concepto de área, por lo que se hace necesario trabajar el área desde su interpretación como medida de la superficie, lejos del uso de fórmulas. También resultaría formativo trabajar conceptos numéricos y estadísticos como la media, la probabilidad de un suceso o los porcentajes desde los fenómenos del mundo real que representan. En cuanto a las capacidades, los estudiantes muestran niveles irregulares en relación a las capacidades. Además, se observan dificultades para argumentar ideas matemáticas apoyadas en cálculos, carencias a la hora de buscar soluciones a problemas y, en general, menor rendimiento conforme más abierta es la pregunta que plantea el problema a resolver. Se plantea de esta manera la necesidad de trabajar específicamente la resolución de problemas contextualizados, lo que puede contribuir a un nivel de ejecución de los procesos.

Conclusiones

Se han explorado las necesidades formativas del alumnado de primer curso del Grado en Educación Primaria a partir de sus niveles de competencia matemática PISA 2012. Los resultados han revelado variabilidad excesiva y cierta dependencia de los ítems concretos evaluados que sugiere considerar diferentes niveles de dificultad para evaluar cada destreza o, como señalan Escolano-Vizcarra et al. (2012), la necesidad de validar un instrumento para calibrar la competencia matemática. Una futura línea de investigación puede ir enfocada en esta dirección. Los resultados de la investigación, por otra parte, han arrojado mucha más luz sobre el nivel de desempeño de contenidos que de procesos y capacidades. Esta situación sugiere el análisis multivariante de las variables medidas con el objeto de analizar la consistencia estadística del constructo 'competencia matemática PISA 2012', su potencial para medir el conocimiento matemático de los individuos y analizar la conveniencia de trabajar en el aula procesos y capacidades de forma específica.

Referencias bibliográficas

- Escolano-Vizcarra, R., Gairín-Sallén, J. M., Jiménez-Gestal, C., Murillo-Ramón, J. y Roncal-Gómez, L. (2012). Perfil emocional y competencias matemáticas de los estudiantes del grado de educación primaria. *Contextos Educativos*, 15, 107–133.
- Gómez-Chacón, I. M. (2002). Cuestiones afectivas en la enseñanza de las matemáticas: una perspectiva para el profesor. En L. C. Contreras y L. J. Blanco (Eds.), *Aportaciones a la formación inicial de maestros en el área de Matemáticas: Una mirada a la práctica docente* (pp. 23-58). Cáceres: Universidad de Extremadura.
- Hannula, M. S., Di Martino, P., Pantziara, M., Zhang, Q., Morselli, F., Heyd-Metzuyanim, E., Jansen, A. (2016). Attitudes, Beliefs, Motivation, and Identity in Mathematics Education. In *Attitudes, Beliefs, Motivation and Identity in Mathematics Education* (pp. 1-35). Springer International Publishing.
- Madrid, M. J., León-Mantero, C., y Maz-Machado, A. (2015). Assessment of the Attitudes towards Mathematics of the Students for Teacher of Primary Education. *Open Access Library Journal*, 2. doi:10.4236/oalib.1101936.
- Niss, M. (2003), Mathematical Competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM Project. En A. Gagatsis y S. Papastavridis (eds.), *Proceedings of the 3rd Mediterranean Conference on Mathematical Education* (pp. 115-124). Atenas: Hellenic Mathematical Society.
- OECD (2003). *Marcos Teóricos de PISA 2003*. Madrid: MEC.
- OECD (2013a). *Marcos y pruebas de evaluación de PISA 2012 Matemáticas, Lectura y Ciencias*. Madrid: MECD.
- OECD. (2013b). *Estímulos PISA de Matemáticas Liberados*. Madrid: MECD.
- Sáenz-Castro, C. (2007). La competencia matemática (en el sentido de PISA) de los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 355–366.