

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

Primary teachers' mathematics common content knowledge when entering the university: clues from a standardized test addressed for Primary students

Arce, M., Marbán, J.M. y Palop, B.

Universidad de Valladolid

Resumen

El conocimiento matemático necesario para una buena docencia en matemáticas en Educación Primaria es un dominio cuya descripción, delimitación y comprensión facilita y orienta el diseño y el desarrollo de programas de formación inicial y permanente de maestros. En este trabajo se realiza una aproximación parcial al conocimiento común del contenido de 298 alumnos de primer curso del Grado en Educación Primaria con anterioridad al inicio de su formación matemática y didáctico-matemática en la universidad, empleando para ello la prueba de evaluación final de la Educación Primaria empleada en el marco LOMCE. Los resultados obtenidos permiten detectar carencias y dificultades que facilitan el establecimiento de elementos para una reflexión orientada al diseño y la utilización de estrategias de apoyo al estudiante en su proceso formativo.

Palabras clave: *Conocimiento Común, Educación Primaria, formación inicial, maestros, matemáticas.*

Abstract

Mathematics Content Knowledge for teaching in Primary Education is a complex domain whose description, delimitation and understanding eases and guides the design and development of initial and on-going teacher training programs. In this work, a partial approximation to Common Content Knowledge of 298 first year students of the Degree in Primary Education is made prior to mathematics education courses at the university. For this purpose, we use a final assessment test for Primary Education as in the LOMCE framework. The results obtained allow us the identification of some deficiencies and difficulties as well as a reflection towards the design and use of strategies for supporting the students through their training process as pre-service teachers.

Keywords: *Common Content Knowledge, Primary Education, initial training, teachers, mathematics.*

INTRODUCCIÓN. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

La tasa de alfabetización en España, de acuerdo con la última estadística publicada por el INE en 2015, se sitúa en el 98,1%, entendiéndose como el porcentaje de personas con 15 años o más que son capaces de leer y escribir frases sencillas sobre su vida. Siendo este dato positivo, se observa que en su definición no se incluyen referencias a competencia numérica alguna, lo que permite una compatibilidad teórica entre alfabetismo, por un lado, y anumerismo (Paulus, 2000), por otro.

La preocupación por el nivel de alfabetización matemática como pieza clave para el desarrollo sostenible y justo de las sociedades modernas llevó a la UNESCO a crear en 2009 el Grupo Internacional de Expertos en Educación Científica y Matemática. Este grupo ha elaborado el informe Retos de la

Educación Matemática Básica (UNESCO, 2012) que recoge, en su Capítulo 5, un análisis de situación del profesorado de matemáticas de los niveles elementales y, en particular, de su formación, tanto inicial como permanente. En el mencionado informe se sitúa al profesorado en el foco prioritario de atención como reto fundamental para la consecución de una educación matemática de calidad para todos.

El propósito principal de este estudio queda vinculado al establecimiento de un diagnóstico de conocimiento común del contenido dentro de los límites propios de la educación matemática en Primaria, interpretando conocimiento común del contenido en el sentido dado por Ball, Thames y Phelps (2008). Estos autores entienden el conocimiento común como:

... el conocimiento matemático y habilidades empleadas en contextos diferentes del docente. Los docentes deben conocer lo que enseñan; deben reconocer cuándo los estudiantes ofrecen respuestas erróneas o cuándo el libro de texto presenta definiciones imprecisas. Cuando escriben en la pizarra necesitan utilizar términos y notación correctamente. En resumen, deben ser capaces de hacer aquello que enseñan a sus estudiantes. (Ball, Thames y Phelps, 2008, p. 399, traducción personal)

Con respecto a los antecedentes expuestos en el siguiente apartado, nuestro estudio es diferencial al haber utilizado una prueba competencial estandarizada y propia del nivel educativo para el que los estudiantes para maestro (de ahora en adelante, EPM) se están formando como profesionales. Se limita y focaliza el acercamiento al conocimiento común del contenido a un acercamiento a su núcleo elemental en el contexto en el que se genera el estudio, esto es, aquel que da cuenta del conocimiento no especializado por parte de los EPM de aquello que habrán de enseñar en las aulas. Así, los objetivos que se persiguen en este estudio son:

- Conocer el nivel de competencia matemática que los EPM muestran en el comienzo de su formación inicial al enfrentarse a una prueba competencial diseñada para estudiantes de 6º de Primaria.
- Identificar y analizar dificultades y debilidades de los EPM en el ámbito del conocimiento común del contenido matemático propio de la Educación Primaria.
- Establecer elementos para una reflexión orientada al diseño y utilización de estrategias de apoyo que permitan mejorar el conocimiento común del contenido de los EPM.

Consideramos relevante en este punto, de cara a contextualizar mejor la investigación, indicar que los resultados de la evaluación diagnóstica dirigida al subdominio del conocimiento matemático común de los EPM que se presentan en esta comunicación proceden de un estudio de diagnóstico más amplio, que incluye también una evaluación del dominio afectivo-emocional hacia las matemáticas que no es objeto de esta comunicación.

ANTECEDENTES Y MARCO TEÓRICO

Son múltiples las aportaciones realizadas en la investigación educativa alrededor del concepto de modelo competencial profesional docente. En particular, tanto el modelo de Ball et al. (2008), inspirado en el de Shulman (1986), como el modelo MTSK de Carrillo, Climent, Contreras y Muñoz-Catalán (2013), que lo refina, abordan la caracterización del conocimiento que un buen docente en matemáticas debe poseer.

Tomando estos marcos teóricos como referencia, es posible identificar sobre qué subdominios centra su atención la formación inicial de futuros maestros de Primaria que se lleva a cabo en las universidades (Arias, 2015), observándose que el conocimiento común del contenido, entendido este como un conocimiento matemático no inherente a los contextos propios de la docencia (Ball et. al 2008, p.399) es, fundamentalmente, objeto de atención y desarrollo en los niveles preuniversitarios. Ahora bien, estudios internacionales como PISA y TEDS-M (Tatto, Sharon, Senk, Ingvarson y Rowley, 2012), entre otras aportaciones relevantes de los mismos, permiten identificar ciertas debilidades del cono-

cimiento común antes del inicio de la formación universitaria, en el caso del primero, y tras el paso por las aulas universitarias de los maestros en formación, en el caso del segundo. Este hecho apoya la necesidad de que tal conocimiento sea también reexaminado, cuestionado o ampliado durante la formación inicial de los EPM, como indica Llinares (2011).

El análisis del conocimiento matemático común en EPM es un tema de crucial interés en Didáctica de la Matemática, como atestigua el número de estudios existente sobre esta cuestión. Algunos se han realizado durante la formación inicial o en la parte final de esta (Gutiérrez-Gutiérrez, Gómez y Rico, 2016; Sáenz, 2007), pero un número importante han pretendido analizar la situación de entrada en el grado, antes de iniciar su formación en Didáctica de la Matemática, y a modo de evaluación diagnóstica. Ejemplos de ello son los trabajos de Ryan y McCrae (2005/2006) y de Nortes y Nortes (2013), con pruebas de un nivel equivalente a la Secundaria Obligatoria, bien estandarizadas o creadas y validadas ad hoc; o las investigaciones de Montes, Contreras, Liñán, Muñoz-Catalán, Climent y Carrillo (2015), junto con las de Liñán y Contreras (2013), con cuestionarios diseñados y validados por sus autores para analizar el conocimiento común inicial sobre Aritmética y Geometría, respectivamente.

Estos estudios muestran algunas fortalezas en el conocimiento común de los EPM, pero también debilidades importantes. Teniendo en cuenta que el conocimiento matemático es imprescindible, aunque no suficiente, para el desarrollo del conocimiento didáctico (Tatto et al., 2012) y para la gestión y el abordaje de situaciones didácticas asociadas a un conocimiento matemático (Montes et al., 2015), siguen abiertos debates trascendentales en la formación de maestros, como el que busca determinar el conocimiento matemático fundamental (en el sentido de Castro, Mengual, Prat, Albarracín y Gorgorió, 2014) que un EPM debe poseer al comenzar su formación inicial o el que se orienta a la revisión de los requisitos de acceso al grado.

En este estudio el conocimiento común evaluado se limita a aquel que un EPM debe compartir con sus potenciales alumnos. Por ello, el diagnóstico está orientado a comprobar si el docente en formación es capaz de hacer aquello que se supone que va a tener que enseñar y exigir a sus futuros alumnos en términos de conocimiento matemático, lo que nos sitúa, a su vez, ante la necesidad de describir qué marco de competencia matemática emplear con tal propósito. En este sentido, se ha considerado razonable considerar el marco en el que se apoya el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte para diseñar la prueba de evaluación final de Educación Primaria. Ese marco es el definido por la Dirección General de Educación y Cultura de la Comisión Europea (2007) en su informe sobre competencias clave para la formación permanente, y según el cual competencia matemática es:

La habilidad para desarrollar y aplicar el razonamiento matemático con el fin de resolver diversos problemas en situaciones cotidianas. Basándose en un buen dominio del cálculo, el énfasis se sitúa en el proceso y la actividad, aunque también en los conocimientos. La competencia matemática entraña, en distintos grados, la capacidad y la voluntad de utilizar modos matemáticos de pensamiento (pensamiento lógico y espacial) y representación (fórmulas, modelos, construcciones, gráficos y diagramas) (pág. 64).

Una evaluación desde este marco competencial centrada en el conocimiento común de los EPM, limitado este al propio de la Educación Primaria, realizada en el momento en el que acceden a la titulación y realizada en condiciones de contorno similares a las de los propios alumnos de Educación Primaria cuando finalizan su formación matemática en esta etapa, nos permitirá no solo diagnosticar fortalezas y debilidades en los niveles más elementales del mencionado subdominio del conocimiento matemático para la enseñanza, sino también establecer comparativas con los resultados ofrecidos por los propios alumnos de Primaria facilitando, a su vez, la identificación de potenciales generadores de obstáculos de tipo didáctico.

CONTEXTO Y MÉTODO

Instrumento utilizado: la prueba de evaluación final de 6º de Primaria

Teniendo en cuenta los objetivos del estudio, su alcance y los marcos teóricos en los que se apoya, el instrumento de medición seleccionado fue la prueba final externa de evaluación de Educación Primaria que establece la LOMCE (MECD, 2013). En particular, su versión diseñada para el curso 2015-2016. Así, el instrumento fue seleccionado a partir de los criterios mencionados previamente, especialmente en términos de coherencia, disponibilidad, estandarización y comparabilidad con resultados procedentes de su aplicación en aulas de Primaria, sin que ello suponga ningún juicio a priori sobre la calidad del propio instrumento ni la renuncia a la generación, en futuros estudios, de instrumentos ad hoc para profundizar en la investigación iniciada.

La prueba empleada atiende a los marcos teóricos propios de TIMSS y PISA para organizar los ítems que la conforman, en función de contextos, contenidos y procesos. Así, se fijan cuatro contextos o situaciones (MECD, 2014, pp. 65-66): personal, escolar, social y científico o humanista. Los contenidos se vinculan casi por completo con los bloques de contenidos fijados por la LOMCE, a excepción del correspondiente a *Procesos, métodos y actitudes matemáticas*, que recibe un tratamiento transversal; y del de *Estadística y Probabilidad*, que se renombra como *Incertidumbre y Datos*. Los otros tres bloques son: *Números, Medida y Geometría*. Por último, en lo concerniente a los procesos cognitivos se tienen en cuenta tres grupos de procesos, tal y como quedan descritos en MECD (2014, pp. 67-68): *Conocer y reproducir*, *Aplicar y analizar*, y *Razonar y reflexionar*. Para cada uno se establecen dos niveles, cuya descripción se reproduce en la Figura 1.

Procesos		Descripción	Acciones
Conocer y reproducir	Acceso e identificación	Acciones de recordar y reconocer los términos, los hechos, los conceptos elementales del conocimiento matemático y de reproducir algoritmos.	Nombrar, definir, encontrar, mostrar, imitar, listar, contar, recordar, reconocer, localizar, reproducir, relatar.
	Comprensión	Acciones para captar el sentido y la intencionalidad de textos de lenguaje matemático y de códigos relacionales e interpretarlos para resolver problemas.	Explicar, ilustrar, extraer, resumir, completar, traducir a otros términos, aplicar rutinas, seleccionar, escoger.
Aplicar y analizar	Aplicación	Aptitud para seleccionar, transferir y aplicar información para resolver problemas con cierto grado de abstracción y la de intervenir con acierto en situaciones nuevas.	Clasificar, resolver problemas sencillos, construir, aplicar, escoger, realizar, desarrollar, entrevistar, organizar, enlazar, utilizar.
	Análisis	Posibilidad de examinar y fragmentar la información en partes, encontrar causas y motivos, realizar inferencias y encontrar evidencias que apoyen generalizaciones.	Comparar, contrastar, demostrar, experimentar, planificar, resolver, analizar, simplificar, relacionar, inferir, concluir.
Razonar y reflexionar	Síntesis y creación	Acciones de recoger información y relacionarla de distintas formas, establecer nuevos patrones y descubrir soluciones alternativas.	Combinar, diseñar, imaginar, inventar, planificar, predecir, proponer, adaptar, estimar.
	Juicio y valoración	Capacidades para formular juicios con criterio propio, cuestionar tópicos y exponer y sustentar opiniones fundamentadas.	Criticar, concluir, determinar, juzgar, recomendar, reformular, establecer criterios y/o límites.

Figura 1. Descripción de los grupos de procesos cognitivos considerados y las acciones asociadas

La prueba puede consultarse y descargarse en la siguiente dirección web: bit.ly/2kDjaLU. Se estructura en torno a siete unidades de evaluación, cada una compuesta por la introducción de una situación contextualizada, a modo de estímulo, junto con una serie de preguntas ligadas a la misma (unas cinco por unidad) e independientes entre sí. La prueba consta de 35 preguntas, de elección múltiple o de respuesta

Recogida y análisis de los datos

La prueba se desarrolló durante la primera semana de la primera asignatura sobre matemáticas y su didáctica de que constan las titulaciones, en un aula habilitada a tal efecto, en condiciones simuladas de examen bajo la supervisión de los propios docentes y durante un tiempo total de una hora. Las respuestas de los EPM a cada uno de los ítems de la prueba fueron recogidas a través de formularios de respuesta en papel o de formularios en línea, indistintamente, en función del tipo de aula en el que se desarrolló la prueba y del número de conexiones a red disponibles.

Este estudio sigue un paradigma descriptivo-interpretativo, analizándose los datos distinguiendo dos niveles de análisis. En primer lugar, y tras el volcado y la codificación de los datos, se realizó un análisis global de las respuestas. Posteriormente, en una segunda etapa, se llevó a cabo un análisis particular de las preguntas con menor porcentaje de éxito, recurriendo a procesos de triangulación de investigadores (Lincoln y Guba, 1985) para interpretar los errores y dificultades en el marco del conocimiento común del contenido analizado. Los resultados se presentan separados en dos secciones, de acuerdo con los dos niveles de análisis establecidos.

RESULTADOS OBTENIDOS EN EL ANÁLISIS GLOBAL DE LAS RESPUESTAS

En este apartado describimos los resultados obtenidos al analizar globalmente el carácter correcto o no de las respuestas dadas por los EPM a las preguntas de la prueba competencial. La Tabla 1 contiene el valor de los principales estadísticos descriptivos de la variable “Número de respuestas correctamente respondidas por un EPM”.

Tabla 1. Resumen de estadísticos asociados al número de preguntas correctamente respondidas

Estadístico	Media	Primer cuartil	Mediana	Tercer cuartil	Moda	Desviación Típica
Valor	28,16	25	29	32	32	5,137

El diagrama de barras de la Figura 4 muestra la distribución frecuencial de la mencionada variable.

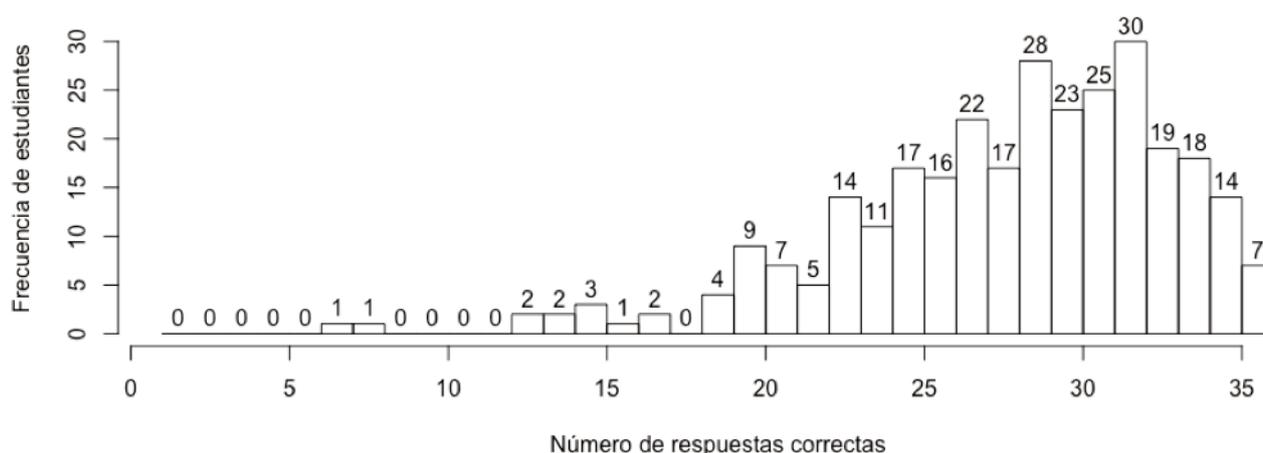


Figura 4. Diagrama de barras que ilustra la frecuencia según el número de RC

La media de la variable ha sido 28'16 respuestas correctas (de ahora en adelante, RC), del total de 36 preguntas, con una desviación típica de 5'137. La Figura 4 muestra una distribución desplazada a la derecha, con las frecuencias más repetidas en valores superiores a la media, correspondiendo el valor 29 a la mediana y el valor 32 a la moda y al tercer cuartil. Es destacable la variabilidad existente en el número de RC ante una prueba competencial dirigida a alumnos de 6º de Primaria. Hay 21 estudiantes que han respondido correctamente todas las preguntas, o todas salvo una. Por el contrario, el primer

cuartil se sitúa en 25, por lo que casi la cuarta parte de los EPM no ha dado la respuesta correcta en al menos dos tercios de las preguntas. Este resultado evidencia la presencia de limitaciones en un conocimiento común propio de Educación Primaria en algunos EPM.

Describimos a continuación los resultados realizando la distinción según los cuatro bloques de contenido y según los seis procesos cognitivos utilizados en el marco teórico de la prueba. La Tabla 2 presenta el promedio de RC asociado a cada contenido y a cada proceso cognitivo. Se ha considerado el uso de una escala 0-10 para facilitar la lectura y comparación de la información.

Tabla 2. Promedio de respuestas correctas (RC) dentro de cada bloque de contenido y cada proceso cognitivo (escala 0-10)

Bloque de contenidos	Promedio de RC (0-10)	Proceso cognitivo	Promedio de RC (0-10)
Números	7,733	Acceso e identificación	8,569
Medida	7,213	Comprensión	8,300
Geometría	7,689	Aplicación	7,466
Incertidumbre y datos	8,749	Análisis	8,379
		Síntesis y creación	6,738
		Juicio y valoración	8,036

Los promedios mostrados en la Tabla 2 evidencian la existencia de una diferencia apreciable en el promedio de RC según el bloque de contenidos. El promedio dentro del bloque *Incertidumbre y datos* fue más de un punto mayor (en la escala 0-10) al de los otros tres bloques, por lo que los contenidos ligados a este bloque, en lo referente a su formulación en Educación Primaria, parecen revelarse como una fortaleza del conocimiento común inicial de los EPM, sin descartar que otra posible interpretación pudiera situarse en una debilidad propia del instrumento de evaluación. Las preguntas de este bloque con un mayor porcentaje de RC han sido las asociadas a la lectura e interpretación de datos extraídos de tablas y gráficas (P10, P20, P34) y a situaciones sencillas de cálculo de probabilidades (P4). En el otro extremo, el menor promedio está ligado a las preguntas del bloque de *Medida*. Las mayores debilidades se han detectado en preguntas asociadas a la conversión entre unidades de medida (como el ítem P18, Figura 3) y en la resolución de situaciones que involucran la magnitud tiempo (P13, P19, P23).

En relación con los procesos cognitivos, y como puede verse en la Tabla 2, el promedio de RC ha sido superior a 8 (en la escala 0-10) en cuatro de los seis grupos de procesos. En los otros dos grupos los EPM parecen mostrar ciertas debilidades. Las preguntas asociadas al nivel de procesos *Síntesis y creación* han tenido el menor promedio, revelando dificultades en la resolución de situaciones en las que hay que recoger información de la situación dada y transformarla o relacionarla con otros aspectos u otros conocimientos para dar una respuesta (ejemplos: ítems P7a y P7b, Figura 2). El promedio también es algo menor en el proceso de *Aplicación*, que involucra la selección de información y su aplicación para resolver situaciones (ejemplo: ítem P18, Figura 3).

El análisis del porcentaje de RC pregunta por pregunta constata la presencia de quince preguntas con un porcentaje de aciertos superior al 85%, en gran medida ligadas al primer grupo de procesos cognitivos, *Conocer y reproducir*, y al nivel *Análisis* del grupo *Aplicar y analizar*. La mayoría de los EPM han mostrado un nivel competencial suficiente para resolverlas satisfactoriamente. En el extremo opuesto, hay nueve preguntas en las que el porcentaje de RC ha sido inferior al 70%, muchas de ellas asociadas a los niveles destacados en el párrafo anterior (*Síntesis y creación*, y *Aplicación*). Estas preguntas pueden manifestar una serie de debilidades en el conocimiento común más elemental del contenido por parte de los EPM, cuyo análisis en mayor profundidad como parte de la evaluación diagnóstica inicial se torna interesante y necesario. En este sentido, se ha realizado un análisis más particularizado de estas preguntas, para detectar qué contenidos o qué procesos, según el tipo de pregunta y las opciones de respuesta ofrecidas, subyacen en esas respuestas.

INTERPRETACIÓN DE LAS DIFICULTADES MÁS FRECUENTES EN TÉRMINOS DEL CONOCIMIENTO COMÚN DEL CONTENIDO

Los procesos de triangulación de investigadores en relación con las interpretaciones dadas a las respuestas erróneas en aquellas preguntas en las que el porcentaje de RC ha sido menor, o en las que alguna opción incorrecta ha sido marcada por un número considerable de EPM, nos ha permitido detectar cuatro focos de dificultad ligados al conocimiento común del contenido matemático entre los EPM participantes. Esos cuatro focos, que ilustraremos a continuación mostrando la interpretación realizada en varias de las preguntas, han sido:

- Resolución de situaciones de proporcionalidad directa y porcentajes.
- Desconocimiento de hechos asociados a la geometría o a la medida o su aplicación errónea.
- Interpretación de resultados en situaciones que involucran la magnitud tiempo (sistema sexagesimal).
- Comprensión de los textos donde se explica la situación y los datos y se pide una respuesta.

La pregunta P18 (ver Figura 3) involucra una conversión de unidad monetaria, en una situación donde existe proporcionalidad directa (razón: 1 euro son 1'04 francos suizos). En esta pregunta, un total de 95 EPM (casi la tercera parte del total) marcaron la opción C, 83'20€, resultado que se obtiene al multiplicar 80 por 1'04. La reflexión sobre esta respuesta nos condujo a una doble interpretación de la misma. Por una parte, podría existir un error en el planteamiento o en la resolución de la situación de proporcionalidad, que termina con la realización de una multiplicación en lugar de una división. Pero, por otra parte, pudiera ser que estos estudiantes no hayan comprendido el enunciado y sus datos de forma adecuada y, por ejemplo, hubieran entendido la conversión de las monedas en el sentido inverso (es decir, 1 franco suizo son 1'04 euros).

Aunque con una menor frecuencia, se aprecian algunas dificultades en preguntas que involucraban el cálculo de porcentajes, tanto en el cálculo del porcentaje que representa una parte de un total en un contexto discreto (P15) como en la identificación entre expresión decimal de una fracción y porcentaje en la pregunta P7b (ver Figura 2), dificultad también detectada por Montes et al. (2015).

En la pregunta P9 ha habido una respuesta errónea marcada por una cantidad apreciable de EPM. En esta pregunta se pedía contestar cuánto sumaban los cuatro ángulos del cuadrilátero que formaba una cometa, acompañándose de una representación gráfica en la que se marcaban los cuatro ángulos interiores, pero sin referencia alguna al valor de cada uno. Un total de 72 EPM (casi la cuarta parte) señalaron la opción D, "No tengo suficiente información", pareciendo destacar la necesidad de tener las medidas para dar una respuesta. En esta respuesta, a una pregunta que es codificada dentro del proceso cognitivo *Síntesis y creación*, también hemos encontrado varias interpretaciones posibles. Una de ellas es el desconocimiento de un hecho o propiedad geométrica (la suma de los ángulos interiores de un cuadrilátero es 360°) que podría aplicarse directamente para resolver P9. Otra es que también desconozcan la propiedad análoga para el triángulo, que les hubiera servido para llegar al resultado. Y la última es que, conociendo el hecho geométrico para el triángulo, no lo hayan relacionado con esta situación, a través de la descomposición del cuadrilátero en dos triángulos (procedimiento que puede ser más propio del proceso cognitivo en el que se situó la pregunta).

Otras preguntas han evidenciado errores que se han interpretado dentro del desconocimiento o la aplicación errónea de hechos asociados a la *geometría* y la *medida*, como P11 (equivalencia entre las medidas de capacidad y volumen, resultado también detectado por Nortes y Nortes, 2013) o P3.

P23 y P7a fueron las preguntas con el menor porcentaje de RC. En la pregunta P23 se pedía calcular, y expresar en horas y minutos, el tiempo total semanal (de lunes a viernes) que tarda un niño en ir a su colegio en autobús, sabiendo que cada día tarda 20 minutos en ir y 25 en volver. La pregunta era de respuesta abierta. De los 140 EPM (un 47% del total) que dieron una respuesta errónea, 78 escri-

bieron “4 horas y 15 minutos” o “3 horas y 75 minutos”. Ha existido coincidencia entre los investigadores participantes en la triangulación al interpretar la obtención de este resultado a partir de una interpretación errónea de la parte decimal, considerando en ese momento que el sistema de medida del tiempo fuera centesimal y no sexagesimal (Ryan y McCrae, 2005/2006).

La pregunta 7a (ver Figura 2), también de respuesta abierta, tuvo más respuestas incorrectas (136) que correctas (122). Entre las incorrectas, 110 EPM contestaron 15/24, que representa una fracción de horas correcta, pero no irreducible. La triangulación de investigadores interpretó el resultado a partir de una mala comprensión del enunciado verbal, en el que se obvia una de las condiciones; aunque pudiera ser que algunos EPM desconocieran el significado de “fracción irreducible”. En P12 también se ha interpretado un error frecuente a partir de una mala comprensión del enunciado.

A modo de resumen, aunque las preguntas con un porcentaje menor de acierto se situaban dentro de los procesos cognitivos de *Aplicación* y de *Síntesis y creación*, en varios casos se ha interpretado que los errores encontrados también pueden mostrar dificultades ligadas a procesos de niveles anteriores, como el de *Acceso e Identificación* (por ejemplo, al no recordar o conocer hechos y propiedades elementales que resuelven directamente un problema) o el de *Comprensión* (al tener problemas para captar el sentido e intencionalidad de un enunciado verbal o para interpretarlo).

HACIA EL DISEÑO Y UTILIZACIÓN DE ESTRATEGIAS DE APOYO AL EPM

La aproximación realizada en este estudio al diagnóstico de una parte elemental del conocimiento común del contenido que necesita un maestro de Primaria, a través de una prueba competencial estandarizada diseñada para 6º de Primaria, no nos permite concluir si un EPM tiene, al comenzar su formación inicial, un conocimiento matemático fundamental (en el sentido de Castro et al., 2014) suficiente; pero sí detectar carencias y limitaciones en conocimientos básicos propios de ese nivel.

Los resultados muestran la existencia de dificultades importantes en preguntas relacionadas con el bloque de *Medida*, en particular en la conversión y las equivalencias entre magnitudes, y en la interpretación de medidas. Esta dificultad, como indican Liñán y Contreras (2013), quizá esté asociada a un aprendizaje previo de la medida de tipo memorístico y basado en reglas, sin haber desarrollado un aprendizaje significativo sobre el proceso natural de medir. También se han detectado diferencias importantes en la lectura e interpretación de datos según su formato de presentación, mostrándose mayoritariamente un nivel competencial suficiente cuando los datos han de extraerse de tablas y gráficas, pero evidenciándose dificultades cuando los datos provienen de la lectura y comprensión de un enunciado verbal, o cuando deben combinarse esos datos con otros conocimientos para resolver una situación (proceso cognitivo de *Síntesis y creación*).

Aunque la prueba competencial seleccionada tiene algunas limitaciones como instrumento de investigación (por ejemplo, que el tipo de respuesta solicitada proporciona poca información sobre los procesos seguidos por el EPM que dan lugar al resultado, y permite dar una respuesta correcta por azar), su utilización nos permitirá comparar los resultados obtenidos por los EPM con los resultados de los propios alumnos de Educación Primaria, aspecto que aquí no se aborda.

La variabilidad entre los EPM y las limitaciones detectadas en la parcela específica de conocimiento común aquí analizada, que parecen mostrar conocimientos sesgados, olvidados o poco significativos, refuerzan la necesidad de cuestionar y reexaminar ese conocimiento común durante la formación inicial (Llinares, 2011). Así, consideramos imprescindible diseñar y establecer medidas de apoyo complementarias al trabajo en el aula, medidas que les permitan avanzar en su conocimiento común, retroalimentar su conocimiento especializado y contribuir a generar reflexiones de carácter didáctico como parte de su proceso formativo. En ese sentido, una iniciativa puesta en marcha en el contexto en el que se ha realizado este estudio ha sido la incorporación de Smartick como herramienta de apoyo a su trabajo autónomo pero, también, como recurso para la discusión y la reflexión sobre cuestiones vinculadas al conocimiento pedagógico del contenido.

Referencias

- Arias, J. R. (2015). *Conocimiento matemático para la enseñanza en la formación inicial de maestros de Primaria: el caso de las propiedades aritméticas de las operaciones suma y multiplicación*. Tesis doctoral no publicada. Universidad de Valladolid.
- Ball, D. L., Thames, M. H., y Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching. What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C., y Muñoz-Catalán, M. C. (2013). Determining specialised knowledge for mathematics teaching. En B. Ubuz, C. Haser, y M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of CERME8* (pp. 2985-2994). Ankara, Turquía: ERME.
- Cebolla, H. y Garrido, L. (2012). Los efectos de la educación universitaria en el conocimiento en matemáticas en España y en EEUU: Evidencias del cuestionario TEDS-M. En TEDS-M. *Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe español. Volumen II. Análisis secundario* (pp. 41-59).
- Castro, A., Mengual, E., Prat, M., Albarracín, L. y 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.
- Comisión Europea (2007). *Competencias clave para el aprendizaje permanente. Un marco de referencia europeo*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas.
- Gutiérrez-Gutiérrez, A., Gómez, P. y Rico, L. (2016). Conocimiento matemático sobre números y operaciones de los estudiantes de magisterio. *Educación XXI*, 19(1), 135-158.
- Lincoln, Y. S., y Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Londres, Reino Unido: Sage.
- Liñán, M. M. y Contreras, L. C. (2013). Debilidades y fortalezas en el conocimiento de los temas matemáticos en geometría de los Estudiantes para Maestro. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 337-344). Bilbao: SEIEM.
- Llinares, S. (2011). Tareas matemáticas en la formación de maestros. Caracterizando perspectivas. *Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 78, 5-16.
- MECD (2013). Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad Educativa. Boletín Oficial del Estado, 295, 97858-97921.
- MECD (2014). *Marco general de la evaluación final de Educación Primaria*. Recuperado el 10 de octubre de 2016 de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/evaluacionsextoprimaria/marco-teorico-evaluacion-final-6ep.pdf?documentId=0901e72b81cf991d>
- Montes, M. A., Contreras, L. C., Liñán, M. M., Muñoz-Catalán, M. C., Climent, N. y Carrillo, J. (2015). Conocimiento de aritmética de futuros maestros. Debilidades y fortalezas. *Revista de Educación*, 367, 36-62.
- Nortes, A. y Nortes, R. (2013). Formación inicial de maestros: un estudio en el dominio de las matemáticas. *Profesorado: Revista de currículum y formación del profesorado*, 17(3), 185-200.
- Paulus, J. (2000). *El hombre anumérico: Analfabetismo matemático y sus consecuencias*. Madrid: Alfabuara.
- Ryan, J. y McCrae, B. (2005/2006). Assessing pre-service teachers' mathematics subject knowledge. *Mathematics Teacher Education and Development*, 7, 72-89.
- Sáenz, C. (2007). La competencia matemática (en el sentido de PISA) de los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(3), 355-366.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand. Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Tatto, M. T., Sharon, J. S., Senk, L., Ingvarson, L., y Rowley, G. (2012). *Policy, Practice, and Readiness to Teach Primary and Secondary Mathematics in 17 Countries. Findings from the IEA Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M)*. Amsterdam, Países Bajos: IEA.
- UNESCO. (2012). *Challenges in basic mathematics education*. París, Francia: UNESCO. Recuperado el 15 de junio de 2016 de <http://unesdoc.unesco.org/images/0019/001917/191776e.pdf>