

Reseñas de trabajos de investigación

Creencias y concepciones de los futuros profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje. Evolución durante las prácticas de enseñanza

Tesis doctoral

Autor: Pablo Flores Martínez

Director: Juan Díaz Godino

**Lugar: Departamento de las Matemáticas. Facultad de Ciencias de la Educación.
Universidad de Granada.**

Fecha: 17 de octubre de 1995

La formación de profesores de matemáticas de los niveles de enseñanza secundaria es un elemento esencial para la mejora de la educación matemática, especialmente en periodos de reforma educativa. La investigación en didáctica de la matemática reconoce como campo prioritario la indagación sistemática sobre estrategias adecuadas de formación inicial y permanente de los profesores constituye un campo de estudio prioritario.

La investigación que hemos desarrollado se inscribe en este campo de estudio. En ella nos centramos en la formación inicial de profesores de matemáticas de Bachillerato durante el desarrollo de la asignatura «Prácticas de Enseñanza», que se imparte en 5º curso de la licenciatura de matemáticas. Nos hemos situado en el área de estudio que se conoce con el nombre de “pensamiento del profesor”, en la que se considera fundamental las representaciones del profesor sobre las matemáticas y sobre su tarea profesional. Dentro de estas representaciones ocupan un lugar fundamental las “concepciones y creencias” de los profesores sobre los tres objetos; “matemáticas”, “aprendizaje de las matemáticas” y “enseñanza de las matemáticas”. Nuestra investigación se ha planteado el caracterizar estos constructos y el crear dispositivos específicos que hagan posible que los profesores en formación reflexionen sobre sus concepciones y creencias. Los objetivos de la investigación son pues, determinar los contenidos de las concepciones y creencias sobre las matemáticas, su enseñanza y aprendizaje de los estudiantes para profesor de matemáticas de bachillerato, y examinar cómo evolucionan estas concepciones y creencias tras el “primer encuentro con la práctica docente”.

Las concepciones y creencias de los sujetos son constructos psicológicos que no son directamente observables. Pertenecen a un nivel de información profundo, inconsciente muchas veces, por lo que se precisan métodos indirectos que las hagan emerger. En nuestra investigación hemos empleado dos elementos claves de nuestra investigación: el comentario de textos, como instrumento de toma de datos, y la "Rejilla" o sistema de categorías de los constructos, como instrumento de categorización.

El comentario de un texto de carácter epistemológico-didáctico, pretendía suministrar a los estudiantes un texto de partida con objeto de que lo resuman y se posicionen. Para ello elegimos un texto aparecido en una revista, en el que se hacía una reflexión sobre dos posturas epistemológicas en relación con las matemáticas y a la enseñanza que deriva de estas posturas: el realismo y el constructivismo. Este instrumento se ha constituido en "test" del que inferir las concepciones antes y después de haber realizado el curso de formación. Después de la primera realización del comentario de textos realizamos entrevistas para explicitar términos que aparecían oscuros en las respuestas de algunos estudiantes. Para estudiar el proceso de evolución hemos estudiado los documentos producidos por los estudiantes para profesor a lo largo del curso, junto con las entrevistas.

Para organizar los datos que aparecerían en el comentario de textos hemos definido una variable bidimensional categórica, producto cartesiano de otras dos variables que denominamos "planos" y "etapas". La variable "planos" tiene en cuenta los distintos ámbitos de estudio que interesan a la educación matemática, diferenciados por los sujetos que actúan y por la naturaleza del conocimiento matemático que manejan (*plano del conocimiento matemático, plano psicológico, plano didáctico, y las interacciones entre estos planos*). La variable "etapa" permite distinguir las fases que atraviesa el conocimiento que interviene en cada plano (*génesis-gnoseología; caracterización-ontología; sanción-validación*).

Empleando el comentario de texto como reactivo y la rejilla como instrumentos de recolección y análisis de datos hemos estudiado las creencias y concepciones colectivas de un grupo de 25 estudiantes del último curso de la licenciatura de matemáticas, en dos momentos del desarrollo de la asignatura "Prácticas de Enseñanza". Para ello hemos descompuesto el texto a comentar en unidades de significado, y construido una tabla de contingencia con ayuda de la rejilla. A esta tabla le hemos aplicado un Análisis de Correspondencias Múltiple dando lugar a dos factores principales. El primero lo hemos identificado con la variable *polo (realismo-constructivismo)*. El segundo se extiende entre las categorías *epistemología de las matemáticas* (plano epistemológico, etapa ontológica) y *enseñanza de las matemáticas* (etapa de acceso, plano didáctico). Sobre esta estructura del texto hemos proyectado las respuestas del grupo de estudiantes, mediante la realización de una tabla de contingencia por estudiante y momento (antes y después de las prácticas). También hemos realizado una tabla de contingencia del grupo. a estas tablas le hemos aplicado un análisis multivariante siguiendo un modelo logarítmico lineal. Hemos completado este análisis con un contraste entre las respuestas de los estudiantes y la elección realizada por unos jueces, y aplicando un análisis de varianza a las tablas de coincidencias entre estudiantes y jueces, antes y después de las prácticas. En los dos análisis realizados hemos apreciado que los estudiantes han identificado el texto como un discurso didáctico, en el que la oposición realismo-constructivismo se identifica con la dialéctica enseñanza tradicional-enseñanza activa. No aparecen diferencias significativas en las respuestas del grupo de estudiantes antes y después de realizar las prácticas, pero sí han aparecido diferencias en estudiantes concretos.

Hemos considerado necesario completar este aspecto de la investigación con un estudio interpretativo que aporte descripciones pormenorizadas de perfiles prototípicos de sujetos. Por este motivo hemos extendido nuestra investigación en la dirección del estudio de casos. Para ello hemos tenido en cuenta, además del comentario de textos, diversas producciones escritas elaboradas durante el curso y el protocolo de una entrevista personal en profundidad. Todos estos documentos han sido clasificados empleando la rejilla. La síntesis posterior de estas rejillas nos ha permitido obtener el perfil de las creencias y concepciones sobre las matemáticas y su enseñanza de dos estudiantes de la asignatura, en relación con cinco aspectos: la forma en que caracterizan la enseñanza, cómo conciben su proceso de formación y qué expectativas se plantean como profesores.

Modos de resolver problemas y concepciones sobre matemáticas y su enseñanza propuestas por profesores de alumnos de más de 14 años. Algunas aportaciones a la metodología de la investigación y estudio de posibles relaciones

Tesis doctoral

Autor: José Carrillo Yáñez. Departamento de Didáctica de las Ciencias de la Universidad de Huelva (España)

Director: Dr. Miguel de Guzmán Ozámiz. Departamento de Análisis Matemático de la Universidad Complutense de Madrid (España)

Lugar: Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla (España)

Fecha de presentación: 16 de julio de 1996

Partiendo de un objetivo último a la vez que demasiado general, como es la mejora de la enseñanza a través de una mejor capacitación del profesor, el **primer foco de atención** de este estudio es el **modo de resolver problemas** de dichos profesores. Tal atención debe entenderse motivada, no sólo por la constatación de claras deficiencias por parte de los profesores en este terreno, sino por la convicción de que la dedicación a la resolución de problemas puede constituirse en un buen vehículo para poner en juego las concepciones o creencias sobre la matemática y su enseñanza, e incluso para modificarlas eventualmente. Ahora bien, indagar sobre los modos de resolución puede hacerse desde muchas perspectivas e interpretarse a la luz de diferentes variables. En tal sentido se emplea como **variable diferenciadora la concepción del profesor sobre la matemática y su enseñanza.**

Los **resultados** de esta investigación se refieren a las **relaciones** encontradas y a los **instrumentos** empleados. Aquellas dan cuenta de las conexiones detectadas entre los modos de resolver problemas y las concepciones, asociaciones que hablan de la simultaneidad de determinadas concepciones con determinados modos de resolver problemas. Por su parte, desde el punto de vista de la metodología de la investigación, los instrumentos permiten un análisis cualitativo detallado de los aspectos mencionados.

Para el estudio de las citadas relaciones y para poner de relieve la complejidad que entraña cualquier aproximación a la realidad, se define el concepto de **modelo mental** (interpretación que ha hecho el investigador, a la luz de un modelo teórico, de los que los sujetos analizados han expresado en relación con sus concepciones sobre la matemática y su enseñanza, y en relación con sus modos de resolver problemas), enfatizando asimismo la disposición humilde que, a mi entender, debe caracterizar a cualquier investigador a la hora de extraer sus conclusiones, lo que no está en contradicción con la fase de consenso presente en este trabajo (fase final del estudio de concepciones en la que se dan a conocer las conclusiones del investigador, solicitando un posicionamiento de cada sujeto, lo que revierte en las conclusiones definitivas).

La investigación consiste en 9 estudios de caso. Los sujetos son 9 profesores de alumnos de más de 14 años, cuya selección ha estado guiada por criterios de relevancia para la investigación, no de aleatoriedad. El estudio es de laboratorio; es decir, externo al entorno escolar, y sin propósito de generalizar, pero con la **intención de descubrir claves del desarrollo profesional**.

Desarrolla instrumentos de primer orden o recogida de datos (cuestionarios sobre concepciones y sobre estrategias personales de resolución de problemas, entrevistas sobre concepciones y sobre el proceso de resolución del problema acabado de abordar, y enunciados de problemas), de segundo orden o análisis de datos (categorías e indicadores), de tercer orden o presentación clasificada e interpretación de datos (unidades de información, episodios de los protocolos de resolución, listado de indicadores acompañados de justificaciones, y perfiles) y de cuarto orden o presentación final (informes). Pero el camino para llegar hasta aquí no es en absoluto lineal, sino recursivo y sinuoso, con el firme propósito de dar rigor al proceso.

En lo que a concepciones se refiere, la selección de las unidades de información es uno de los aspectos más delicados de este proceso de análisis cualitativo. Si la hace un único investigador está amenazada por la subjetividad; si la hacen varios es imprescindible una fuerte compenetración y coherencia que es difícil conseguir fuera de un grupo de trabajo suficientemente consolidado. En nuestro caso, el análisis y la interpretación de la información es llevada a cabo por dos investigadores. Así, la selección se hace individualmente y se discute después. La compenetración antes aludida se hace más patente a medida que avanza el estudio. Una vez decididas las unidades del texto que aportan información, se procede a su catalogación. Este proceso sufre varias revisiones y, a su vez, supone una revisión del sistema de categorías e indicadores (modelo teórico). Una de estas revisiones —que llamo *revisión vertical*— consiste en comparar, en un mismo individuo, todas las unidades catalogadas bajo un mismo indicador, así como todos los indicadores obtenidos, no con el propósito de eliminar incoherencias, sino con el de evitar aquéllas que hayan sido motivadas por errores de apreciación de los investigadores; en la otra —que llamo *revisión horizontal*—, la comparación es en el mismo sentido pero entre todos los individuos, indicador por indicador. Con ambas se pretende reducir el margen de posibles respuestas caracterizadas bajo un mismo indicador, así como minimizar las diferencias interpretativas debidas a las alteraciones que supone la no simultaneidad de todos los análisis. Finalmente pongo en conocimiento de los individuos estudiados su modelo mental (en lo que a concepciones se refiere). Ello supone, de un lado, una revisión originada por la negociación y, de otro, un último ajuste (aunque mínimo) del modelo teórico (sistema de categorías e indicadores). Hay que resaltar, en este punto, el alto grado de coincidencia y, en su caso, consenso alcanzado en los nueve casos (la coincidencia en las valoraciones fue superior al 90%).

Análogamente, la interpretación de los datos relativos al modo de resolver problemas comienza con la delimitación de las unidades de información en entrevistas y cuestionario, en concordancia con las categorías e indicadores del instrumento de segundo orden (análisis). Asimismo, cada protocolo es dividido en episodios tras analizar los heurísticos empleados. Las unidades de la entrevista correspondiente a un protocolo, y el propio protocolo, dan pie a efectuar un primer paso, como es la elaboración de la descripción y valoración general del proceso de resolución de ese problema. Estas descripciones y valoraciones suponen un acercamiento inicial a la información que emana del proceso de resolución de cada problema. Una vez se dispone de las valoraciones de los 3 protocolos, se procede a asignar a cada individuo un nivel (de la escala de valoración) por indicador, con base en esas valoraciones y a las unidades de información del cuestionario. Lo que de ahí resulta es una secuencia de niveles (me refiero fundamentalmente a las correspondientes descripciones, no al valor numérico, que es sólo resumen de las mencionadas descripciones), siguiendo a cada uno de ellos una justificación fundada en fragmentos de protocolo (episodios o partes de ellos) y unidades de información de entrevistas y cuestionarios. Dicha secuencia se plasma en un gráfico que informa del *perfil* del resolutor. Todo este proceso acaba con la redacción de un informe global del modo de resolver problemas de cada individuo. Y, por supuesto, este proceso, para erradicar en lo posible los peligros de la subjetividad, es consensuado por investigador y co-investigador; ambos llevan en cada paso sus propuestas, llegándose a un acuerdo en la mayoría de los casos y rechazándose algunas unidades o comentarios cuando no es posible el consenso. Además, tal proceso no es lo lineal que puede aparecer en una descripción *a posteriori*. Ha sufrido varias revisiones, las cuales han producido modificaciones en el instrumento de análisis y, consiguientemente, se ha visto la necesidad de volver a revisar para unificar los criterios de dicho análisis. Al igual que con las concepciones, se efectúa, además, una revisión vertical y otra horizontal. En la vertical se comparan todas las unidades y episodios bajo un mismo indicador dentro de cada individuo, al mismo tiempo que todos los indicadores del mismo individuo, siendo el propósito evitar posibles errores de apreciación de los investigadores y en ningún momento eliminar la coexistencia de niveles de indicadores que podrían ser considerados como extraños. En la revisión horizontal se comparan las justificaciones dadas a los indicadores semejantes de diferentes individuos, siendo el objetivo limar las naturales diferencias de apreciación debidas a la imposible simultaneidad de todos los análisis e informes.

Todo lo que acabo de exponer queda reflejado en los capítulos **I (Introducción, p. 1-23)**, donde se detallan los marcos de la tesis (concepciones y resolución de problemas), las finalidades de la investigación y la caracterización de la misma, **II (Concepciones sobre la matemática y su enseñanza, p. 24-91)**, donde se fundamenta teóricamente el estudio de concepciones y se desarrollan los correspondientes instrumentos, **III (Resolución de problemas, p. 92-192)**, con similar cometido al anterior capítulo, y **IV (El estudio de casos, p. 193-606)**, donde se elabora el modelo mental de cada uno de los sujetos estudiados, cada uno de los cuales acaba con un análisis comparativo de sus concepciones y su modo de resolver problemas.

Los otros dos capítulos del volumen 1 son **Relaciones (p. 607-622)** y **Conclusiones (p. 623-628)**. El primero de ellos expone las relaciones encontradas entre los modos de resolver problemas y las concepciones referidas a los 9 individuos analizados, así como posibles explicaciones de la inexistencia de relaciones en algunos casos. El último aporta como conclusiones las relaciones antes mencionadas (resaltando la idea de

que no se trata más que de una contribución encaminada a ayudar a comprender mejor la realidad y, en todo caso, a establecer condiciones de mejora), así como los instrumentos diseñados para desarrollar la investigación (entre los que se destaca la representación gráfica de los perfiles de resolución de problemas). Este volumen acaba con las **Referencias**, que van acompañadas de las páginas en las que aparecen.

A esto hay que añadir que el volumen 2 (p. 652-1187) se dedica íntegramente a los **Datos**, los cuales aparecen con la exclusiva manipulación que supone el marcado de las unidades de información y la delimitación de episodios, acciones ambas encaminadas a facilitar la localización de las justificaciones.