

Concepciones sobre la Geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje. Un estudio en la formación inicial de maestros.

Manuel Barrantes López

*Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas.
Universidad de Extremadura.*

(Fecha de recepción 24-04-2003)

(Fecha de aceptación Julio 2003)

Resumen

Las referencias básicas en la investigación que resumimos son la Geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje y el análisis de las concepciones de los estudiantes para maestros. Asumimos que las concepciones aparecen y se desarrollan durante la etapa escolar y son estables y resistentes a los cambios. Como consecuencia de ello para aprender a enseñar matemáticas debemos considerar las exigencias que proceden de las propias concepciones y conocimientos sobre la Matemática escolar.

El objetivo de la investigación es describir y analizar las concepciones sobre la Geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje de los estudiantes para maestro. Para ello, hemos considerado la hipótesis de que los recuerdos y las expectativas de los estudiantes nos dan información para caracterizar sus concepciones en el campo de la Geometría y su enseñanza-aprendizaje.

Palabras Clave: Concepciones, Geometría, Formación Inicial de Maestro, Enseñanza, Aprendizaje.

Summary

The basic guiding referents in the investigation that we summarize are school-level Geometry and its teaching-learning, and the analysis of the conceptions of prospective primary teachers. We assume that the conceptions appear and develop during the period as a pupil in school, and they are stable and resistant to change. And consequently, to learn to teach mathematics, we must take account of the requirements that arise from these conceptions themselves and from the prospective teachers' knowledge of school-level Mathematics.

The objective of the study is to describe and analyse prospective primary teachers' conceptions on school-level Geometry and its teaching-learning. To this end, we considered the hypothesis that the students' memories and expectations provide information

with which to characterize prospective primary teachers' conceptions in the field of Geometry and its teaching-learning at the primary school level.

Key Words: *Conceptions, Geometry, Initial Teacher Education, Teaching, Learning.*

1. Introducción

Desde nuestra posición como profesores de formación inicial de maestros en la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura, hemos experimentado, desde hace varios años, distintos problemas que surgen al desarrollar el currículo en el ámbito de la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas para los niveles de Primaria y nuestro objetivo de generar buenos profesionales en esta materia, en consonancia con las últimas investigaciones (Luengo, 1999) y propuestas curriculares vigentes (M.E.C. 1992; N.C.T.M. 1989, 1991). Éstas proponen una nueva cultura matemática que, en la mayoría de los casos, es discordante con la cultura recibida por los estudiantes en sus diversas etapas como discente (Fernandes, 1995; Foss y Kleinsasser, 1996; Carrillo, 2000).

Diversas investigaciones realizadas muestran que los conocimientos y actitudes que los programas actuales de formación del profesorado pretenden transmitir a los estudiantes tienen escasas probabilidades de ser incorporadas en el repertorio cognitivo del futuro maestro (Marcelo, 1994).

La necesidad de modificar los currículos de la formación inicial actual es también sentida implícitamente por los estudiantes para maestro y se explicita,

sobre todo, durante las prácticas de enseñanza. En éstas, descubren las dificultades que tienen para realizarse como maestros, achacables principalmente al distanciamiento entre los conocimientos recibidos y las tareas a realizar en las aulas (González, 1995; Carbonero; Crespo; Martín; Ortega, y Sánchez, 1996).

La problemática relacionada con el currículo, metodología, actividades, etc. de los centros de formación de maestros no es nueva. Existe un gran número de trabajos que aportan ideas sobre la enseñanza-aprendizaje de las Matemáticas en general, que se reduce cuando acotamos el campo de trabajo a la formación inicial de maestros. Si reducimos el estudio a trabajos específicos sobre la formación inicial en bloques concretos de Primaria, encontramos un número suficiente de trabajos en el campo numérico, pero el número de referencias es bastante escaso cuando hablamos del bloque probabilístico o el geométrico.

Concretamente en relación con la formación inicial de maestros en Geometría, se echan en falta trabajos específicos sobre el conocimiento profesional o estudios que nos dieran algunas pautas generales de partida. También son escasos los trabajos que aporten ideas generales sobre la elaboración de un currículo en la formación inicial de maestros en el campo de la Geometría, como Huerta (1997) o Fiol y De la Torre (2000).

Todas estas argumentaciones justifican nuestro interés por desarrollar, en un principio, una investigación que propusiera algunas ideas generales y específicas de un currículo idóneo para la formación inicial de maestros en el campo de la Geometría que fuera operativo y práctico en el sentido de que pudiera paliar algunas de las lagunas de los currículos actuales.

Este proyecto nos parece demasiado ambicioso a corto plazo pero no imposible en un plazo razonable de tiempo. Por ello, para empezar a actuar acotamos cuáles eran los primeros pasos a realizar para poder ir sentando las bases que posibilitaran la realización de dicho currículo de Geometría.

Así, nuestro estudio analiza los recuerdos y las expectativas de los estudiantes sobre la Geometría escolar¹ y su enseñanza-aprendizaje para caracterizar las concepciones de los estudiantes para maestro.

Ha sido constatado por diversas investigaciones (Linares, 1992; Sánchez, 1995) que los estudiantes para maestro² tienen recuerdos de sus experiencias escolares que hacen que desarrollen una serie de conocimientos y concepciones. La Geometría y su enseñanza-aprendizaje es una materia acerca de la que es difícil no tener concepciones. Es una ciencia muy antigua, que forma parte del currículo escolar desde hace siglos, y enseñada con carácter obligatorio durante muchos años de escolaridad.

Si especificamos un poco más, nues-

tro objetivo es mostrar que los estudiantes tienen conocimientos y concepciones concretas sobre aspectos relacionados con la Geometría escolar como son la motivación, su dificultad, su finalidad, y con elementos relacionados con su enseñanza-aprendizaje como son los contenidos escolares, materiales, recursos, actividades, aprendizaje y evaluación, entre otros. Todo ello es debido a los muchos años que han pasado como discentes, admitiendo o rechazando los distintos papeles de sus maestros de Matemáticas.

En consonancia con los argumentos expuestos, nuestro estudio se centra en dos temas no dicotómicos como son la formación inicial de estudiantes y la enseñanza-aprendizaje de la Geometría en Primaria. Nuestra hipótesis de trabajo es:

Los recuerdos y las expectativas de los estudiantes nos dan información para caracterizar las concepciones de los estudiantes para maestro en el campo de la Geometría y su enseñanza-aprendizaje en Primaria.

Esta hipótesis se formula bajo la condición de que los estudiantes para maestro no han recibido todavía ninguna instrucción en los centros de formación sobre la Geometría y su enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la Educación Matemática. Es decir, las concepciones que obtuviéramos de los estudiantes serían unas concepciones a priori en el sentido de que no estarían influidas por contenidos o prácticas de enseñanza de la Geometría desarrolladas en el centro de formación de maestro.

Los conocimientos de los estudiantes sobre esta etapa de su vida escolar pueden ser fácilmente explicitados por éstos. No ocurre así con las concepciones que son implícitas y difíciles de mostrar.

Por ello, a partir de la información que los estudiantes nos den sobre sus recuerdos que producen sentimientos de conformidad o rechazo, y sobre sus expectativas que son más fácilmente verbalizables y se mueven en el plano de los deseos, queremos obtener información sobre sus concepciones relativas a la Geometría y a su enseñanza-aprendizaje.

Nuestra hipótesis considera que cuando los recuerdos son positivos, el

estudiante genera una serie de concepciones que redundan en expectativas de enseñanza-aprendizaje similares a las recordadas. También cuando los recuerdos no son positivos se produce un sentimiento de rechazo que hace que el alumno conciba una serie de expectativas diferentes a sus recuerdos.

Así pues, el análisis de esos recuerdos y de esas expectativas, que son más fácilmente explicitadas por los estudiantes, pueden llegar a darnos información sobre cuáles son las concepciones. La figura 1 muestra, de una forma gráfica y resumida, nuestra hipótesis de trabajo.

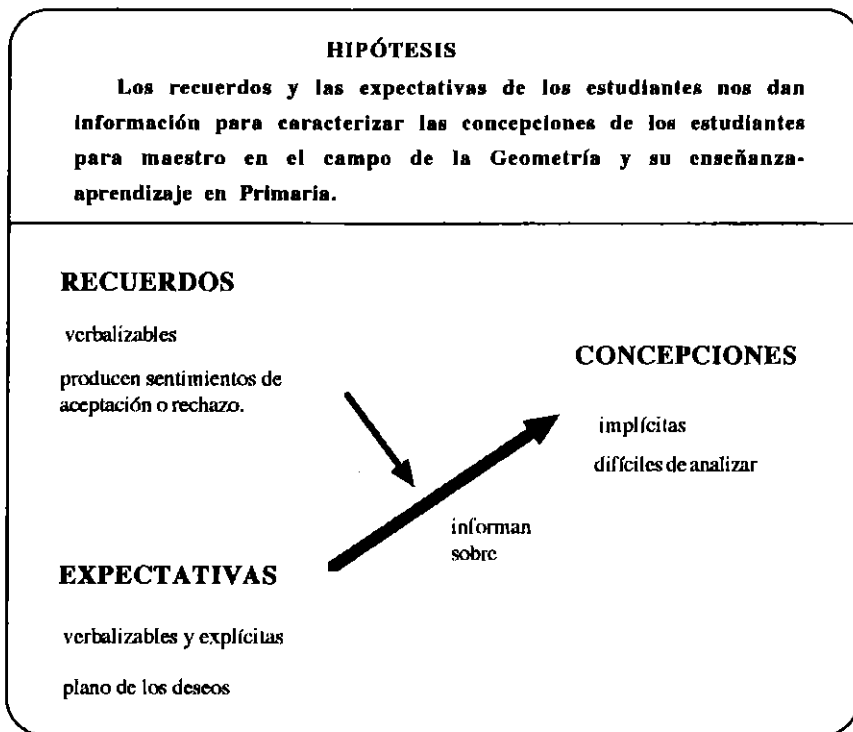


Figura 1. Cuadro general de la hipótesis de investigación.

El estudio de las concepciones de los profesores se basa en el supuesto de que existe una raíz conceptual que juega un papel decisivo en la forma de pensar y en las actuaciones (N.C.T.M., 1991). Las concepciones tienen una naturaleza esencialmente cognitiva y afectiva, y se comportan como una especie de filtro que estructura el sentido que damos a las cosas y también actúan como elemento bloqueador en relación a las nuevas realidades o a ciertos problemas, restringiendo las capacidades de actuación y comprensión (Ponte, 1992; González, 1995; Blanco y Borrallho; 1999). Es decir, las concepciones matemáticas de los profesores determinan su elección de las actividades, del ambiente de aprendizaje generado, así como el discurso de su clase.

Existe una extensa producción bibliográfica sobre las concepciones, incluso en lo que respecta específicamente a la Educación Matemática como muestran las revisiones de García (1997) y Flores (1998) o los estudios de Thompson (1992), Mellado (1994), Carrillo (1996) y Gómez-Chacón (2000).

Esta investigación, paralelamente a la información que nos puede dar sobre las concepciones, nos suministra conocimientos de los recuerdos y de sus expectativas. Por tanto, conoceremos cómo creen van a desarrollar su trabajo de maestros en un futuro, sus conocimientos y sus problemas o dificultades respecto a la enseñanza-aprendizaje, que están condicionadas por la naturaleza de sus concepciones y las restricciones aso-

ciadas a éstas (Porlán; Azcárate.; Martín, R.; Martín J. y Rivero 1996). Posiblemente una de las deficiencias de los programas formativos es que se elaboran sin tener en cuenta las expectativas de los futuros maestros sobre la enseñanza-aprendizaje, que nos pueden mostrar las diferentes tendencias didácticas del grupo clase.

Todas las ideas desarrolladas anteriormente, las formulamos mediante un objetivo general:

Analizar los recuerdos y las expectativas de los estudiantes para maestro con el fin de poder extraer sus concepciones sobre la Geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje, las cuales desglosamos en una serie de objetivos específicos que son necesarios para llevar a cabo la investigación como:

- Realizar un estudio sobre las investigaciones referentes a las concepciones de los profesores, centrándonos principalmente en el estudio de las concepciones de los estudiantes para maestro y otro paralelo sobre la Didáctica de la Geometría en Primaria, analizando las propuestas curriculares y las investigaciones sobre su enseñanza-aprendizaje haciendo principal énfasis en las que incidan en nuestro tema de estudio.

- Describir y analizar los recuerdos y las expectativas de los estudiantes para maestro derivadas de su experiencia discente para poder obtener, describir y analizar sus concepciones sobre la Geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje.

Un último objetivo que no va a ser

desarrollado en este artículo por restricciones de brevedad pero que puede ser consultado en Barrantes (2002) ha sido:

-Construir un instrumento de medida que posibilite conocer los recuerdos, las expectativas y, sobre todo, las concepciones sobre la Geometría y su enseñanza-aprendizaje de cualquier grupo de formación inicial que no haya recibido instrucción sobre esta materia.

Este instrumento facilitará a los docentes de los centros de formación de maestros una información útil para conocer de una manera cómoda las concepciones de los estudiantes y modificarlas, cuando sea preciso, en un avance gradual y continuo, hacia una visión constructiva de su conocimiento profesional sobre la materia.

Marco teórico de la investigación

Dentro del marco más genérico en el que podemos centrar nuestra investigación que es la formación inicial de profesores de Primaria, hacemos en primer lugar una síntesis de las investigaciones relacionadas con nuestro objetivo principal, el estudio de las concepciones de los estudiantes sobre la Geometría y su enseñanza-aprendizaje.

Las distintas aportaciones teóricas las podemos dividir en cuatro enfoques distintos que comentamos a continuación.

Un primer enfoque sobre el perfil del estudiante para maestro desde un punto de vista actitudinal que nos hace saber

sus preferencias, deseos, insatisfacciones, etc., y conceptual que nos informa sobre sus conocimientos de la materia y su enseñanza-aprendizaje.

Un segundo enfoque teórico sobre los recuerdos, expectativas y concepciones de estudiantes para maestro en el que comenzamos dando significado a estos términos y analizamos el interés de las concepciones en la formación inicial de Matemáticas, en particular, en Geometría.

Para nosotros el término recuerdo es *"una producción de la memoria que conserva el sabor original de la representación del pasado, así como los detalles, los accidentes y la carga afectiva de acontecimiento."* (Enciclopedia de la Psicología y la Pedagogía, 1978, vol 7º, 107)

Los recuerdos que nosotros estudiamos se encuentran en la memoria a largo plazo que es el lugar en el que se almacena la información permanente. Aunque el recuerdo en contraposición al saber es una información mucho más pobre, es también organizada y limitada a lo importante.

El término expectativa aparece en el diccionario de la lengua española (R.A.E., 1992) como *"cualquier esperanza de conseguir una cosa, si se depara la oportunidad que se desea"*.

En nuestro caso esta definición genérica se traduce en una serie de ideas, actitudes, estrategias y posicionamientos sobre distintos aspectos implicados en la enseñanza-aprendizaje de la Geometría,

que el estudiante considera serán idóneos para realizar una buena enseñanza-aprendizaje en la escuela.

Por otra parte, con el vocablo concepción nos referimos, en términos de Thompson (1992), a una estructura mental de carácter general, que incluye:

"creencias, conceptos, significados, reglas, imágenes mentales y preferencias, conscientes o inconscientes" (Thompson, 1992, 132).

El enfoque de nuestro estudio también sigue las directrices más específicas sobre la idea de concepción que Carrillo (1996) y Contreras (1998) utilizan en sus trabajos de tesis:

"conjunto de creencias y posicionamientos que el investigador interpreta que posee el individuo, a partir del análisis de sus opiniones y respuestas a preguntas sobre su práctica." (Carrillo, 1996, 29).

Aunque en nuestro caso las opiniones y respuestas son sobre su experiencia discente y sus expectativas.

El tercer enfoque sienta las bases sobre los diferentes modelos de profesores en el aula. De los estudios reseñados destacamos la revisión exhaustiva que hacen Carrillo (1996) o Contreras (1999) en los que se exponen las características de las distintas tendencias: tradicional, tecnológicas, espontaneísta e investigativas. Las tendencias didácticas van a ser un pilar importante en nuestro marco de partida pues nos informan sobre las distintas formas de concebir la enseñanza-aprendizaje de la Geometría.

El cuarto y último enfoque aporta los conocimientos actuales sobre la enseñanza-aprendizaje de la Geometría en Primaria. Está orientado a revisar los trabajos más relevantes sobre la Didáctica de la Geometría en Primaria analizando las diferentes aportaciones sobre objetivos, contenidos, metodología, aprendizaje, actividades, evaluación y el papel actual del maestro y el alumno. El análisis de las distintas recomendaciones forman un cuerpo de aportaciones que tomamos como base para la construcción de las categorías que definirán los cuestionarios (Barrantes, 2002).

Metodología de la investigación

La base general metodológica ha sido los estudios exploratorios e interpretativos que se enmarcan en el paradigma cualitativo, pero que se completan con métodos cuantitativos.

En consecuencia, nuestro trabajo está basado en la complementariedad de ambas perspectivas, aún cuando somos conscientes de las dificultades que tal unión pueda plantear y, como indican Reichardt y Cook (1986), debemos ser cuidadosos tanto en la metodología como a la hora de plantear conclusiones.

Para realizar el análisis de los recuerdos y expectativas sobre la geometría en Primaria y su enseñanza-aprendizaje tomamos como marco referencial los estudios comentados en el apartado anterior.

En primer lugar seleccionamos los temas sobre los que íbamos a hacer el estudio, así surgieron las categorías.

Sistemas de categorías de concepciones

El estudio y la elección de las categorías ha llevado un proceso largo y el referente para su elección ha sido el estudio sobre la enseñanza-aprendizaje de la Geometría en Primaria. Las categorías finales sobre las que queríamos indagar las concepciones de los estudiantes son las que comentamos a continuación.

- La Geometría escolar y su enseñanza es una categoría genérica en la que se estudia la dificultad de la Geometría escolar con respecto a las otras partes de las Matemáticas del currículo escolar y la dificultad de su enseñanza-aprendizaje. También se trata la importancia, la motivación y el fin al que irían dirigidas sus clases de Geometría

- En el contenido escolar de Geometría pretendemos que los estudiantes expresen los contenidos que recuerdan y expliciten los temas que deben enseñarse en la escuela. Nuestro objetivo no es conocer con qué profundidad dominan los contenidos, sino que expliciten los contenidos que recuerdan y los que conciben como básicos en la enseñanza de la Geometría.

- En la categoría sobre la metodología en la Geometría escolar queremos obtener información sobre las tendencias metodológicas a priori de los estudiantes como grupo o como individuo.

- En otras categorías sobre los materiales, los recursos y las actividades en la Geometría escolar nos planteamos estudiar sus concepciones sobre la utiliza-

ción de los materiales y recursos explorando sus recuerdos relacionados con la Geometría e incidiendo en sus expectativas sobre la utilización de éstos.

- Igualmente en el aprendizaje en la Geometría escolar estudiamos sus concepciones sobre los tipos de aprendizajes, los agrupamientos y como los intereses de sus alumnos pueden influir en el aprendizaje.

- En las categorías sobre el papel del alumno y el del maestro trabajamos sobre el tipo de alumno que los estudiantes desean en sus futuras aulas. También estudiamos si tienen como expectativa desarrollar el mismo papel que sus maestros o hay variaciones en sus expectativas y concepciones.

- Por último, en la evaluación de la Geometría escolar estudiamos sus expectativas y concepciones sobre la evaluación en general, sobre la evaluación sumativa y formativa en Geometría así como los criterios de evaluación y el papel de ésta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Geometría.

Metodología para la obtención de los datos

Para la obtención de los datos hemos utilizado un método no interactivo, es decir dos cuestionarios y un método interactivo, los denominados grupos de discusión.

Los dos cuestionarios son preguntas abiertas sobre los recuerdos y expectativas, acerca de la Geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje que han sido ela-

boradas por el equipo investigador, supervisadas por otros profesores e investigadores y teniendo en cuenta las categorías anteriores.

Por ejemplo con respecto a la importancia de la Geometría se preguntaba :

- ¿Qué consideración crees debe darse a la Geometría dentro del currículo escolar?. ¿Por qué?

- Dentro del currículo escolar, ¿qué conceptos consideras más y menos importantes que la Geometría?. Enuméralos por orden de importancia.

Respecto a sus recuerdos y expectativas de enseñanza se preguntaba:

- Describe brevemente, ¿cuál era la metodología general utilizada por los maestros referente a la Geometría?.

- ¿Recuerdas algún método especial utilizado por algún maestro?. Descríbelo.

- ¿Cuál sería tu método general para enseñar la Geometría?. Indica los pasos a seguir.

El cuestionario completo se puede consultar en Barrantes (2002).

Una vez validados los cuestionarios se aplicaron a 39 estudiantes que comenzaban el 2º año de la especialidad de Primaria pues habíamos comprobado que los estudiantes de primer año cuando comienza el curso no son buenos informantes. Éstos no habían recibido instrucción sobre la Geometría ni su enseñanza-aprendizaje en la Facultad.

Los grupos de discusión son el segundo método utilizado y nos basamos en los trabajos de Gil (1992-93,1994) que los define como:

“Una técnica no directiva que tiene por fina-

lidad la producción controlada de un discurso por parte de un grupo de sujetos que son reunidos, durante un espacio de tiempo limitado, a fin de debatir sobre determinado tópico propuesto por el investigador.” (Gil, 1992-93, 201.)

Se caracterizan por establecer y facilitar un debate y no entrevistar al grupo. Además en el debate se produce un tipo de datos que difícilmente podría obtenerse por otros medios como sentimientos, deseos personales, pausas de silencios, risas, etc. que nos dan una información complementaria muy importante. Por otra parte, las opiniones no se construyen aisladamente sino en interacción con los otros estudiantes mediante la confrontación de sus puntos de vista lo que da más validez a los resultados.

Hicimos una selección de tres grupos homogéneos de cuatro estudiantes y se realizaron los debates sin tiempo límite (aunque duraban sobre una hora) un año después de aplicar los cuestionarios. Los datos fueron recogidos mediante una grabadora que inhibe menos en un grupo que a un sólo individuo .

Después de aplicar los cuestionarios se pasó al tratamiento inicial de la información recogida en los cuestionarios.

El instrumento básico para la obtención de datos es la Unidad de análisis, es decir, palabras o conjuntos de ellas procedentes de las respuestas, que tienen significado en relación a los objetivos de la investigación (Llinares y Sánchez, 1990)

A partir de ellas se elaboran las Ideas núcleo que son una serie de principios,

fundamentos o ideas básicas a través de las cuales apoyar y articular los sistemas conceptuales de los estudiantes para maestro y las Expectativas, descripciones de acciones docentes que serían deseable para conseguir una buena enseñanza de la Geometría.

Para reforzar y describir la conexión entre las ideas y las expectativas utilizamos las Razones, declaraciones verbales o argumentos, que pueden apoyar el establecimiento de las ideas y perspectivas o para describir su conexión.

La información obtenida en los cuestionarios fue utilizada para preparar los tópicos a trabajar con los grupos de discusión. Con éstos una vez seleccionados se realizaron las sesiones correspondientes y de los datos obtenidos se realizó también el análisis.

El estudio conjunto de las ideas núcleos y las expectativas, reforzadas por las razones, obtenidas en los cuestionarios y los grupos de discusión, nos daría información sobre las concepciones de los estudiantes.

Fases del análisis de los datos.

Para el análisis de los datos se siguieron los mismos pasos en los cuestionarios y en los grupos de discusión con la diferencia que en éstos teníamos también en cuenta la información verbal y la complementaria no verbal que actúa como auxiliar del lenguaje. Dichos pasos son los siguientes:

- Lectura de los textos para tener una impresión global y de conjunto de lo

acontecido en las reuniones. Al margen de los textos realizamos anotaciones basadas principalmente con su posible relación con alguna categoría, subcategoría o resultado de los cuestionarios.

- Realización de una segmentación en unidades de análisis que nos posibilitara la obtención de ideas núcleo, expectativas o las razones que justifican las afirmaciones de dichas ideas.

Las unidades de análisis sabemos que constituyen un fragmento de texto de unidad variable, dependiendo de la extensión con que se hable de la idea o expectativa implicada. En el caso de los grupos de discusión, dichas unidades de análisis pueden ser una oración o un conjunto de oraciones que no tienen porqué coincidir con las intervenciones individuales de los estudiantes. Una intervención puede constar de muchas unidades o una unidad puede estar formada por la intervención de varios sujetos. Debemos tener en cuenta que la información se considera como el resultado de un grupo, entendido éste no como la suma de individuos sino como un ente en sí mismo.

También en los grupos, la disposición de los datos, una vez realizada su reducción, nos permite llegar a conclusiones sobre los mismos analizando la presencia o ausencia de ideas en el curso del grupo, mediante la comparación entre grupos o el estudio de la homogeneidad intragrupo... Estas conclusiones vienen a reforzar, profundizar o contradecir la información obtenida en los cuestionarios.

Las dos informaciones (resultados de los cuestionarios y de los grupos de discusión) dieron lugar a un estudio conjunto de cada cuestionarios con los grupos de discusión. Un análisis conjunto posterior de todos los resultados dio lugar a que obtuviéramos las concepciones de los estudiantes verificándose de esta forma la hipótesis de nuestra investigación.

Mediante estos resultados se elaboró el instrumento de medida que una vez aplicado validó o refutó los resultados anteriores.

De esta manera se obtuvieron las conclusiones finales y las implicaciones. Un esquema general de los pasos seguidos podemos verlo en la figura 2.

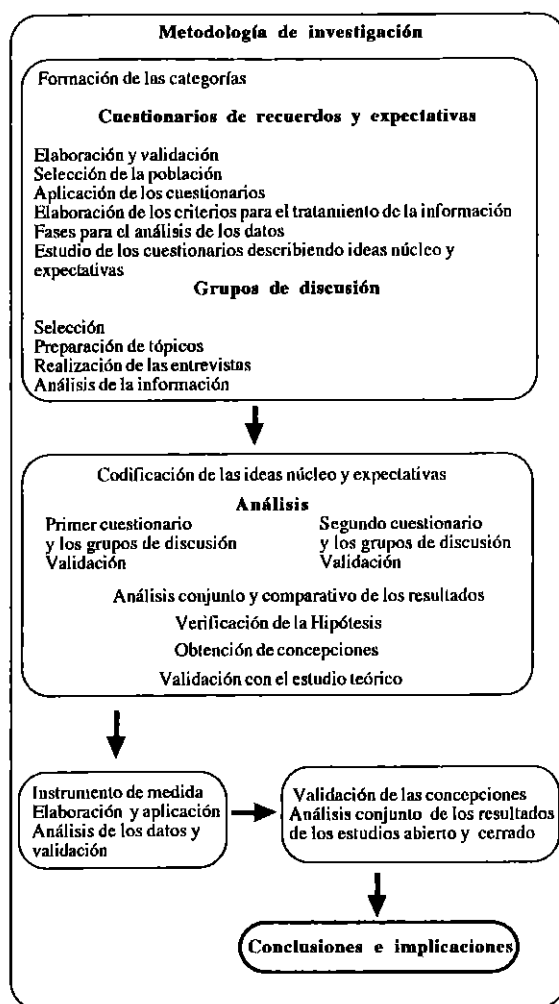


Figura 2. Metodología de la investigación.

Resultados

En general, nuestro estudio muestra tres grupos de estudiantes. Un primer grupo que, fruto de sus recuerdos, conciben la enseñanza de la Geometría de igual forma que sus maestros, es decir, son sus imitadores y están plenamente convencidos de su forma de enseñanza. Un segundo grupo que le cuesta desprenderse de sus recuerdos pero con una predisposición hacia el cambio de cultura; sus concepciones son de tendencia clásica con rasgos innovadores, sin llegar nunca a ideas plenamente constructivistas. Por último, un tercer grupo similar al anterior en ideas, pero que muestra abiertamente el rechazo a las tendencias de sus maestros.

Dependiendo de las distintas categorías y las distintas cuestiones que se tratan en el estudio, estos grupos fluctúan, aunque en la mayoría de las propuestas el grupo primero y tercero suelen ser más minoritarios. Es decir, la tendencia general sería estudiantes en los que sus recuerdos sobre la Geometría y su enseñanza-aprendizaje es el factor más importante que influye en sus concepciones, pero que no desean ser imitadores de sus maestros pues consideran que hay una cultura de enseñanza-aprendizaje distinta que puede ser aplicada, aunque apenas la conocen ni la han experimentado. Esto hace que sus recuerdos tengan más peso en sus concepciones.

Sobre la Geometría escolar

Los estudiantes conciben la Geometría como una materia difícil influidos por las condiciones desfavorables (poca dedicación, impartida al final del curso,...) en las que las aprendieron; algunos nunca la estudiaron. Es considerada como una materia difícil de enseñar en la escuela, justificada por el poco dominio que tienen los estudiantes sobre el contenido, metodología y actividades apropiadas y por la concepción de considerarla una materia complicada de comprender para la que se necesita una mayor capacidad de razonamiento.

Todo esto hace que los temas numéricos, que son a los que más tiempo dedicaba el maestro, sean considerados más asequibles y más importantes en el contexto de la enseñanza-aprendizaje. Así, en sus expectativas, estos temas son prioritarios y serán los temas que enseñen, si en los centros de formación no hay actuaciones adecuadas que sean capaces de modificar estas concepciones.

Para los estudiantes, la Geometría es una materia poco motivante, salvo cuando se estudian las figuras, porque son manipulables. El tema de la medida no lo consideran motivante pues lo conciben como un tema numérico.

Sobre los contenidos

Con respecto a los contenidos, observamos que los estudiantes tienen lagunas de conceptos de Geometría escolar; algunos no conocen ni el contenido básico. Los contenidos que, declaran, cono-

cen mejor son los relacionados con la Geometría plana y dentro de ésta, todos los relacionados con los triángulos. Han trabajado menos la Geometría espacial y apenas conocen los temas de isometrías.

De todos los contenidos, para los estudiantes, el tema de la medida es el más importante. Esta concepción está fundamentada por el carácter principalmente numérico de la enseñanza recibida y por la concepción de aplicabilidad de la Geometría en la resolución de problemas y en la vida ordinaria.

También la influencia de sus conocimientos les hace concebir que la Geometría plana es más fácil que la Geometría espacial, por tanto es más importante, y su enseñanza es prioritaria.

El desconocimiento de los contenidos sobre reflexiones, giros y traslaciones les hace olvidarse totalmente de estos contenidos en sus propuestas didácticas. Los pocos que los recuerdan tienen una concepción de que son contenidos de otras materias como dibujo o plástica, más que de Geometría.

Sobre la metodología

Los estudiantes conciben que se debe enseñar de la misma forma que las otras partes de las Matemáticas, salvo en el tema de las figuras que consideran que el alumno las tienen que manipular. Muestran una gran experiencia sobre metodologías de tendencia tradicional o tecnológica y una escasa o nula de las actuales tendencias constructivistas.

Así, las referencias metodológicas

específicas a la enseñanza-aprendizaje de la Geometría están extraídas de sus recuerdos. Cuando quieren mostrar ideas más innovadoras en sus expectativas, se fundamentan en las ideas teóricas adquiridas en las materias de Pedagogía o Psicología que cursan en la facultad, o en su propia creatividad.

Por otra parte, podemos observar que tienen conocimientos de programación generales pero no son capaces de aplicarlos a una materia específica, es decir, carecen de estrategias metodológicas concretas de aplicación a la Geometría.

Sobre materiales

Hay un acuerdo general en la conveniencia de utilizar materiales en la enseñanza de la Geometría. Su concepción de que la Geometría es abstracta les lleva a que los materiales ayudan a concretizar y que son motivantes.

La idea de que son motivantes la justifican en contraposición a que en las demás partes de las Matemáticas no se manejan. Los estudiantes recuerdan que únicamente en Geometría utilizaban materiales, por lo que conciben que, en un principio, son motivantes por sí mismos y no por las actividades que se pueden realizar con ellos.

Los materiales a los que se refieren son las figuras de madera y los instrumentos que utilizaban para dibujar, pues la mayoría no conocen otros materiales.

Los estudiantes recuerdan que la utilización de los materiales se hacía de una forma esporádica. La metodología y la

escasez de materiales hacía que apenas los vieran o los tocasen. Las actividades, con ellos, consistían en meras construcciones o dibujos sin ningún aprovechamiento didáctico posterior. Además, estas actividades no se planteaban desde la Geometría sino desde otras materias como Dibujo o Plástica. Esto hace concebir a los estudiantes que dichas actividades de construcción de cuerpos o de realización de dibujos geométricos no son actividades para aprender Geometría, sino propias de otras materias y, por tanto, la mayoría no las considera prioritarias en sus expectativas y ninguna otra en la que se utilicen materiales.

Sobre recursos

Igualmente ocurre con los recursos. La influencia de sus recuerdos hace que los estudiantes consideren la pizarra y el libro de texto como los recursos principales de enseñanza y aprendizaje de la Geometría. Aunque le dan importancia a la relación de la Geometría con la vida cotidiana, ignoran la utilización de otros recursos importantes como los medios audiovisuales, la historia y problemas históricos, la relación con las otras partes de las Matemáticas o la interdisciplinariedad. Los estudiantes tienen una fuerte experiencia en la utilización de la pizarra y el libro y por ello son los recursos de los que tienen más cosas que decir, a favor o en contra.

De la vida cotidiana, aunque la mayoría la tiene presente en sus expectativas, las actividades se reducen a conocer

las formas de algunos objetos y en resolver problemas del libro que hablan de aspectos cotidianos, sobre todo de medidas. Algunos estudiantes conciben esta relación como una actividad final y de refuerzo. En general es una relación artificial que es discordante con la concepción actual de partir de la realidad para llegar a la Geometría.

De los demás recursos apenas tienen experiencias y si las han tenido han sido de una forma circunstancial. Esto les hace concebir que las actividades derivadas de éstos no son realmente actividades importantes de enseñanza-aprendizaje de la Geometría. Los pocos que las incluyen en sus expectativas las consideran actividades esporádicas y sin significado, más bien actividades lúdicas.

Sobre actividades

En Geometría, la palabra actividad es, para los estudiantes, sinónimo de resolución de ejercicios y problemas tipo de fórmulas, no teniendo mucho interés por otra clase de actividades como el manejo de figuras o realización de dibujos, que son las que conocen.

Las actividades geométricas están directamente extraídas del libro de texto y suelen ser de estudio de elementos de las figuras, clasificación y sobre todo de medida. Éstas se conciben dentro de las limitaciones algebraicas, simbólicas y formales.

Con las mismas concepciones que sus maestros, los estudiantes derivan el estudio de la Geometría al mundo de la

medida y le dan poca consideración a los análisis y estudios basados en las figuras. Además, los problemas de Geometría son problemas que prácticamente se identifican con ejercicios, en los que toda la complicación consiste en saber la fórmula que hay que aplicar.

Sobre el aprendizaje

La importancia de la práctica, en el sentido dado anteriormente, queda también reflejada en sus concepciones sobre el aprendizaje. Los estudiantes conciben el aprendizaje basado principalmente en la explicación y la práctica. Para éstos, en general, los alumnos aprenden los conceptos geométricos mediante la explicación del maestro. Posteriormente, en las actividades, se observa que el alumno ha aprendido cuando es capaz de resolver los distintos ejercicios y problemas tipo que incluyen uno o varios conceptos.

La metodología clásica de la que proceden les hace considerar que hay dos aprendizajes distintos: por una parte, los conceptos geométricos, definiciones, propiedades, etc., lo que denominan "la teoría", y por otra, la resolución de cada uno de los tipos de problemas, que son necesarios aprender para superar la evaluación. Por supuesto, por las consecuencias que conlleva, este segundo aprendizaje es el más importante. Estas circunstancias hacen que los estudiantes no muestren una concepción más completa del aprendizaje en la que se dé una finalidad a dichos conceptos en diferentes situaciones problemáticas.

Por otra parte, se concibe que no es recomendable el aprendizaje memorístico y que primero debe ser la comprensión y después la memorización. El concepto de comprensión lo basan en las explicaciones que pretenden desarrollar, aunque, como hemos dicho, algunos consideran que se alcanza cuando se saben aplicar los contenidos en los ejercicios o problemas. Estas concepciones surgen como reacción contraria a sus experiencias, en las que el aprendizaje era básicamente memorístico.

Los estudiantes muestran también grandes carencias con respecto a las relaciones con el maestro o con los propios compañeros. Recuerdan que con el maestro se limitaban a preguntar y resolver las actividades en la pizarra. La resolución de actividades era principalmente individual, salvo algunas actividades de construcción de figuras que se hacían en grupo.

El recuerdo de estas experiencias genera en los estudiantes una dimensión afectiva de acercamiento a los alumnos que aparece en varias categorías. Así, algunos consideran que en el aprendizaje hay que tener en cuenta el interés, la participación o el esfuerzo del alumno. En sus expectativas, la mayoría estima más importante tener en cuenta los intereses de los alumnos que los conocimientos programados.

En la categoría del papel del alumno, también la mayoría opina que los alumnos deben participar en el diseño de actividades pero es el maestro quien marca las pautas. Un ejemplo claro de mezcla entre ideas tradicionales e innovadoras.

Sin embargo, a pesar de las restricciones, ésta es una dimensión importante pues acerca a los estudiantes hacia tendencias más actuales en la que el eje del aprendizaje es el alumno. Recordemos que la dimensión afectiva juega un papel importante en el currículo y en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que las primeras concepciones de los niños sobre la Geometría influyen de una manera más duradera que las que se adquieren a medida que se van haciendo más mayores.

En la manera de agrupar a los alumnos para que aprendan, los estudiantes no están muy de acuerdo con que trabajen individualmente, pero a pesar de los inconvenientes que declaran, tampoco creen que hay que desprenderse de esta forma de trabajar en el aula. La agrupación para el aprendizaje la conciben de una manera mixta, individual y en grupos pequeños, aunque en realidad dan más importancia al trabajo individual que en grupo.

Esta importancia esta motivada por la falta de experiencias de actividades en grupos y no porque consideren que el trabajo en grupo no sea adecuado. Los estudiantes, a pesar de su poca experiencia, coinciden en mayoría con varios autores en las distintas ventajas de trabajar en grupo.

Podemos observar como aparece el peso de las experiencias vividas sobre las expectativas razonables pero no experimentadas.

Sobre la evaluación

La evaluación es la categoría en la que los estudiantes muestran de una manera más acusada la influencia de sus recuerdos. El examen es el elemento más importante de la evaluación, por encima de las actividades en el aula o los aspectos actitudinales. Sin embargo, que sea considerado el elemento más importante no significa que sea el elemento que estimen más idóneo para realizar las evaluaciones de sus alumnos.

Los estudiantes afirman en sus expectativas que les gustaría que la evaluación se basara más en la observación del proceso de aprendizaje que en resultados de exámenes. La influencia de sus recuerdos les hace optar por una evaluación mixta en la que se tendrá en cuenta los dos aspectos. Al final y al realizar un análisis más completo de las ideas de los estudiantes, prevalece el examen sobre los demás elementos a considerar en la evaluación.

La concepción de cómo debe ser el examen no tiene modificaciones con respecto a sus recuerdos. Los estudiantes están plenamente convencidos de que los exámenes deben ser prácticos y los problemas idénticos a los hechos en clase pero con los datos cambiados. Sólo algunos estiman que pondrían algunas preguntas de teoría pero en menor proporción que problemas. Aparece una vez más la importancia de la práctica y de aprender a hacer los problemas frente al poco valor que tienen los conocimientos teóricos.

Así, en sus expectativas de evaluar, valorarán la aplicación mecánica de la práctica y como mucho medirán la capacidad del alumno de retener los contenidos a corto plazo. Es decir, la importancia que le dan a la práctica hace que evalúen el aprendizaje de los contenidos mediante ésta.

El estudio nos muestra cómo conciben que al cambiar los datos de los problemas del examen con respecto a los hechos en clase, el alumno debe comprender el problema y así evitarán su aprendizaje de memoria.

Estas concepciones sobre la evaluación y los criterios de evaluación nos muestran que ésta es la categoría en la que los estudiantes están más desinformados pues ni siquiera se ayudan de conocimientos didácticos teóricos para formular sus expectativas, posiblemente porque no los tienen.

Sobre el papel del maestro y el alumno

Las categorías papel del alumno y del maestro nos resumen un poco las tendencias de los estudiantes como grupo. Como dijimos al comienzo de este apartado, encontramos un grupo de estudiantes apegados a sus recuerdos y con las mismas concepciones que sus maestros respecto a la enseñanza de la Geometría.

Un segundo grupo, más numeroso, concibe el papel del alumno respecto a los contenidos, limitado a escuchar y copiar, pero respecto a las actividades y las relaciones conciben unos alumnos

más participativos y motivados. Estos estudiantes se basan en sus recuerdos y por tanto se fundamentan en la sobrevaloración de la atención a la vez que, como contrarreacción de esos recuerdos, conciben que el alumno es un elemento a considerar en la enseñanza-aprendizaje que puede incluso participar en el diseño didáctico de las actividades. Con respecto a su papel de maestro utilizarán más recursos y materiales pero desde su concepción de hacer más atractiva su explicación o exposición y siempre encaminado a establecer una relación más estrecha con el alumno.

Por último, hay un tercer grupo que rechaza de plano sus recuerdos y tienen unas expectativas innovadoras, en el sentido descrito anteriormente, pero su falta de experiencias y estrategias didácticas les hace exponer expectativas extraídas de su imaginación más que de un conocimiento didáctico.

Conclusión final

En la década de los setenta, el auge que supuso la Matemática moderna hizo que la Geometría, que hasta esos años había sido una materia importante, pasase a ser una materia escolar de segundo término, ocupando los últimos capítulos de los libros de texto a los que la mayoría de las veces el maestro no prestaba atención (Morales, 1990).

Esta circunstancia dio lugar a que los estudiantes para maestro llegaran a los centros de educación con un conocimiento casi nulo de la Geometría y sin

apenas referentes sobre su enseñanza-aprendizaje. La formación posterior que recibieron como estudiantes para maestro estaba más relacionada con otros temas, como el numérico, que con la Geometría y su enseñanza-aprendizaje (Sierra, 1987).

Actualmente estas circunstancias deberían haber cambiado, una vez desaparecida la teoría de conjuntos del currículo escolar y los años transcurrido desde las actuales propuestas curriculares. Sin embargo, nuestro estudio nos muestra, a pesar de los esfuerzos de los investigadores por presentar nuevos métodos, recursos o materiales sobre enseñanza de la Geometría, que muchos estudiantes siguen llegando a las facultades con las mismas experiencias, falta de conocimientos y concepciones sobre la Geometría y su enseñanza que hace unos años, lo que indica que se sigue enseñando igual que antes de tales reformas.

Podemos observar cómo las experiencias clásicas vividas hacen que no tengan vivencias sobre cómo aprender de una forma constructiva mediante la acción, que no utilicen otros materiales y recursos distintos a las tradicionales. Su falta de estrategias metodológicas y de experiencias les hace concebir que la preparación de actividades de relación de la Geometría con las otras Matemáti-

cas, con la vida ordinaria o con otras materias, es dificultoso y depende de la imaginación del maestro más que de una buena preparación. Es decir, sus concepciones están lejos de la utilización de diferentes materiales y recursos y de la realización de actividades orientadas a que los alumnos comprendan la Geometría, dándole sentido en sí misma, mediante la resolución de problemas en la línea de las orientaciones actuales.

Debemos tener en cuenta, también, que los que fueron maestros de los estudiantes actuales pueden pertenecer a la generación donde la Geometría, tanto a nivel escolar como de formación, era poco considerada o directamente ignorada.

Esta conclusión refuerza las conclusiones de Godino (2000) y Velázquez (2000) que señalan la falta de enlace entre la investigación que se está desarrollando y la aplicación práctica de mejora de enseñanza de las Matemáticas.

Sin embargo, no significa que no se pueda hacer nada para que esta situación cambie, sino al contrario, nuestro trabajo ha sido realizado con el propósito de mejorar esta circunstancia, pero partiendo de la reforma en la formación inicial de maestros a un nivel práctico como uno de los pilares claves en los que nos debemos sustentar.



Notas

- 1- El término escolar se refiere a la enseñanza Primaria.
- 2- Como nuestro trabajo esta dirigido a *los estudiantes para maestro*, este término aparece en múltiples ocasiones, por lo que abreviaremos diciendo solamente *estudiantes*. Es decir, cuando nos refiramos a los estudiantes, en todos los casos estaremos hablando de los estudiantes en formación inicial de maestros.

El término *profesor* lo utilizaremos para englobar a los profesores de Primaria y Secundaria, especificando de *Primaria o de Secundaria* cuando los queramos diferenciar.

En algunas ocasiones *los profesores* se refiere a los formadores de los estudiantes en los centros de Educación, en este caso se aclarará el término convenientemente para no confundirlo con las acepciones anteriores.

El término *alumno* será utilizado para los alumnos de Primaria o Secundaria indistintamente, especificándose, en cada caso, su diferenciación cuando sea necesario.

Referencias bibliográficas

- Barrantes, M. (2002). *Recuerdos, expectativas y concepciones de los estudiantes para maestro sobre la Geometría escolar y su enseñanza-aprendizaje*. Tesis doctoral c.d-rom. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura. Cáceres.
- Blanco, L.J. y Borrallho, A. (1999). Aportaciones a la formación del profesorado desde la investigación en Educación Matemática. En Contreras, L.C. y Climent, N. (eds.) (1999): *La formación de profesores de Matemáticas. Estado de la cuestión y líneas de actuación..* (131, 174). Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- Carbonero, A.; Crespo, M.T.; Martín, L.J.; Ortega, O. y Sánchez, I. (1996). Satisfacción personal y académica de los futuros profesores. *Rvta. Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26, 153-161.
- Carrillo, J. (1996). *Modos de resolver problemas y concepciones sobre la Matemática y su enseñanza de profesores de Matemáticas de alumnos de más de 14 años. Algunas aportaciones a la metodología de la investigación y estudio de posibles relaciones*. Tesis doctoral inédita. Dpto. Didáctica de las Ciencias, Universidad de Sevilla.
- Carrillo, J. (2000). La formación del profesorado para el aprendizaje de las Matemáticas. *UNO*, 24, 79-91.
- Contreras, L.C. (1998): *Resolución de problemas. Un análisis exploratorio de las concepciones de los profesores acerca de su papel en el aula*. Dpto. de Didáctica de las Ciencias y Filosofía. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.

- Contreras, L.C. (1999): *Concepciones de los profesores sobre la resolución de problemas*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- Enciclopedia de la Psicología y la Pedagogía (1978). (Versión española a cargo de Alonso-Fernández, F. y Cornejo, C.A.). Madrid: Ed. Sedmay- Lidis.
- Fernandes, D. (1995). A perspectiva biográfica e a formação inicial de professores de Matemática: Reflexões a partir de quatro casos. En Blanco, L.J. y Mellado, V. (coord.): *La Formación del Profesorado de Ciencias y Matemáticas en España y Portugal*. (99-122). Badajoz: Ed. Dpto Dca. C. Ex. y de las Matemáticas.
- Fiol, M.L. y De La Torre, E. (2000). Geometría saber en acción. En Corral, C. y Zurbano, E. (coord.): *IV Simposio de Propuestas Metodológicas en la Formación Inicial de los Profesores del Área de Didáctica de las Matemáticas*. (255-263). Dpto. de Estadística, Investigación Operativa y Dca.de la Matemática de la Universidad de Oviedo.
- Flores, P. (1998). *Concepciones y creencias de los futuros profesores sobre las Matemáticas, su enseñanza y aprendizaje*. Granada: Ed. Comares.
- Foss, D.H. y Kleinsasser, R.C. (1996). Preservice elementary teacher views of pedagogical and mathematical content knowledge. *Teaching and teacher Education*, 4 (12), 429-442.
- García, Mª.M. (1997). *Conocimiento profesional del profesor de Matemáticas. Conocimiento de función como objeto de enseñanza-aprendizaje*. GIEM. Universidad de Sevilla.
- Gil, J. (1992-93). La metodología de investigación mediante grupos de discusión. *Enseñanza*, vol. X-XI, 199-212.
- Gil, J. (1994). El análisis de los datos obtenidos en la investigación mediante grupos de discusión. *Enseñanza*, vol. XII, 183-199.
- Godino, J.D. (2000). La consolidación de la Educación Matemática como disciplina científica. *Números*, 43-44, 347-350.
- Gómez-Chacón, I. Mª. (2000). *Matemática emocional. Los afectos en el aprendizaje matemático*. Madrid: Ed. Narcea.
- González, M. (1995). Perspectivas del alumnado de Magisterio sobre su formación y su aprendizaje como docente. *Revista Española de Pedagogía*, 200, 23-43.
- Huerta, M.P. (1997). Didáctica de la Geometría en la formación de maestros. En Blanco, L.J. y Cruz, Mª.C. (coords.): *Aportaciones al Currículum en la Formación Inicial de los Profesores de Primaria en el Área de Matemáticas*. (93-121). ICE de la Universidad de León.
- Luengo, R. (1999): Una panorámica sobre la Educación Matemática en España. *Suma*, 31, 37-50.
- Llinares, S. (1992). Aprender a enseñar Matemáticas. Conocimiento de contenido pedagógico y entornos de aprendizaje. En Montero, L. y Vez, J. M. (eds): *Las Didácticas específicas en la formación del profesorado (I)*. (377-407). Santiago de Compostela: Ed. Tórculo.

- Llinares, S. y Sánchez, M^a.V. (1990). Las creencias epistemológicas sobre la naturaleza de la Matemáticas y su enseñanza y el proceso de llegar a ser un profesor. *Enseñanza*, 8, 165-180.
- Marcelo, C. (1994). *Formación del profesorado para el cambio educativo*. Barcelona: PPU, S.A.
- M.E.C. (1992). *Educación Primaria. Área de Matemáticas*. Madrid: M.E.C.
- Mellado, V. (1994). *Análisis del conocimiento didáctico del contenido en profesores de Ciencias de Primaria y Secundaria en formación inicial*. Tesis Doctoral. Universidad de Sevilla.
- Morales, A. (1990). Algunas consideraciones sobre la enseñanza de la Geometría elemental. *El Guiniguada*, 1, 57-66.
- N.C.T.M. (1989). *Curriculum and Evaluation standards for school mathematics*. N.C.T.M. Reston, Virginia. (Versión castellana: *Estandares curriculares y de evaluación para la educación matemática*. Sevilla: Sociedad Andaluza de Educación Matemática "Thales")
- N.C.T.M. (1991). *Professional standards for teaching Mathematics*. N.C.T.M. Virginia: Reston.
- Ponte, J.P. (1992). Concepções dos Professores de Matemática e Processos de Formação. En Brow, M.; Fernandes, D.; Matos, J.F. y Ponte, J.P. (eds): *Educação Matemática*, (185-239). Instituto de Inovação Educacional: Lisboa.
- Porlán, R.; Azcárate, P.; Martín, R.; Martín, J. y Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*. 29, 23-38.
- R.A.E. (1992): *Diccionario de la Lengua Española*. 20^a edición. Madrid: R.A.E.
- Reichardt, CH y Cook, T. (1986). Hacia una superación del enfrentamiento entre los métodos cualitativos y los cuantitativos, En Cook, T. y Reichardt, Ch. (eds). *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación educativa*. (25-58). Madrid: Morata.
- Sánchez, V. (1995). La formación de los profesores y las Matemáticas. Algunas implicaciones prácticas de la investigaciones teóricas. *Revista de Educación*, 306, 397-426.
- Sierra, M. (1987). El currículo de Matemáticas y su Didáctica en las Escuelas Universitarias de Formación del Profesorado de EGB. *Studia Pedagógica*, 19, 101-114.
- Thompson, A.G. (1992). 'Teachers' beliefs and conceptions: A synthesis of the research. En Grouws, D.A. (ed.): *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. (127-146). Nueva York: MacMillan.
- Velázquez, F. (2000). De la instrucción Matemática a la educación Matemática. *Números*, 43-44, 129-134.