

Conocimientos puestos en juego por futuros profesores de matemáticas cuando justifican la selección de tareas

María José González, Pedro Gómez, Irene Polo, Ángela Restrepo

Fecha de recepción: 27/11/2013

Fecha de aceptación: 26/08/2015

<p>Resumen</p>	<p>En algunos planes de formación de profesores, el profesor aprende a manejar herramientas conceptuales y metodológicas para elaborar propuestas docentes. En este artículo, identificamos los tres tipos de conocimiento que los futuros profesores que participaron en un plan de formación de ese tipo utilizaron cuando justificaron su propuesta docente: uno relacionado con las herramientas, otro con elementos transversales del plan de formación y un tercer tipo de conocimiento ajeno al plan de formación. Constatamos que el conocimiento relacionado con las herramientas es dominante, se entremezcla con los otros dos tipos de conocimiento y se enuncia de forma ajena a la propia matemática.</p> <p>Palabras clave: Competencia de planificación; Conocimiento del profesor de matemáticas; Formación inicial de profesores; Selección de tareas.</p>
<p>Abstract</p>	<p>In some mathematics teacher education programs, teachers are provided with methodological and conceptual tools that enable them to analyze and select teaching tasks. In this paper we analyze the arguments given by a group of future teachers that participated in a teacher education program of this type when they were asked to select tasks. We found that they enacted three types of knowledge: one directly related to the tools, a second one related to transversal knowledge included in the education program, and a third one foreign to the program. We observed that the arguments based on the tools were more frequent, but were often mixed with other arguments, and were enounced in general terms.</p> <p>Keywords: Planning competence; Preservice teacher education; Mathematics teacher knowledge; Tasks selection</p>
<p>Resumo</p>	<p>Em alguns planos de formação de professores, proporcionase aos professores ferramentas conceituais e metodológicas com as que se espera que eles analisem e selecionem tarefas. Neste artigo, identificamos os três tipos de conhecimento que os futuros professores que participaram em um plano de formação desse tipo colocaram em jogo nos seus argumentos quando justificaram a seleção de seu desenho curricular: um relacionado com as ferramentas, outro relacionado com elementos transversas e um terceiro tipo de conhecimento alheio ao plano. Constatamos que os argumento relacionados com as ferramentas são dominantes, mas se misturam com outros dois tipos de conhecimento, y se enunciam em termos gerais.</p> <p>Palavras-chave: Competência de planificação; Conhecimento do professor de Matemática; Formação inicial de professores; Seleção de tarefas.</p>

1. Introducción

Los escolares aprenden en el aula con motivo de las oportunidades de aprendizaje que les ofrece el profesor (Ball, Lubienski y Mewborn, 2001, p. 435). Estas oportunidades de aprendizaje se configuran alrededor de tareas que pretenden ser estímulos para que los escolares actúen y, con motivo de esa actuación, construyan su conocimiento matemático (Christiansen, Howson y Otte, 1986, p. 260). Algunos autores destacan que la calidad y profundidad del conocimiento matemático que los escolares desarrollan en el aula depende de las tareas que el profesor diseña o selecciona para cada sesión de clase (Wood, 2002, p. 202; Arbaugh y Brown, 2005, p. 504). Por tanto, el análisis, selección y organización de estas tareas es un aspecto clave que forma parte de la actividad de planificación del profesor en el que se espera que sea competente (Niss, 2003; Recio, 2004).

Numerosos planes de formación de profesores están orientados a desarrollar en el profesor en formación conocimientos para llevar a cabo estos procesos de análisis, selección y organización de tareas. Nosotros conjeturamos que estos procesos son complejos y que el profesor en formación pone en juego distintos tipos de conocimiento al realizarlos. Consideramos que los argumentos que emplean los profesores en formación cuando explican por qué han realizado una determinada selección de tareas dan cuenta de esta complejidad y pueden ser indicadores de los conocimientos desarrollados en el plan de formación.

En este artículo, identificamos y caracterizamos los conocimientos que, a la hora de seleccionar tareas, pusieron en juego los futuros profesores que participaron en un plan de formación inicial de tipo funcional. Para ello, recogimos información sobre sus argumentos de diferentes fuentes y la codificamos atendiendo a tres tipos de conocimiento y al grado de concreción de los argumentos. El análisis de la información codificada nos permitió establecer, entre otras cosas, en qué medida los argumentos de los profesores en formación se basan en el conocimiento didáctico que el plan de formación esperaba que desarrollaran. En lo que sigue, presentamos una breve revisión de la literatura sobre análisis y selección de tareas, establecemos nuestra posición sobre el aprendizaje de los profesores en formación, describimos el esquema metodológico que utilizamos y presentamos los resultados obtenidos.

2. Conocimientos para la selección de tareas

Mason resalta la importancia del análisis y la selección de tareas en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas cuando afirma que “en cierto sentido, toda la enseñanza se concreta en la construcción de tareas para los estudiantes” (2002, p. 105). Las tareas y la interacción que surge de ellas en clase son el eslabón que relaciona la enseñanza y el aprendizaje (Hiebert y Wearne, 1997). De hecho, en los estándares profesionales del National Council of Teachers

of Mathematics (NCTM, 2000) y en el informe Adding it Up (Kilpatrick, Swafford y Findell, 2001) se considera que la construcción y selección de tareas matemáticas es una de las decisiones didácticas más importantes que debe tomar el profesor.

Los profesores proponen tareas porque consideran que esas tareas van a promover el aprendizaje. Pero Mason (2004) se pregunta: “¿qué aprendizaje va a emerger de una tarea dada y cómo se pueden seleccionar las tareas para promover cierto tipo de aprendizaje?” (p. 25). La capacidad del profesor para seleccionar e implementar tareas depende de múltiples factores entre los que se incluyen su conocimiento, sus creencias y sus metas, por un lado, y el contrato didáctico en el que participa y las normas de la situación instruccional en el la que se encuentra (Herbst y Chazan, 2012). En este artículo centramos nuestra atención en el papel del conocimiento del profesor en esa capacidad (Charalambous, 2008). Entendemos, por consiguiente, que esta capacidad es uno de los atributos fundamentales del profesor, debe formar parte de su conocimiento didáctico y debe ser objeto de los planes de formación de profesores.

El desarrollo de la capacidad para analizar y seleccionar tareas en planes de formación de profesores es un campo de investigación que se comienza a explorar. Por ejemplo, Hill, Rowan y Ball (2005) sugieren la necesidad de investigar acerca de cómo los profesores ponen en juego su conocimiento durante la planificación. Dado que, como afirma Crespo (2003), el aprender a diseñar y seleccionar tareas matemáticas es uno de los retos de aprender a enseñar matemáticas, nos preguntamos acerca de los conocimientos que los profesores en formación ponen en juego a la hora de seleccionar tareas en el contexto de un plan de formación. Recientemente se ha venido realizando investigación sobre esta cuestión (Tzur, Zaslavsky y Sullivan, 2008).

Algunos investigadores se han preocupado por explorar el proceso de selección y justificación de tareas en el ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas. A estos efectos, Liljedah, Chernoff y Zazkis (2007) establecen cuatro fases para el proceso de selección y mejoramiento de una tarea: (a) un análisis predictivo o a priori, (b) un ensayo o primera prueba de la tarea, (c) un análisis reflexivo o a posteriori, y (d) una fase de ajustes. En un estudio con profesores en activo, Crespo (2003) encontró que la forma como ellos usaron las tareas en clase cambiaba a medida que ellos ganaban experiencia en la enseñanza. Ella conjeturó que el conocimiento del profesor podía ser uno de los elementos que permiten explicar el cambio aparente en la forma como los profesores proponen los problemas matemáticos. En la misma línea, Talanquer, Novodvorsky y Tomanek (2010) han identificado las preferencias de los candidatos a profesor de ciencias a la hora de seleccionar tareas. Ellos encontraron que los profesores en formación eligen las tareas por su capacidad para motivar al estudiante, su relevancia en la vida personal y las necesidades del alumno, y su potencial para promover la transferencia de habilidades a ámbitos no científicos. En un estudio con futuros profesores, Cannon (2008) investigó cómo ellos usaron su conocimiento del contenido matemático y su conocimiento pedagógico de contenido para diseñar y

modificar tareas. Encontró que los futuros profesores usaron lo que Hill, Ball y Schilling (2008) denominan su conocimiento general del contenido cuando no tenían suficiente conocimiento en otros dominios, especialmente cuando carecían de un conocimiento especializado del contenido. Osana, Lacroix, Tucker y Desrosiers (2006) estudiaron en qué medida el conocimiento profesional tenía efectos en las capacidades de los futuros profesores de secundaria para organizar apropiadamente un conjunto de tareas. Ellos encontraron que los futuros profesores que tenían un conocimiento más sólido del contenido podían realizar mejor este tipo de actividad que aquellos con un conocimiento más débil. En un estudio relacionado con el nuestro, Clarke y Roche (2010) investigaron sobre el tipo de tareas que profesores de secundaria escogían, las razones para esa selección y las formas en que ellos cambiaban las tareas con motivo de un plan de formación. Encontraron que los futuros profesores podían articular razones para su selección de tareas, que estas razones presentaban gran diversidad, y que la mayoría de profesores cambiaron el uso que daban a los diferentes tipos de tareas como resultado de la formación.

Estos estudios ponen en evidencia la importancia que la comunidad de investigadores en Educación Matemática está dando a los procesos de análisis y selección de tareas que realizan los profesores dentro de los planes en formación y el interés de la comunidad por indagar acerca de los factores que pueden influir en esos procesos. En este artículo nos interesamos por los conocimientos que los profesores en formación ponen en juego cuando analizan y seleccionan tareas en el contexto de planes de formación de tipo funcional. En el siguiente apartado describimos este tipo de planes.

3. Planes de formación de tipo funcional

El estudio que presentamos en este artículo se desarrolló en el contexto de un plan de formación de profesores de tipo funcional. En este tipo de planes, los profesores en formación deben adoptar un papel protagonista en la toma de decisiones sobre distintos aspectos de la planificación docente. En ellos, se pretende contribuir a la competencia de planificación del profesor, es decir, a su capacidad para analizar, seleccionar y reformular de manera sistemática y justificada las tareas que él considera que pueden aportar eficientemente al logro de las expectativas de aprendizaje que espera conseguir (Gómez, 2007; Lupiáñez, 2009). Se entiende que el análisis y selección de las tareas que forman parte de un diseño curricular sobre un contenido matemático no surge informalmente como producto de la intuición didáctica del profesor (Lupiáñez y Gómez, 2003). Se espera, por el contrario, que sea fruto de la puesta en práctica del conocimiento didáctico que el profesor desarrolla en el plan de formación (Gómez, 2007; Lupiáñez, 2009). Este conocimiento didáctico se apoya en distintos referentes en el plan de formación. Por un lado, teniendo como foco de atención un tema matemático escolar, se refiere al conocimiento de dicho tema desde distintas perspectivas útiles a su enseñanza y aprendizaje: por ejemplo, conocer la estructura conceptual del

tema en el currículo escolar o los errores y dificultades frecuentes en los que incurren los escolares. Por otro lado, se refiere a la concreción a un tema matemático de planteamientos cognitivos o pedagógicos de carácter transversal: por ejemplo, conocer estrategias generales de enseñanza y evaluación adaptados a los distintos temas matemáticos. Se pretende que este conocimiento didáctico permita al profesor en formación analizar el tema sobre el que va a planificar; producir y organizar información sobre el mismo, con motivo de ese análisis; basarse en esa información para analizar las tareas que él considera como candidatas para formar parte de su diseño curricular; y proponer una selección justificada de aquellas que él considera más relevantes de cara a sus expectativas de aprendizaje (Gómez, 2006).

Desde hace varios años, se vienen desarrollando en España y Colombia planes de formación de profesores de matemáticas de secundaria de tipo funcional basados en un modelo denominado análisis didáctico (Gómez, 2002, 2007; Gómez, Cañadas, Flores, González, Lupiáñez, Marín et al., 2010). En estos planes, el profesor en formación analiza un tema de las matemáticas escolares siguiendo un ciclo de cuatro análisis: de contenido, cognitivo, de instrucción y de actuación. Cada uno de estos análisis está compuesto por un conjunto de herramientas conceptuales y metodológicas que denominamos organizadores del currículo (Rico, 1997). Con cada organizador del currículo, el profesor en formación puede analizar un aspecto particular del tema sobre el que trabaja y producir información acerca del mismo. La estructura conceptual, los sistemas de representación y la fenomenología (análisis de contenido), los errores y dificultades (análisis cognitivo), la complejidad de las tareas y los materiales y recursos (análisis de instrucción), la secuencia de evaluación (análisis de actuación), y la historia son ejemplos de organizadores del currículo. Así, por ejemplo, cuando el profesor en formación analiza su tema desde la perspectiva de su estructura conceptual, se espera que él identifique los conceptos y procedimientos involucrados en el tema y establezca las relaciones estructurales que permiten describirlo; cuando atiende a los errores y dificultades, se espera que él identifique los errores más frecuentes en los que los escolares pueden incurrir cuando abordan tareas sobre el tema en cuestión y establezca las dificultades que están en el origen de esos errores; cuando analiza las tareas, se espera que él establezca la complejidad de cada tarea de acuerdo, por ejemplo, con la clasificación de grupos de competencias del estudio PISA (OCDE, 2006, pp. 102-112). La historia es un organizador del currículo que proporciona información útil para los diferentes análisis.

4. Aprendizaje de un organizador del currículo

Rico (1997) define los organizadores del currículo como “aquellos conocimientos que adoptamos como componentes fundamentales para articular el diseño, desarrollo y evaluación de unidades didácticas”, establece una serie de condiciones para que un concepto pueda ser considerado como organizador del currículo y propone una lista de ocho organizadores del currículo (pp. 45-46). Resumimos esta descripción en dos condiciones principales: un organizador del

currículo (a) es una noción que forma parte del conocimiento disciplinar de la Educación Matemática y (b) permite analizar un tema de las matemáticas escolares con el propósito de producir información sobre el tema que sea útil en el diseño, implementación y evaluación de propuestas docentes. Por consiguiente, los organizadores del currículo son herramientas para el análisis de un tema concreto de las matemáticas escolares que le permiten al profesor producir información útil para su proceso de planificación. Por ejemplo, cuando el profesor en formación utiliza los sistemas de representación para analizar un tema, los formadores esperamos que él pueda distinguir diferentes sistemas de representación; identificar los sistemas de representación que son más relevantes para el tema; establecer de qué manera cada sistema de representación resalta aspectos particulares del mismo; identificar las relaciones entre ellos; considerar la información sobre la estructura conceptual para detallar las representaciones de conceptos y procedimientos; y utilizar la información sobre la estructura conceptual y los sistemas de representación a la hora de hacer el análisis fenomenológico del tema o de analizar y seleccionar tareas para el diseño de una propuesta docente sobre dicho tema.

Para llegar a poner en práctica un organizador del currículo con estos propósitos, el profesor en formación (a) necesita cierta comprensión del organizador del currículo para (b) usarlo al analizar un concepto matemático y producir una información que, a su vez, (c) puede ser utilizada, posiblemente en conjunción con la información proveniente de otros organizadores del currículo, para analizar y seleccionar tareas. Es decir, al utilizar un organizador del currículo, el profesor en formación pone en juego tres tipos de conocimiento que denominamos significado, uso técnico y uso práctico de un organizador del currículo (González y Gómez, 2008). Esta clasificación de los conocimientos del profesor en formación se inspira en las categorías de episteme, techne y phronesis propuestas por Aristóteles (1984) y que han sido adoptadas y adaptadas por algunos autores en el terreno de la educación para referirse a los conocimientos y la actuación del profesor y la dualidad entre la teoría y la práctica (Back, 2002; Kinsella y Pitman, 2012, Orton 1997, Saugstad, 2005). Mientras que episteme se refiere a la teoría —lo universal—, techne y phronesis se refieren al conocimiento práctico —lo particular—. El significado de un organizador del currículo (episteme) es un conocimiento teórico que emerge de la literatura de Educación Matemática. Es un conocimiento aceptado por la comunidad, independiente del contexto. El uso técnico y el uso práctico son dos tipos de conocimiento práctico. Son variables y dependen del contexto —del tema que se esté analizando y de la situación de enseñanza que se está planificando—. El uso técnico (techne) está orientado hacia la producción y se caracteriza como un conocimiento que tiene como propósito responder a la pregunta “¿qué hago para producir información sobre el tema?”. El uso práctico (phronesis) se orienta hacia la acción e implica la toma de decisiones relacionadas con el uso de la información que emerge del uso técnico para otros análisis o la selección de tareas y la justificación de esa selección.

5. Categorías para la clasificación de argumentos

El desarrollo de la competencia de planificación del profesor se concreta en los planes de formación de tipo funcional mediante la expectativa de que el profesor en formación utilice la información que surge de los análisis que realiza con los organizadores del currículo para analizar y seleccionar las tareas que incluirá en su diseño curricular para el tema, y que se base en esa información para justificar la selección de aquellas tareas que considera más relevantes. Que los profesores en formación utilicen los organizadores del currículo en el proceso de selección de tareas es, de hecho, la expectativa principal de estos planes. No obstante, estos planes de formación también suelen incorporar otros elementos formativos que, aunque no son específicos de los temas matemáticos, pueden condicionar las decisiones del profesor sobre la selección de tareas e intervenir en sus justificaciones. Además, el profesor llega al programa de formación con un conocimiento propio sobre el aprendizaje y la enseñanza. Este conocimiento no está tipificado a priori y no se trabaja de manera específica en el plan de formación, pero puede influir de manera importante en las decisiones del profesor cuando realiza un diseño curricular.

El marco conceptual que hemos presentado en los apartados anteriores nos permite establecer las categorías que nos permitirán abordar nuestro problema de investigación. Estas categorías se refieren, por un lado, a los tipos de conocimiento que los futuros profesores ponen en juego cuando formulan argumentos para justificar la selección de tareas y, por otro lado, al grado de concreción de esos argumentos.

5.1. Categorías de conocimiento

Como hemos indicado, los formadores de los planes de formación funcionales esperan que los profesores en formación desarrollen un conocimiento sobre los organizadores del currículo que sea útil a la planificación. Aunque el significado, el uso técnico y el uso práctico de un organizador del currículo están fuertemente relacionados entre sí, el uso práctico es el tipo de conocimiento que está directamente implicado en el proceso de análisis y selección de tareas. Por tanto, este tipo de conocimiento constituye la primera categoría de conocimiento. Los profesores en formación ponen de manifiesto este tipo de conocimiento cuando, en los argumentos que emplean al analizar o seleccionar una tarea, hacen referencia a la información sobre su tema que han generado previamente con uno o más organizadores del currículo y dicha información les permite tomar una decisión sobre la pertinencia de la tarea. Es el caso, por ejemplo, de un profesor en formación que da la siguiente explicación: "Sí, esta tarea contribuye a aclarar los conceptos de media y mediana que es el error número 11 y contribuye también a superar la dificultad 5 que es la de interpretar los parámetros estadísticos en el sistema de representación gráfico." Observamos que el profesor en formación utiliza información que ha generado previamente sobre los errores y dificultades para

explicar por qué una tarea le parece adecuada. En este trabajo, centraremos nuestra atención en cinco organizadores del currículo: los sistemas de representación, la fenomenología, los errores y las dificultades, la historia y la complejidad de las tareas. Estos son los organizadores del currículo que, en nuestra experiencia, han aparecido de forma más habitual y espontánea.

Con cierta frecuencia, los profesores en formación seleccionan tareas sin hacer ninguna referencia a los organizadores del currículo. En algunos de estos casos ellos ponen en juego conocimientos que, de forma transversal, forman parte del contenido del plan de formación, como el currículo normativo, la epistemología del conocimiento matemático, las teorías de aprendizaje, las metodologías basadas en la resolución de problemas y los modelos de evaluación. Estos contenidos, a diferencia de los organizadores del currículo, no se presentan en el plan de formación directamente vinculados a temas concretos de las matemáticas escolares, pero abordan cuestiones relevantes desde el punto de vista de la selección de tareas. Estos conocimientos transversales constituyen la segunda categoría de conocimiento que utilizaremos. Por ejemplo, un profesor en formación puede analizar una tarea y proponer una modificación utilizando el argumento siguiente: “Además, el profesor puede modificar las reglas del conocido juego, con el objetivo de analizar otras capacidades de los alumnos, tales como la expresión oral y demás aspectos en los que se insiste en el currículo.” Observamos que el profesor en formación está poniendo en juego su conocimiento sobre el currículo normativo.

Por último, consideramos una tercera categoría que recoge conocimientos diversos no tratados en el plan de formación pero que aparecen con cierta frecuencia en los argumentos de los profesores. En la mayoría de los casos, son conocimientos que no son específicos a las matemáticas y que, posiblemente, los profesores en formación han desarrollado en otros contextos como producto de su experiencia como estudiantes o como profesores en ejercicio. Por ejemplo, los profesores en formación pueden argumentar que seleccionan una tarea por considerar que aumentará la motivación del escolar o proponen formular una tarea en inglés para mejorar las competencias de los escolares en esta lengua, sin que estos aspectos hayan sido objeto de instrucción en el plan de formación.

5.2. Grado de concreción de los argumentos

La forma en que los profesores en formación expresan sus argumentos al seleccionar tareas es variada. En ocasiones realizan reflexiones generales que podrían servir para cualquiera de las tareas del tema o incluso de otros temas. Aún cuando tienen delante una tarea y explican las razones que justifican su selección, puede ocurrir que no mencionen explícitamente ninguno de los atributos concretos de dicha tarea. Esta peculiaridad ocurre independientemente del tipo de conocimiento que estén poniendo en juego. Por ello, hemos considerado relevante adoptar un segundo criterio clasificación que denominamos grado de concreción del

argumento. Decimos que un argumento tiene un grado de concreción particular cuando hace referencia explícita a la tarea matemática que se está analizando o cuando utiliza como ejemplo una tarea matemática concreta. En otro caso, decimos que el argumento tiene un grado de concreción general. Por ejemplo, un profesor que dice “he propuesto tareas sobre la vida cotidiana, como la del teleférico, que les ayuda a ver la importancia de las matemáticas en la vida real” está haciendo un argumento particular, mientras que si el profesor indica que con su propuesta “se introduce un cierto pluralismo en los métodos de enseñanza”, entonces está haciendo un argumento general.

6. Objetivo de la investigación

El objetivo de este estudio es describir y caracterizar los conocimientos que los futuros profesores que participaron en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de tipo funcional pusieron en juego cuando seleccionaron y justificaron las tareas que configuraron su propuesta curricular. Para abordar este objetivo nos basaremos en las categorías de clasificación de los argumentos propuestos por los futuros profesores que establecimos en el apartado anterior.

7. Método

En este apartado describimos el contexto de formación de profesores en el que realizamos el estudio, las fuentes e instrumentos con los que recogimos la información, y los procedimientos que utilizamos para codificar dicha información.

7.1. Contexto de la experiencia

Realizamos la experiencia con 9 alumnos que participaron en la asignatura “Didáctica de la Matemática en Educación Secundaria”. Se trata de una asignatura optativa cuatrimestral de la Licenciatura de Matemáticas de la Universidad de Cantabria (España). Los alumnos que eligen esta asignatura previsiblemente continuarán su formación para ser profesores de matemáticas de secundaria. Por ello, en el contexto de la asignatura, son considerados profesores de matemáticas en formación inicial. La experiencia tuvo lugar durante el curso académico 2010/2011. Los alumnos fueron divididos en tres grupos, cada uno de los cuales realizó el análisis didáctico de un tema matemático. Los tres temas abordados fueron teorema de Pitágoras, ecuación de segundo grado y estadística.

El modo de trabajo en la asignatura consiste en ir introduciendo secuencialmente los siguientes organizadores del currículo: estructura conceptual, sistemas de representación, fenomenología, historia, expectativas de aprendizaje, errores y dificultades, hipótesis de aprendizaje, complejidad y funcionalidad de las tareas. Para cada uno de estos organizadores se sigue un proceso secuenciado en tres partes. En la primera parte, el formador presenta —mediante apuntes,

ejemplos, explicaciones o lecturas— información teórica sobre el organizador del currículo. Por ejemplo, cuando se introducen las nociones de error y dificultad, el formador las caracteriza haciendo una presentación de los significados que se adoptarán para ellas en la asignatura. Dichos significados son una selección de los que tienen estas nociones en la literatura sobre Educación Matemática. En la segunda parte, los grupos de futuros profesores analizan su tema matemático bajo la perspectiva de dicho organizador del currículo y producen información sobre el mismo. Por ejemplo, realizan un listado de los errores y dificultades asociados a su tema matemático, para lo cual siguen distintas técnicas (localizan fuentes en la literatura, llevan a cabo algún experimento concreto, utilizan su experiencia, etc). En la tercera parte, los grupos de futuros profesores utilizan la información obtenida sobre el organizador del currículo para diseñar o seleccionar tareas matemáticas relacionadas con el mismo. Por ejemplo, buscan o diseñan tareas matemáticas que permitan a los estudiantes superar los errores y dificultades del listado que han obtenido.

De esta forma, durante los cuatro meses que dura el proceso formativo, los futuros profesores van elaborando progresivamente un listado de tareas matemáticas como resultado de la utilización de la información obtenida con los organizadores del currículo. El listado se va completando y refinando a medida que se incorporan nuevos organizadores del currículo y, en consecuencia, se añaden nuevos criterios de análisis y selección de tareas. Por ejemplo, tras estudiar el organizador sistemas de representación y obtener un listado de representaciones asociado a un tema matemático, los futuros profesores diseñan y seleccionan tareas sobre dicho tema en las que intervienen las representaciones más adecuadas. Posteriormente, tras generar el listado de errores del tema, diseñan y seleccionan tareas que permiten superar los errores identificados. Pero, dado que se cuenta ya con la información sobre las representaciones, se espera que seleccionen tareas que permitan superar errores utilizando los sistemas de representación previamente seleccionados.

De forma transversal a este proceso de estudio de los organizadores del currículo, en el plan de formación se introducen temas generales sobre el currículo normativo, la epistemología del conocimiento matemático, las teorías de aprendizaje, las metodologías basadas en la resolución de problemas y los modelos de evaluación. Estos temas son presentados por el formador de forma teórica y los futuros profesores realizan lecturas críticas o estudios comparados sobre cada tema.

Como trabajo final del curso, los futuros profesores realizan una propuesta docente sobre el tema matemático que hayan analizado para estudiantes de secundaria de un nivel concreto. La propuesta docente contiene:

- Los objetivos que pretenden conseguir.
- La descripción de las tareas matemáticas que van a proponer a los estudiantes. Estas tareas se seleccionan o diseñan a partir del listado de tareas que se ha ido elaborando a lo largo del curso.

- La secuenciación de dichas tareas en sesiones de clase, así como las orientaciones metodológicas necesarias para llevar a cabo cada sesión.
- El modelo de evaluación, que incluye los criterios y los instrumentos de evaluación.

Además, los grupos elaboran la guía didáctica de la propuesta docente. Este es un documento en el que cada grupo explica, de forma argumentada, todas las decisiones que ha tomado durante la elaboración de la propuesta. Está escrito en un lenguaje dirigido a un potencial profesor que desee implementar dicha propuesta. La guía didáctica contiene, en particular, argumentos sobre la selección de las tareas matemáticas que conforman las sesiones de clase.

7.2. Instrumentos de recolección de información

En el proceso de recolección de la información utilizamos tres instrumentos: la guía didáctica de la propuesta docente elaborada por cada grupo y dos test específicos.

7.2.1. Guía didáctica

El hecho de considerar la guía didáctica como instrumento de recogida de información, aun siendo un instrumento propio de la asignatura, obedece a varias razones. Por su propia caracterización, la guía didáctica constituye un registro de gran riqueza desde el punto de vista argumentativo. Se elabora en la parte final del curso. En ese momento, el futuro profesor dispone de la información que ha generado para el tema sobre todos los organizadores del currículo y sobre los temas transversales tratados en el curso. Además, la guía didáctica contiene justificaciones espontáneas sobre las tareas seleccionadas por cada grupo, a diferencia de lo que ocurre en los test, en los que aportamos una preselección dirigida de tareas y preguntamos por organizadores del currículo concretos, como veremos enseguida.

Presentamos, a modo de ejemplo, un fragmento de la guía didáctica del grupo que trabajó sobre Estadística. En este fragmento hacen alusión a una tarea en la que se administran dos medicamentos y un placebo a tres grupos de hipertensos y se pide concluir, mediante el cálculo de la media y la mediana de varios datos observados, qué medicamento es el más efectivo.

Las cuestiones fenomenológicas a las que da respuesta la estadística descriptiva que vamos a tratar son las siguientes:

- poder comparar múltiples muestras;
- predecir algún suceso basándose en lo sucedido anteriormente;
- utilizar los parámetros estadísticos para la toma de decisiones;
- llevar un registro de los datos;
- estimar una cantidad a partir de una muestra.

Dado que nuestro planteamiento fundamental es que los alumnos conozcan las aplicaciones reales de nuestro tema, hemos incluido tareas que corresponden a cada una de estas preguntas fenomenológicas. La más significativa de ellas para nosotros es la del

medicamento. Con esta tarea pretendemos que el alumno desarrolle su intuición interpretativa de una muestra antes de analizarla matemáticamente. Se trata de una actividad muy guiada en la que buscamos que el alumno se dé cuenta de los errores que comete con su propia intuición y a qué se deben estos errores. Esta tarea corresponde a la comparación de muestras y a la toma de decisiones, ya que el objetivo final es decidir qué medicamento es el adecuado basándose en la comparación de las muestras.

7.2.2. Test 1

En el test 1, proporcionamos a cada grupo dos tareas matemáticas relacionadas con su tema matemático y les solicitamos que añadieran una tarea propia. Sobre cada una de las tres tareas, los futuros profesores respondieron a la siguiente cuestión, en la que les solicitamos que reflexionaran sobre tres organizadores del currículo —sistemas de representación, errores y dificultades, y fenomenología—:

Explica en cada caso en qué sentido consideras que:

1. Al resolver la tarea se ponen en juego distintos sistemas de representación.
2. La tarea contribuye a que el alumno supere algún error.
3. El alumno utiliza su conocimiento formal en contextos prácticos.

Seleccionamos estos tres organizadores del currículo porque eran los que habían aparecido como referente frecuente para los futuros profesores cuando se les pedía proponer tareas de forma espontánea. Todas las tareas propuestas en el test 1 tienen en común que, al resolverlas, se ponen en juego distintos sistemas de representación, abordan algún error y se plantean en algún contexto propio del tema. Nuestra intención con este test era determinar si en las respuestas de los futuros profesores había evidencias de uso práctico de los organizadores del currículo señalados.

7.2.3. Test 2

En el test 2 proporcionamos una lista de tareas —entre 7 y 10— a cada grupo y solicitamos lo siguiente:

Considera las siguientes tareas. Selecciona 3 de ellas, que sean las que consideres más adecuadas para tu propuesta docente. Justifica por qué son esas las elegidas. También puedes hacer modificaciones en las tareas que elijas explicando tus razones.

Entre las tareas propuestas, algunas se relacionan con los tres organizadores del currículo, otras con dos de ellos, otras con uno solo y otras con ninguno. La diferencia principal con el test 1 es que en la pregunta que hacemos a los futuros profesores en el test 2 no se hace ninguna alusión a los organizadores del currículo que están implicados en las tareas. De esta forma el test 2 no condiciona al profesor a emplear organizadores del currículo en sus argumentos.

Los futuros profesores realizaron los dos test en días consecutivos al final del curso, una vez que habían concluido el análisis didáctico de su tema.

7.3. Codificación de la información

En el análisis de la información que surgió a partir de estos tres instrumentos, identificamos un total de 72 argumentos, es decir, frases en las que los futuros profesores justifican su decisión sobre la selección de tareas. A continuación llevamos a cabo un proceso de codificación en dos partes.

En la primera parte, asociamos a cada argumento un código que consiste en un par formado por el tipo de conocimiento empleado y el grado de concreción. El tipo de conocimiento empleado se refiere a cada una de las tres categorías de conocimiento que presentamos anteriormente, a las que denominamos, de forma abreviada, uso práctico, conocimientos transversales y conocimientos ajenos al plan. El grado de concreción puede ser particular o general.

En la segunda parte, asociamos a la primera componente del código un subcódigo que especifica detalles sobre el tipo de conocimiento empleado. Cuando el tipo de conocimiento corresponde a la categoría de uso práctico de los organizadores del currículo le añadimos como subcódigo el organizador del currículo al que hace referencia el argumento; así, este subcódigo puede ser errores y dificultades, fenomenología, sistemas de representación, historia o complejidad. Puede ocurrir que un mismo argumento mencione dos organizadores del currículo de forma inseparable. En este caso, un mismo argumento tiene asociados dos códigos distintos que tienen el mismo par pero distinto subcódigo. Veremos un ejemplo más adelante. Cuando el tipo de conocimiento es el transversal del plan de formación le añadimos como subcódigo el nombre del tema transversal al que atribuimos el argumento; así, este subcódigo puede ser aprendizaje, currículo, resolución de problemas, epistemología o evaluación. Finalmente, cuando el tipo de conocimiento es ajeno al plan de formación le añadimos como subcódigo una palabra representativa del argumento empleado. Estos subcódigos no están tipificados a priori sino que surgen del análisis de los datos; en este caso, se refieren a: la importancia del inglés, la motivación, la necesidad de repasar, la importancia del comportamiento de los estudiantes y la gestión del tiempo.

Mediante este proceso de codificación, y teniendo en cuenta las duplicidades que suceden en los subcódigos asociados al uso práctico, los 72 argumentos generaron un total de 90 datos de la forma [(tipo de conocimiento, subcódigo), grado de concreción]. La figura 1 muestra la distribución de estos datos según el instrumento del que provienen los argumentos.

Seguidamente, ejemplificamos este proceso de codificación con argumentos que fueron codificados con diferentes combinaciones de tipos de conocimiento y grado de concreción del argumento.

En el siguiente argumento los futuros profesores justifican por qué han seleccionado una tarea en la que aparecen diagramas de barras para representar las calificaciones de cuatro grupos de alumnos y se plantean preguntas sobre la media y la mediana:

Futuro profesor: *La tarea de los cuatro diagramas ayuda a superar las dificultades asociadas a los conceptos puramente estadísticos, especialmente la confusión entre media y mediana.*

Observamos que se pone en juego el uso práctico de errores y dificultades, ya que mencionan información previamente obtenida al analizar el tema de estadística desde la perspectiva de estos organizadores del currículo: la dificultad de dar un significado técnico a los conceptos estadísticos y el error en el que incurren los estudiantes cuando confunden la media y la mediana. Además, es un argumento particular, ya que hace referencia explícita a una tarea matemática. Se codifica, por tanto, como [(Uso práctico, Errores y Dificultades), Particular].

En el siguiente argumento, los futuros profesores hacen referencia a la historia; se observa su intención de usarla en el aula, pero no mencionan ninguna tarea concreta. Por ello, le asociamos el código [(Uso práctico, Historia), General]:

Futuro profesor: *Tras analizar en profundidad esta dimensión (historia Pitágoras) no dudamos ni un momento en destinar una sesión a hablar a los alumnos de la historia del teorema y a plantear una cuestión histórica a la que diese solución.*

En el siguiente argumento, observamos que hay un uso práctico de dos organizadores del currículo que no pueden separarse; además, se hace referencia a una tarea concreta. Por ello, este argumento tiene asociados dos códigos ([[(Uso práctico, Sistemas de Representación), Particular] y [(Uso práctico, Fenomenología), Particular].

Futuro profesor: *Se adjunta con el enunciado del problema un diagrama de gran utilidad a la hora de realizar la modelización matemática del problema.*

En los dos argumentos siguientes, no se hace referencia a los organizadores del currículo sino a conocimientos transversales del plan de formación.

Futuro profesor: *A lo largo de una serie de informes, se hace un especial hincapié en las ventajas que presenta un punto de vista constructivista en la enseñanza. Por este motivo se adopta el constructivismo como eje de los distintos sistemas de enseñanza empleados, tal y como queda visto en las sesiones propuestas.*

Futuro profesor: *Además, el profesor puede modificar las reglas del conocido juego, con el objetivo de analizar otras capacidades de los alumnos, tales como la expresión oral y demás aspectos en los que se insiste en el currículo.*

En el primero de estos argumentos, los futuros profesores mencionan el constructivismo, que es una de las teorías de aprendizaje analizadas en el plan. Su reflexión no se concreta en ninguna tarea matemática. Por ello, el código asociado a este argumento es [(Conocimientos transversales, Aprendizaje), General]. En el segundo caso, el argumento contiene referencias al currículo normativo y se expresa mediante una tarea concreta; por ello, su código es [(Conocimientos transversales, Currículo), Particular].

El siguiente argumento no menciona a los organizadores del currículo ni a otros contenidos del plan de formación. Sin concretar en tareas específicas, los futuros profesores explican un aspecto importante para ellos al seleccionar tareas: la trascendencia del inglés. Por ello, el código que asociamos a este argumento es [(Conocimientos ajenos al plan, Inglés), General].

Futuro profesor: *Además, es importante tener en cuenta la formulación de los problemas en inglés. Este hecho, más allá de un capricho, supone el reconocimiento desde tempranas edades del inglés como lengua universal.*

8. Análisis de la información y resultados

Tras la codificación realizada, llevamos a cabo dos tipos de análisis. En el primero, organizamos los argumentos según su grado de concreción y los tipos de conocimiento implicados. En el segundo, analizamos cada uno de los tres tipos de conocimiento estableciendo la frecuencia de aparición de los subcódigos de cada tipo. Por su importancia en el plan de formación, este segundo análisis es especialmente relevante cuando el tipo de conocimiento es el uso práctico, es decir, cuando nos aporta información sobre los organizadores del currículo empleados en los argumentos.

Debido a que era posible que el instrumento utilizado para recoger la información pudiese condicionar los tipos de argumentos empleados por los grupos de futuros profesores, para realizar el análisis de la información tenemos en cuenta el instrumento de donde proviene cada argumento —guía didáctica, test 1 y test 2—.

8.1 Análisis según tipo de conocimiento y grado de concreción

La figura 1 presenta la frecuencia de argumentos según el tipo de conocimiento y el grado de concreción, teniendo en cuenta el instrumento de donde provienen. Por ejemplo, vemos que hay 19 argumentos particulares en el test 2 en los que el tipo de conocimiento es el uso práctico, y que hay 9 argumentos generales que emplean conocimientos ajenos al plan en la guía didáctica.

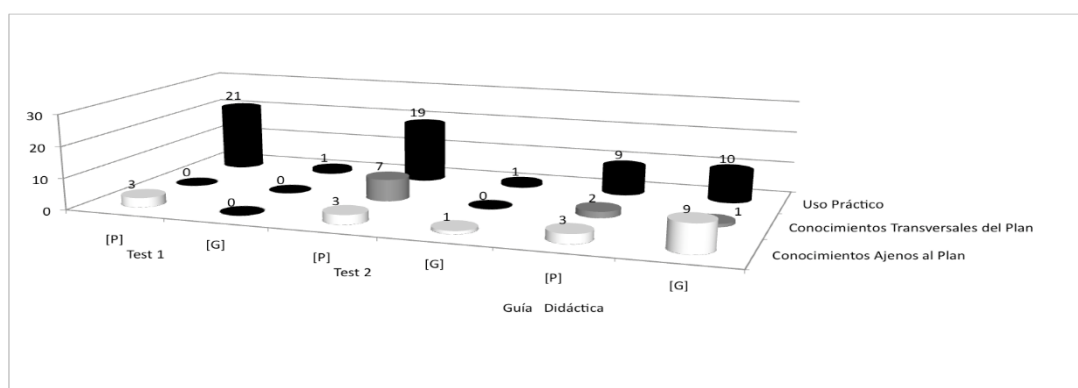


Figura 1. Distribución de los argumentos en los instrumentos según tipo de conocimiento y grado de concreción

El análisis de los datos de la figura 1 nos permite resaltar los siguientes resultados:

1. Más de dos terceras partes de los argumentos (68%) se basan en el uso práctico de los organizadores del currículo, seguidos por argumentos basados en conocimientos ajenos al plan de formación (21%); los argumentos basados en conocimientos transversales del plan de formación son los que aparecen en menor proporción (11%).
2. La proporción de argumentos que se basan en el uso práctico de los organizadores del currículo es mayor en el test 1 (88%), disminuye en el test 2 (64%) y es menor en la guía didáctica (55%).
3. Los argumentos generales son en su mayoría (83%) argumentos que se basan en el uso práctico de los organizadores del currículo.
4. Los argumentos generales se concentran en la guía didáctica, mientras que la mayoría de argumentos de los dos tests son particulares.
5. La mayoría de los argumentos que se refieren a conocimientos del plan de formación aparecen en el test 2, mientras que no hay ningún argumento de este tipo en el test 1.

Estos resultados ponen de manifiesto que los conocimientos trabajados en el plan de formación tienen una importancia considerable en los argumentos que los futuros profesores utilizan cuando analizan y seleccionan tareas. Pero es destacable el hecho de que los conocimientos ajenos al plan estén presentes en algo más de la quinta parte de los argumentos. Esto sucede con más frecuencia en la guía didáctica, que es el instrumento en el que los argumentos de los profesores no han sido motivados de forma dirigida. Se observa así que los futuros profesores dan importancia a aspectos que consideran relevantes en la selección de tareas aunque el plan de formación no los aborda explícitamente. Éste es el caso, por ejemplo, de aspectos afectivos como la motivación que aparecen con frecuencia en los argumentos. En términos del marco conceptual, estos resultados sugieren que el plan de formación promovió, en buena medida, el uso práctico de los organizadores del currículo y dejó de considerar otros conocimientos que los futuros profesores estiman relevantes en el análisis y selección de tareas.

Los resultados también muestran, como era de esperar, que el test 1 induce a los futuros profesores a proponer una proporción mayor de argumentos basados en los organizadores del currículo. No obstante, lo más destacable es que esta proporción sigue siendo importante en el test 2. Este resultado sugiere que, cuando los futuros profesores seleccionan tareas a partir de un listado de tareas dadas, ponen en juego, fundamentalmente, el conocimiento de uso práctico de los organizadores del currículo que han desarrollado en el plan de formación. Sin embargo, cuando hacen una argumentación sobre un conjunto de tareas que han

seleccionado con anterioridad y que forman parte de su propuesta docente final, ponen en juego un conocimiento ajeno al plan que no habían hecho explícito al seleccionar individualmente cada una de las tareas.

8.2 Análisis de cada uno de los tipos de conocimiento

Dada la importancia que el plan de formación dio a los argumentos basados en el uso práctico de los organizadores del currículo, profundizar en los organizadores empleados en este tipo de conocimiento es especialmente relevante. La figura 2 presenta la frecuencia de aparición de cada uno de los organizadores del currículo en los argumentos utilizados por los futuros profesores en cada uno de los tres instrumentos y en total.

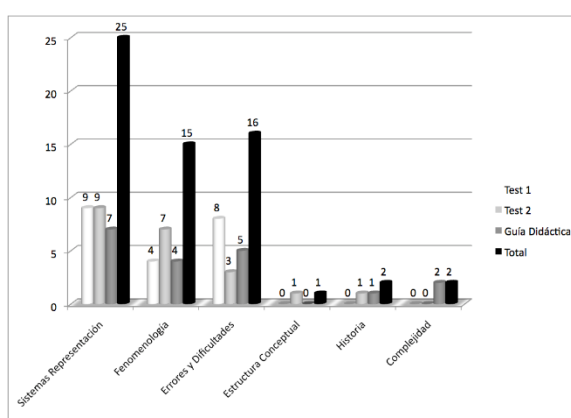


Figura 2. Frecuencia de argumentos basados en los organizadores del currículo

Era de esperar que en el test 1 apareciesen sólo argumentos relacionados con los sistemas de representación, la fenomenología y los errores y dificultades. Pero también observamos que estos tres organizadores del currículo predominan en los argumentos de los futuros profesores en los tres instrumentos. Destaca el hecho de que en el test 2 presentaron el mismo número de argumentos basados en sistemas de representación que en el test 1 y un mayor número de argumentos basados en fenomenología. Estos resultados sugieren que el plan de formación fue eficaz en el desarrollo del uso práctico de los sistemas de representación, la fenomenología y los errores y dificultades, pero no logró promover el desarrollo del uso práctico de los otros organizadores del currículo.

En los otros dos tipos de conocimiento —conocimientos transversales y conocimientos ajenos al plan— la cantidad de subcódigos encontrados es relativamente pequeña; no obstante, un tercio de los argumentos están asociados a estos dos tipos de conocimiento, por lo que resulta de interés profundizar en los detalles concretos que los sustentan.

Los argumentos asociados a conocimientos transversales del plan de formación hacen referencia a:

Restricciones impuestas por el currículo normativo. Destacan los argumentos que hacen referencia a la necesidad de que el estudiante desarrolle competencias transversales, con énfasis en el desarrollo de la competencia lectora y la expresión oral; los aspectos competenciales centran actualmente el debate sobre las expectativas de nuestro actual currículo y el plan de formación ha hecho hincapié en ellos. Otros argumentos hacen referencia a la fundamentación general del currículo —por ejemplo, indican que la propuesta docente fomenta la relación entre las matemáticas y otras materias estudiadas por el alumno “tal como dicta el currículo”— o hacen alusión a la distribución de contenidos en el mismo —por ejemplo, resaltan la importancia del lenguaje algebraico como contenido dominante en el currículo de la etapa—.

La utilización de metodologías ligadas a la resolución de problemas. Por ejemplo, mencionan la necesidad de que las tareas matemáticas que forman parte de la propuesta docente tengan un formato de respuesta abierta, que se puedan resolver mediante distintas estrategias, que fomenten el planteamiento de nuevas preguntas por parte del alumno o que se trabajen en grupo.

La adopción de alguna teoría del aprendizaje. Por ejemplo, mencionan las ventajas del constructivismo como teoría orientadora de las propuestas docentes seleccionadas.

Estos argumentos aparecen distribuidos uniformemente en los tres instrumentos. Cabe destacar que no hay referencias a algunos temas tratados en el plan de formación, como la epistemología del conocimiento matemático y los modelos de evaluación. El enfoque dado en el curso de formación a la epistemología fue fundamentalmente teórico y alejado del proceso de selección de tareas; sin embargo, el enfoque dado a los modelos de evaluación podía haber influido notablemente en dicho proceso. De hecho, la propuesta docente que elaboran contiene un modelo de evaluación que suele contemplar la evaluación formativa ligada al desarrollo de la instrucción y, por tanto, podría relacionarse con las tareas matemáticas propuestas. En cualquier caso, en el plan de formación no se establecieron vínculos explícitos entre ninguno de los temas transversales y el proceso de selección de tareas. Los resultados obtenidos aquí, muestran que los futuros profesores establecen algunos de esos vínculos de forma espontánea pero otros conocimientos que pueden ser importantes para el análisis y selección de tareas no se ponen en juego. El análisis que estamos realizando sugiere la necesidad de revisar el plan de formación para que los futuros profesores logren establecer todos los vínculos necesarios.

En relación con los argumentos clasificados como conocimientos ajenos al plan de formación, cabe destacar las referencias a:

La motivación que se quiere conseguir mediante la propuesta docente. Esta idea aparece en numerosos argumentos; se expresa mediante la selección de actividades a las que se atribuye la capacidad de estimular el interés de los alumnos o a las que se imprime un carácter lúdico con el objeto de motivar —argumentos

que también habían sido identificados por Talanquer, Novodvorsky y Tomanek (2010)—. Además, se indica la necesidad de que haya pluralidad de métodos de enseñanza para contribuir a despertar el interés de los alumnos; en algún caso se menciona la motivación como forma de mantener la disciplina en el aula.

La necesidad de repaso y refuerzo. Se insiste en la necesidad de organizar la temporalización de forma que haya repasos frecuentes, tanto al inicio de la propuesta como al final, donde se seleccionan tareas para afianzar y repasar las nociones fundamentales. También se propone el uso de tecnología —algún programa de ordenador— con el propósito de revisar de nuevo lo estudiado en el aula ordinaria. Varias de las tareas matemáticas se caracterizan como de refuerzo o para superar la falta de base.

La importancia del inglés. Se proponen actividades que tienen su enunciado en inglés; en particular, se proponen lecturas y comentarios de textos matemáticos en inglés.

La mayoría de estos argumentos se concentran en la guía didáctica. A través de ellos, los futuros profesores ponen de manifiesto conocimientos cuyo origen desconocemos, aunque en algunos casos podemos interpretarlos como manifestaciones de sus propias experiencias sobre la enseñanza y el aprendizaje. Es el caso, por ejemplo, de la importancia que dan al inglés: en el contexto académico en el que se ha desarrollado el curso de formación se exige un elevado conocimiento de este idioma; interpretamos que la preocupación de los futuros profesores por este hecho les ha llevado a trasladarlo a su propia propuesta docente. O las decisiones de tipo cognitivo que les llevan a proponer el aprendizaje por refuerzo, al margen de las teorías de aprendizaje que hayan analizado o de que hayan declarado su predilección por el aprendizaje constructivista en ciertas fases del curso.

9. Interpretación de resultados y conclusiones

En otros trabajos, hemos analizado el proceso de aprendizaje de los organizadores del currículo mediante las dimensiones del significado, el uso técnico y el uso práctico. Este proceso ha mostrado una gran complejidad en su desarrollo (González y Gómez, 2008) y hemos considerado necesario profundizar en dicha complejidad. Para ello, en este artículo, hemos analizado los argumentos empleados por futuros profesores que siguen un plan de formación de tipo funcional para analizar y seleccionar tareas. Uno de los objetivos centrales de dicho plan de formación es que doten de significado a los organizadores del currículo y los utilicen como instrumentos conceptuales y metodológicos al realizar propuestas docentes. Además, el plan aporta información sobre temas transversales no vinculados a contenidos matemáticos. El diseño del plan prevé que sean los organizadores del currículo los que canalicen toda la información que el profesor maneja en el proceso de selección de tareas. Por tanto, esperábamos que los futuros profesores justificasen la selección de tareas con argumentos particulares basados en el uso

práctico de los organizadores del currículo. Pero, habida cuenta de la complejidad de los procesos de selección de tareas, hemos querido identificar todos los tipos de conocimientos que los futuros profesores que participaron en uno de estos planes pusieron en juego durante este proceso; en particular, queríamos caracterizar el modo en que se manifestó el uso práctico de los organizadores del currículo y determinar qué peso tuvo en relación con los otros tipos de conocimiento que los futuros profesores pusieron en juego.

Hemos encontrado que el uso práctico de los organizadores del currículo constituye una de las tres categorías de conocimiento que los futuros profesores ponen en juego durante el proceso de selección de tareas. Es la categoría que aparece con más frecuencia, aunque se desarrolla entrelazada con las otras dos. Los futuros profesores usan los organizadores del currículo en sus argumentos cuando se les pregunta específicamente por ellos y continúan usándolos cuando se les deja libertad para argumentar, aunque con menos frecuencia. Interpretamos, por tanto, que el uso práctico no se desarrolla de manera espontánea y que es importante reforzar en el plan las tareas encaminadas a su desarrollo.

En cuanto a la variedad de organizadores del currículo utilizados, observamos un uso muy desigual de los mismos, siendo los sistemas de representación el más utilizado. Por otro lado, determinados organizadores del currículo que se introducen en la asignatura no aparecen en ninguno de los argumentos; cabe destacar la ausencia de organizadores directamente relacionados con las tareas, como es la funcionalidad de las mismas. Concluimos que el desarrollo del uso práctico de algunos organizadores del currículo no se desarrolla mediante las actividades que se proponen en el plan de formación. Buscando alguna explicación para este hecho, observamos que las técnicas de uso práctico no se explican en el plan de formación. Algunas de ellas parecen desarrollarse de forma espontánea, pero otras no. Parece lógico pensar que el desarrollo de uso práctico de algunos organizadores mejoraría si incluyesen en el plan de formación técnicas de uso práctico que informen explícitamente sobre el modo de emplear la información de que disponen sobre estos organizadores del currículo.

Si bien el uso práctico más genuino de un organizador del currículo debería estar referido a tareas concretas, es decir, debería aparecer en argumentos particulares, observamos que ha aparecido con bastante frecuencia en argumentos generales. Esta forma de expresión nos hace pensar en que, en los procesos de aprendizaje del uso práctico de un organizador del currículo, los futuros profesores perciben una componente de transversalidad compartida por distintos temas matemáticos aún cuando el organizador del currículo se esté refiriendo a un tema particular. Así, el desarrollo de uso práctico específico sobre un tema de matemáticas sería trasladable a otros temas. Analizaremos este aspecto en el futuro.

Además de los argumentos correspondientes a la categoría de uso práctico, observamos que alrededor de un tercio de los argumentos propuestos por los futuros profesores se basan en conocimientos transversales o ajenos al plan.

Corroboramos así los resultados obtenidos por Clarke y Roche (2010), que encuentran una gran diversidad de razones en los argumentos que dan los profesores al seleccionar tareas. En cuanto a los conocimientos transversales del plan de formación, aunque son conocimientos que pueden tener gran influencia en los procesos de selección de tareas, dicha influencia no se tuvo en cuenta de forma explícita en la instrucción llevada a cabo. Sin embargo, los futuros profesores utilizaron de forma espontánea ese conocimiento en sus argumentos, concretándolo en sus temas matemáticos. Sobre los conocimientos ajenos al plan, no tenemos información suficiente que nos permita identificar el origen de los argumentos correspondientes a esta categoría. No obstante conjeturamos que, cuando los futuros profesores argumentan sobre la globalidad de la propuesta, ponen de manifiesto experiencias vividas en situaciones educativas propias que llegan a tener una gran influencia en sus decisiones. Parece haber creencias fuertes sobre cómo se aprenden y enseñan las matemáticas que no se ven afectadas por la instrucción realizada.

Comparando nuestros hallazgos con los de Cannon (2008), compartimos con este estudio el hecho de que los profesores empleen algunas de las categorías de conocimiento pedagógico —por ejemplo, siguiendo la terminología de Hill, Ball y Schilling (2008), el conocimiento del contenido y los estudiantes, y el conocimiento del contenido y la enseñanza—. Pero, desde el punto de vista del conocimiento directamente relacionado con el contenido matemático, los profesores del estudio de Cannon emplearon frecuentemente el conocimiento general del contenido y raramente utilizaron el conocimiento especializado del contenido. Nuestros resultados difieren de este resultado ya que el uso práctico de los organizadores del currículo, categoría que se corresponde fundamentalmente con el conocimiento especializado del contenido, ha sido la categoría dominante.

Por ello, concluimos que involucrar a los futuros profesores en procesos de selección de tareas en planes de formación de tipo funcional se ha mostrado como un tipo de actividad interesante para su formación ya que promueve el desarrollo del conocimiento didáctico del profesor en temas específicos de las matemáticas escolares. El empleo directo de conocimientos transversales en los procesos de selección de tareas y, sobre todo, de conocimientos ajenos al plan, nos proporcionan una valiosa información sobre el cumplimiento de las expectativas del plan de formación. En particular, nos induce a analizar maneras de incorporar de forma explícita y efectiva estos tipos de conocimiento en su diseño curricular.

Agradecimientos

Este trabajo ha estado financiado parcialmente por el proyecto Procesos de aprendizaje del profesor de matemáticas en formación, EDU2012-33030 del Ministerio de Economía y Competitividad (España) y por el proyecto Procesos de aprendizaje en el desarrollo de las competencias profesionales del profesor de matemáticas en ejercicio de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad de los Andes (Colombia).

Bibliografía

- Arbaugh, F., y Brown, C. (2005). *Analyzing Mathematical Tasks: A Catalyst for Change? Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(6), 499-536.
- Aristóteles. (1984). *Ética a Nicómaco* (P. S. Abril, Trans.). Barcelona: Ediciones Orbis.
- Back, S. (2002). *The Aristotelian challenge to teacher education. History of Intellectual Culture*, 2(1), 2-4.
- Ball, D. L., Lubienski, S. T. y Mewborn, D. S. (2001). *Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge*. En V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (4 ed., 433-456). Washington, DC: American Educational Research Association.
- Cannon, T. (2008). *Student teacher knowledge and its impact on task design*. Tesis de doctorado no publicada, Brigham Young University Brigham.
- Charalambous, C. Y. (2008). *Mathematical knowledge for teaching and the unfolding of tasks in mathematics lessons: Integrating two lines of research*. En O. Figueras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano y A. Sepúlveda (Eds.), *International Group for the Psychology of Mathematics Education* (281-288). Morelia, México: PME.
- Christiansen, B., Howson, G. y Otte, M. (Eds.). (1986). *Perspectives on Mathematics Education*. Dordrecht: Kluwer.
- Clarke, D. y Roche, A. (2010). *Teachers' extent of the use of particular task types in mathematics and choices behind that use*. En L. Sparrow, B. Kissane y C. Hurstr (Eds.), *Shaping the future of mathematics education: Proceedings of the 33rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (153-160). Fremantle: MERGA.
- Crespo, S. (2003). *Learning to pose mathematical problems: Exploring changes in preservice teachers' practices. Educational Studies in Mathematics*, 52(3), 243-270-270.
- Flyvbjerg, B. (2006). *Making organization research matter: power, values, and phronesis*. En S. R. Clegg, C. Hardy, T. B. Lawrence y W. R. Nord (Eds.), *The Sage handbook of organization studies* (2nd edition ed., 370- 387). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Gómez, P. (2002). *Análisis didáctico y diseño curricular en matemáticas. Revista EMA*, 7(3), 251-293.
- Gómez, P. (2006). *Análisis didáctico en la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. En P. Bolea, M. J. González y M. Moreno (Eds.), *X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 15-35). Huesca: Instituto de Estudios Aragoneses.
- Gómez, P. (2007). *Desarrollo del conocimiento didáctico en un plan de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada.
- Gómez, P., Cañadas, M. C., Flores, P., González, M. J., Lupiáñez, J. L., Marín, A., et al. (2010). *Máster en Educación Matemática en Colombia*. Trabajo presentado

- en Seminario de Investigación de los Grupos de Trabajo Pensamiento Numérico y Algebraico e Historia de la Educación Matemática de la SEIEM, Salamanca.
- Gómez, P. y González, M. J. (en revisión). *Diseño de planes de formación de profesores de matemáticas basados en el análisis didáctico*.
- González, M. J. y Gómez, P. (2007). *Conceptualizing and exploring mathematics future teachers' learning of didactic notions*. Trabajo presentado en VIII Seminario de Investigación Pensamiento Numérico y Algebraico, Madrid.
- González, M. J. y Gómez, P. (2008). *Significados y usos de la noción de objetivo en la formación inicial de profesores de matemáticas*. *Investigación en educación matemática XII*, 425-434.
- Herbst, P. (2008). *The teacher and the task*. Trabajo presentado en *Joint Meeting of the International Group for the Psychology of Mathematics Education (IGPME 32) and North American Chapter (PME-NA XXX)*, Morelia.
- Hiebert, J. y Wearne, D. (1997). *Instructional tasks, classroom discourse and student learning in second grade arithmetic*. *American Educational Research Journal*, 30(2), 393-425.
- Hill, H., Rowan, B. y Ball, D. (2005). *Effects of teachers' mathematical knowledge for teaching on student achievement*. *American Educational Research Journal*, 42(2), 371-406.
- Hill, H. C., Ball, D. L. y Schilling, S. G. (2008). *Unpacking pedagogical content knowledge: Conceptualizing and measuring teachers' topic-specific knowledge of students*. *Journal For Research in Mathematics Education*, 39(4), 372-400.
- Kilpatrick, J., Swafford, J. O. y Findell, B. (2001). *ADDING IT UP: Helping Children Learn Mathematics*. Washington: National Academy Press.
- Kinsella, E. A. y Pitman, A. (Eds.). (2012). *Phronesis as professional knowledge. Practical wisdom in the professions*. Rotterdam, Holanda: Sense Publishers.
- Liljedahl, P. y Chernoff, E. y. Z. R. (2007). *Interweaving mathematics and pedagogy in task design: a tale of one task*. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4-6), 239-249.
- Lupiáñez, J. L. (2009). *Expectativas de aprendizaje y planificación curricular en un programa de formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria*. Tesis de doctorado no publicada, Universidad de Granada, Granada.
- Lupiáñez, J. L. y Gómez, P. (2003). *Intuiciones de futuros profesores de matemáticas de secundaria sobre el aprendizaje de las matemáticas*. En J. Gutiérrez, A. Romero y M. Coriat (Eds.), *El prácticum en la formación inicial del profesorado de magisterio y educación secundaria: avances de investigación, fundamentos y programas de formación* (151-158). Granada: Universidad de Granada.
- Mason, J. (2002). *Mathematics Teaching Practice: a guide for university and college lecturers*. Chichester: Horwood Publishing.
- Mason, J. y Johnston-Wilder, S. (2004). *Designing and using mathematical tasks*. Milton Keynes: Open University.
- NCTM. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston: NCTM
- Niss, M. (2003). *Mathematical competencies and the learning of mathematics: The Danish KOM project*. En A. Gagatsis y S. Papastavridis (Eds.), *Third*

- Mediterranean Conference on Mathematics Education* (115-124). Atenas: Hellenic Mathematical Society.
- Noel, J. (1999). *On the varieties of phronesis. Educational Philosophy & Theory*, 31(3), 273-289.
- OCDE. (2006). *PISA 2006 marco de la evaluación. Conocimientos y habilidades en ciencias, matemáticas y lectura*. París: Autor.
- Orton, R. E. (1997). *Toward an Aristotelian model of teacher reasoning. Journal of Curriculum Studies*, 29(5), 569-584.
- Osana, H., Lacroix, G., Tucker, B. y Desrosiers, C. (2006). *The Role of Content Knowledge and Problem Features on Preservice Teachers' Appraisal of Elementary Mathematics Tasks. Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(4), 347-380-380.
- Penso, S. y Shoham, E. (2003). *Student teachers' reasoning while making pedagogical decisions. European Journal of Teacher Education*, 26(3), 313-329.
- Recio, T. (2004). *Seminario: itinerario educativo de la licenciatura de matemáticas. Documento de conclusiones y propuestas. La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española*, 7(1), 33-36.
- Rico, L. (1997). *Los organizadores del currículo de matemáticas*. En L. Rico (Ed.), *La Educación Matemática en la enseñanza secundaria* (39-59). Barcelona: ice - Horsori.
- Saugstad, T. (2005). *Aristotle's contribution to scholastic and non-scholastic learning theories. Pedagogy, Culture & Society*, 13(3), 347-366.
- Talanquer, V., Novodvorsky, I. y Tomanek, D. (2010) *Factors influencing entering teacher candidates' preferences for instructional activities: a glimpse into their orientations towards teaching. Int. J of Sci. Ed.*, 32 (10), 1389–1406.
- Tzur, R., Zaslavsky, O. y Sullivan, P. (2008). *Examining teachers' use of (non-routine) mathematical tasks in classrooms from three complementary perspectives: Teacher, teacher educator, researcher*. En O. Figuras, J. L. Cortina, S. Alatorre, T. Rojano y A. Sepulveda (Eds.), *Proceedings of the 32nd Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, 123-125). Morelia, México: PME.
- Viseu, F. y Ponte, J. P. d. (2009). *Desenvolvimento do conhecimento didático do futuro professor de Matemática com apoio das TIC's. Relime*, 12(3), 383-413.
- Wood, T. (2002). *Demand for Complexity and Sophistication: Generating and Sharing Knowledge About Teaching. Journal of Mathematics Teacher Education*, 5(3), 201-203.
- Xu, Y. (2009). *School-based teacher development through a school-university collaborative project: a case study of a recent initiative in China. Journal of Curriculum Studies*, 41 (1), 49-66.

Autores:

María José González. Profesora de la Universidad de Cantabria (España) en el área de Didáctica de la Matemática. Desarrolla su actividad docente entre la Facultad de Ciencias y la Facultad de Educación dedicándose fundamentalmente a la formación de profesores de matemáticas de primaria y secundaria. mariaj.gonzalez@unican.es

Pedro Gómez. Profesor de la Universidad de los Andes (Colombia), editor de la revista PNA, director de “una empresa docente”, centro de investigación y formación en Educación Matemática del CIFE, en la Universidad de los Andes. Su principal área de trabajo es la formación de profesores de matemáticas. argeifontes@gmail.com

Irene Polo. Profesora de la Universidad de Cantabria (España) en el área de Didáctica de la Matemática. Desarrolla su actividad docente en la Facultad de Educación, dedicándose fundamentalmente a la formación de profesores de matemáticas de primaria y secundaria. irene.polo@unican.es

Ángela Restrepo. Profesora de la Universidad de Los Andes (Colombia) en el área de Didáctica de la Matemática. Desarrolla su actividad docente en el Centro de Investigación y Formación en Educación (CIFE), dedicándose fundamentalmente a la formación continua de profesores de matemáticas, de ciencias y de tecnología. am.restrepo253@uniandes.edu.co