

Quadrante

Revista Teórica e de Investigação

Volume 8 — 1999

Directora: Maria de Lurdes Serrazina

Directoras Adjuntas: Hélia Oliveira, Joana Porfírio

Conselho Editorial: Ana Boavida, Escola Superior de Educação de Setúbal; Domingos Fernandes, Universidade de Aveiro; Hélia Oliveira, Universidade de Lisboa; Henrique Guimarães, Universidade de Lisboa; Isolina Oliveira, Escola Básica 2,3 Damião de Gois; Joana Porfírio, Escola Superior de Educação de Setúbal; João Filipe Matos, Universidade de Lisboa; João Pedro Ponte, Universidade de Lisboa; Luís Rico, Universidade de Granada; Manuel Saraiva, Universidade da Beira Interior; Maria Cecília Monteiro, Escola Superior de Educação de Lisboa; Maria de Lurdes Serrazina, Escola Superior de Educação de Lisboa; Maria Leonor Santos, Universidade de Lisboa; Paulo Abrantes, Universidade de Lisboa; Roberto Baldino, UNESP, Brasil.

Conselho Consultivo: Ana Benavente, Instituto de Ciências Sociais; Ana Paula Canavaro, Universidade de Évora; António Borralho, Universidade de Évora; Augusto Franco de Oliveira, Universidade de Évora; Beatriz D'Ambrosio, IUPUI, EUA; Cândida Moreira, Universidade do Porto; Dario Fiorentini, UNICAMP, Brasil; Guida de Abreu, University of Luton, Inglaterra; Jaime Carvalho e Silva, Universidade de Coimbra; Jeremy Kilpatrick, University of Georgia, EUA; Juan Díaz Godino, Escuela Universitaria del Profesorado, Granada, Espanha; Julio Mosquera, CENAMEC, Venezuela; Leandro Almeida, Universidade do Minho; Maria Conceição Almeida, Universidade do Minho; Maria José Costa, Escola Secundária Augusto Gomes; Mário Ceia, Escola Superior de Educação de Portalegre; Michèle Artigue, Université Paris VII, França; Paula Teixeira, Escola Secundária da Amadora; Paulus Gerdes, Instituto Superior Pedagógico, Moçambique; Peter Gates, University of Nottingham, Inglaterra; Rafael Nuñez, Institute of Cognitive Studies, EUA; Rómulo Campos Lins, UNESP, Brasil; Susana Carreira, Universidade Nova de Lisboa; Teresa Ambrósio, Universidade Nova de Lisboa.

Propriedade: Associação de Professores de Matemática

Periodicidade: Semestral

Correspondência: Associação de Professores de Matemática, Escola Superior de Educação de Lisboa, R. Carolina Michaelis de Vasconcelos, 1500 LISBOA

Endereço electrónico: apm@telepac.pt

Página URL: www.apm.pt

Data de publicação: Julho de 2000

Tiragem: 1000 exemplares

Secretariado: António Pita Roque

Impressão: GRAFIS, Coop. de Artes Gráficas, CRL

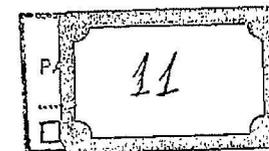
ISSN: 0872-3915

Depósito Legal: 98253/96

Preço normal: 2.200\$00. *Preço para sócios da APM e da SPCE:* 1.800\$00

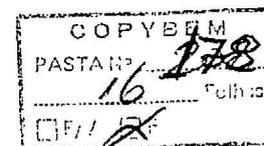
(nos termos do protocolo entre as duas organizações)

Vivires



Quadrante

Revista Teórica e de Investigação



Volume 8, 1999

- Stein, M., Baxter, J. y Leinhardt, G. (1990). Subject-matter knowledge and elementary instruction: A case from functions and graphing. *American Educational Journal*, 27(4), 639-663.
- Steinbring, H. (1997). Epistemological investigation of classroom interaction in elementary mathematics teaching. *Educational studies in Mathematics*, 32, 49-92.
- Stodolsky, S.S. (1988). *The Subject matters. Classroom activity in Math and Social Studies*. Chicago and London: The University of Chicago Press.
- Voigt (1985). Patterns and routines in Classroom interaction. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 6(1), 69-118.
- Voigt, J. (1994). Negotiation of Mathematical meaning and learning mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 26, 275-298.
- Wood, T. (1995). An Emerging Practice of Teaching. En Cobb & Bauersfeld (Eds.), *Mathematical Meaning: Interaction in classroom cultures* (pp. 203-227). NY: Lawrence Erlbaum Associates.

Isabel Escudero e Victoria Sánchez, Departamento de Didáctica de las Matemáticas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Sevilla, España. Endereço electrónico: mvsanche@cica.es

RESUMO. Este artigo é parte de uma investigação sobre a relação entre o conhecimento profissional e as práticas de ensino de professores de Matemática do ensino secundário, quando eles ensinam tópicos específicos de Matemática, no nosso caso, semelhança. Em particular, neste artigo descrevemos e caracterizamos a estrutura de um segmento duma apresentação de um professor (introdução da razão entre volumes de figuras semelhantes), como o conteúdo matemático está organizado nas acções que formam a estrutura deste segmento, e as relações entre a organização das acções/contéudo e as justificações dadas pelo professor. Os resultados mostram as regularidades nas práticas do professor e a diversidade dos aspectos relacionados com os diferentes domínios do conhecimento profissional que estão envolvidos nas acções que configuram um processo de ensino

Palabras clave: Conocimiento profesional, Práctica profesional, Profesores de Matemáticas de secundaria, Semejanza.

ABSTRACT. This is part of a research study about the relationship between professional knowledge and teaching practice for secondary school Mathematics teachers, when they teach specific mathematical topics, in our case, similarity. In particular, here we are going to describe and characterize the structure of a teacher's presentation segment (introduction of the ratio of volumes for similar figures), how the mathematical content is organized in the actions which shape the structure of this segment, and the relationships between actions/content organization and the justifications given by the teacher. The results show the regularities in the teacher practice, and the diversity of aspects related to the different domains of professional knowledge that are involved in the actions that configure a teaching episode.

Key words: Professional knowledge, Practice, Secondary mathematics teachers, similarity.

El conocimiento profesional: Naturaleza, fuentes, organización y desarrollo¹

Pilar Azcárate Goded
Universidad de Cádiz

La formación de profesores como foco de investigación

En estos últimos años estamos presenciando un importante proceso de cambio curricular en gran parte de los sistemas educativos de los diferentes países, cambios que afectan profundamente a la Educación Obligatoria en relación con todos los elementos que la configuran pero, especialmente, en cuanto a la concepción del currículo y en cuanto al perfil del profesor. El que desarrolla el currículo en el aula es el profesor, sus ideas, principios, concepciones y conocimientos caracterizan su acción en el aula.

Este énfasis en el papel del profesor como agente de todo cambio curricular, ha provocado que la formación de profesores constituya en estos momentos un campo de creciente interés entre los profesionales de las Ciencias de la Educación y del mundo de la Educación Matemática, en particular. El desarrollo profesional de los profesores de matemáticas se puede considerar, por tanto, como un importante foco de actuación y de investigación entre los educadores matemáticos, que puede ser abordado desde variados enfoques y con diferentes objetivos.

En el grupo Desarrollo Profesional del Docente y desde el trabajo desarrollado en el Proyecto Curricular "Investigación y Renovación Escolar" (IRES), pretendemos participar e incidir en los procesos de transformación de la escuela y de los profesores desde la articulación de tres perspectivas básicas, complementarias y convergentes: una visión evolutiva y constructiva del conocimiento; una visión sistémica y compleja de las ideas e interacciones y una visión crítica de la educación que nos

permita la vinculación con los problemas relevantes de nuestro entorno desde posiciones no hegemónicas, tanto desde el punto de vista personal, como social y ambiental. Estas ideas constituyen y actúan como referente teórico y, desde él, formulamos nuestras formas de entender el desarrollo profesional y el conocimiento profesional. Los análisis y reflexiones que presentamos están centradas más en los aspectos de carácter epistemológico y didáctico, sin entrar a la discusión de otros muchos que inciden directamente sobre la elaboración del conocimiento profesional como son los políticos, sociales, laborales, etc. Somos conscientes que nuestra visión es parcial, pero ello no supone la ignorancia o no valoración de los otros supuestos, sino que desde la posición de formadores de profesores dentro de un ámbito disciplinar concreto hemos tomado la decisión de enfocar nuestro trabajo de investigación hacia las dimensiones más relacionadas con la intervención en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. Los demás aspectos, si bien están implícitos en nuestro trabajo y en el referente desde el que diseñamos e investigamos, no son objeto de reflexión ni de tratamiento directo en nuestras propuestas formativas (Azcarate, 1995; Azcarate, 1998; Azcarate y Cardeñoso, 1998; Azcarate, Martín y Porlán, 1998; Porlán, 1993; Porlán y col., 1996; Porlán y Rivero, 1998).

Desde el marco teórico indicado defendemos la idea de que los profesores aprenden a través de la investigación sobre problemas surgidos en la acción y relevantes para su práctica profesional; estableciendo relaciones entre sus conocimientos, principios, creencias, rutinas y esquemas de acción, facilitan su integración y, en consecuencia, su desarrollo profesional. Como apuntaremos en el apartado siguiente, el conocimiento profesional se configura desde múltiples dimensiones relacionadas; sin embargo, nuestro interés, como docentes e investigadores en el ámbito de la Educación Matemática, se dirige especialmente a la elaboración de la dimensión didáctico-matemático del conocimiento del profesor de Primaria y Secundaria, sin olvidar nunca la necesaria interacción con las dimensiones más globales del conocimiento profesional.

A lo largo de las últimas décadas, la formación de profesores, su desarrollo profesional, su conocimiento, las estrategias para facilitar su elaboración y la propia estructura curricular de los programas formativos, ha sido objeto de estudio por la comunidad de educadores matemáticos. Para tener una visión general del camino recorrido en este campo de investigación, son significativas las revisiones realizadas por Brown, Cooney y Jones (1990), Borko y Brown, (1992), Sánchez (1993) o, más recientemente, Grouws y Schultz (1996); estudios que presentan una síntesis y clasificación interesante sobre las diferentes investigaciones realizadas en este ámbito, siempre desde la perspectiva de la Educación Matemática. En las

recopilaciones presentadas por Biehler y col. (1994) y por Aichele y Coxford (1994) encontramos una serie de artículos relacionados con este tema que también nos aportan una información significativa.

No obstante, las investigaciones sobre el desarrollo profesional del profesor de matemáticas en su conjunto, no reflejan aún un marco teórico único y coherente. Seguimos en un periodo donde prevalecen las investigaciones puntuales y de muy diverso rango, que no terminan de reflejar una visión comprensiva y más o menos global sobre el conocimiento del profesor de matemáticas y su desarrollo (Grouws y Schultz, 1996). Así, encontramos investigaciones centradas en el análisis del desarrollo profesional del profesor de matemáticas y sus condiciones contextuales; es decir, su proceso de socialización, donde tiene un papel relevante la articulación de la información procedente de las fuentes de naturaleza fenomenológica y su interacción con el entorno, especialmente a través de sus propias experiencias educativas. Otro gran grupo están dirigidas al estudio de las concepciones de los profesores sobre la matemática, su aprendizaje y su enseñanza y la influencia de éstas en sus intervenciones en el aula y, un tercer grupo, que se focaliza en el estudio del conocimiento profesional. Dentro de este tercer grupo, podemos diferenciar dos tipos de investigaciones: aquellas que nos aportan información sobre la estructura y organización del conocimiento profesional y aquellas que nos informan sobre su proceso de elaboración.

Gran parte de las investigaciones y trabajos realizados o dirigidos por mí y por el grupo de profesores e investigadores con los que habitualmente trabajo se puede situar fundamentalmente en esta última línea referenciada. Las reflexiones y propuestas expuesta a continuación son producto de la elaboración conjunta del grupo, de la reflexión, contraste y crítica de nuestro trabajo docente e investigador y configuran nuestra propia opción, en relación con la caracterización del saber profesional y su elaboración.

Sobre el conocimiento profesional: Su naturaleza y fuentes

Muchas de las propuestas y argumentaciones realizadas en torno al saber profesional se centran en analizar y determinar, en la medida de lo posible, sus "contenidos" o "componentes"; sin embargo, progresivamente se va detectando que ése no es el foco del problema, el debate debe ir más reorientándose hacia el estudio de la naturaleza de dicho conocimiento, su origen, sus fuentes, su organización y sobre todo sus procesos de génesis y elaboración.

La naturaleza práctica del conocimiento profesional

Desde la reflexión y análisis de las diferentes informaciones recogidas en las últimas compilaciones y su contraste con nuestros propios datos, entendemos que el conocimiento que poseen los profesores es algo complejo que integra o, "mezcla" en algunos casos, un conjunto de conocimientos útiles para su práctica profesional; al que Bromme (1988) denomina *conocimiento profesional de los profesores*. Ése conjunto constituye *el sistema de ideas y conocimientos* sobre el que se apoya su profesionalidad docente y que se activa y se elabora durante su propia intervención práctica. Dada la complejidad de las situaciones en las que se desarrollan los procesos de enseñanza/aprendizaje, este conocimiento es multiconceptual, multiprocedimental y transdisciplinar; es una composición peculiar de conocimientos teóricos y prácticos con una estructuración compleja elaborada a través de un largo proceso de formación, en el que ocupa un lugar significativo la información procedente de la experiencia profesional.

Desde esta perspectiva más global, para aproximarnos a que tipo de información necesitan los profesores para afrontar de forma flexible y versátil, las diferentes situaciones y momentos escolares con los que se ha de enfrentar en su vida profesional, es imprescindible incorporar una perspectiva didáctica a la hora de formular y caracterizar la naturaleza y dimensiones del conocimiento profesional; una visión que supere la dicotomía, generalmente planteada, entre el saber académico y el saber experiencial o empírico.

El énfasis a la hora de promover el desarrollo profesional de los profesores no puede estar focalizado en un conjunto de informaciones de carácter teórico, su adecuada comprensión y elaboración pero, tampoco en el aprendizaje profesional desde la experiencia directa. El saber profesional ha de ser un conocimiento genuino y en la medida que la enseñanza es una actividad práctica, el conocimiento profesional es un conocimiento práctico que debe permitir abordar los problemas que surgen en la enseñanza. Por ello, el saber profesional no puede ser identificable con ninguna disciplina, ni es producto del conocimiento experiencial o cotidiano, ni refleja simplemente una ideología; es una síntesis singular de toda esa información que, como ya indicaban autores como Elbaz (1983) o Feiman-Nemser y Folden (1986) hace más de una década, debe estar organizado desde su propia finalidad: orientar y guiar la práctica de la enseñanza.

Es precisamente la interacción entre informaciones de muy diferente naturaleza la que permite la transformación de la lógica disciplinar en la lógica didáctica y permite situar al conocimiento profesional en un plano epistemológico intermedio entre el saber académico (naturaleza teórica) y el saber experiencial (naturaleza empírica), constituyéndose en un saber de naturaleza práctica, integrador de otros

muchos conocimientos, que se caracteriza por la elaboración de unas "teorías prácticas" que son las que orientan y dirigen su acción. Es lo que, en nuestros trabajos de investigación, denominamos como un *saber práctico profesional*, un saber para la acción reflexiva, autónoma y crítica. Con este término, "nos referimos, por tanto, a un saber mediador entre la teoría y la acción, que reformula críticamente saberes, de naturaleza epistemológica diferente, a la luz de los problemas específicos de la profesión" (Porlán y col., 1996: 25). Aquí, la idea de práctica no la utilizamos en el sentido de simple actuación, de un saber-hacer irreflexivo o inconsciente, sino en el de *praxis*, es decir, en el de una acción fundamentada y transformadora. Estos saberes prácticos son siempre producto de la reflexión crítica, estableciendo conexiones significativas entre los saberes más académicos y los empíricos, produciendo reconstrucciones vinculadas específicamente al campo de la enseñanza.

Fuentes del conocimiento profesional

La elaboración de este conocimiento, de naturaleza eminentemente "práctica", implica la elaboración de unas "teorías prácticas" que suponen la interacción e integración gradual y parcial de aspectos ideológicos, científicos y cotidianos etc., útiles para resolver aquellos problemas que le son propios. Por ello, si bien como ya hemos apuntado, el conocimiento profesional no puede ser identificable con el saber puramente académico, ni reducido al conocimiento de carácter experiencial, no es menos cierto que necesita de todos ellos y que es, "la fusión de conocimientos procedentes de las diferentes fuentes un hecho peculiar del conocimiento profesional que lo diferencia del conocimiento ya codificado de las disciplinas" (Bromme, 1994: 75). Desde la perspectiva epistemológica en que nos situamos, consideramos como fuentes fundamentales del conocimiento práctico profesional (Figura 1) las de carácter metadisciplinar, las disciplinares y las fenomenológicas (la experiencia).

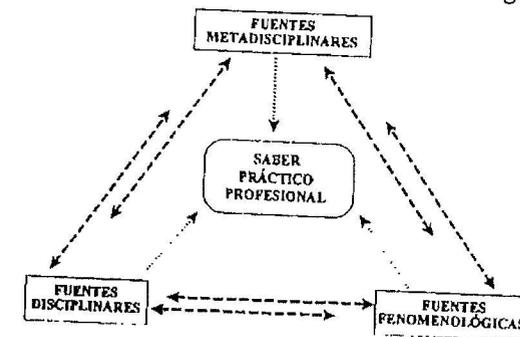


Figura 1. Fuentes del conocimiento práctico profesional.

Cuando hablamos de *informaciones o saberes de orden metadisciplinar*, nos referimos a aquellas teorías generales o grandes cosmovisiones (ideológicas, epistemológicas, ontológicas), que nos aportan una visión global de todos los conocimientos, un marco desde el que valorarlos en relación con la propia práctica y que, además, permiten su análisis crítico (Rozada, 1996). La reflexión e interacción con las informaciones procedentes de estas fuentes permiten a los profesores elaborar su propia cosmovisión educativa. De hecho, toda decisión adoptada por el profesor refleja unas determinadas formas de entender el conocimiento, sus relaciones y su elaboración y promueve unas determinadas concepciones ideológicas y unos determinados valores que constituyen, consciente o inconscientemente, su marco global de referencia.

En el mismo sentido, cuando hablamos de *fuentes fenomenológicas*, nos referimos a todas aquellas informaciones que facilita la interacción directa y cotidiana con la práctica y con los distintos momentos de su actividad como docente, que tienen su origen en la época vivida como discente y se van configurando a lo largo de toda su vida profesional. En relación con ellas, podemos diferenciar distintos tipos de conocimientos en función del nivel de integración de la información: desde un nivel inicial que refleja el uso de los saberes más rutinarios que permiten organizar la acción inmediata o el dominio de determinadas técnicas y procedimientos didácticos, hasta ciertos conocimientos curriculares que constituyen el conjunto de ideas e hipótesis que ponen en juego los profesores en el diseño y desarrollo del currículo. También es necesario tener en cuenta aquellos principios y creencias que poseen los profesores acerca de los diferentes aspectos implicados en su práctica profesional. Todos ellos constituyen aspectos determinantes del saber más empírico del profesor y que procede fundamentalmente de su experiencia profesional en el más amplio sentido.

Con relación a los *saberes que proviene de las diferentes fuentes disciplinares*, es necesario considerar todas aquellas disciplinas que aportan informaciones significativas sobre los diferentes elementos y variables que interviene en los procesos educativos, como las relacionadas con el aprendizaje, con los contenidos o con la enseñanza. Informaciones que deben ser sometidas a un proceso de transformación e integración desde la perspectiva de los problemas prácticos profesionales (Bromme, 1988). En esta línea, es necesario la articulación de las informaciones procedentes de áreas como Psicología de la Educación, Sociología, Didáctica General, Teoría Curricular, etc., que permiten obtener una visión más global de los aspectos relacionados tanto con los alumnos y su aprendizaje como con la enseñanza y el contexto donde se desarrolla.

Por otro lado y como parte fundamental de las fuentes disciplinares, están aquellas

que tienen relación directa con el conocimiento de la materia a enseñar, en nuestro caso las Matemáticas. Que si bien, constituyen sólo una de las muchas vertientes que configuran el conocimiento práctico profesional, es de especial relevancia para nuestro papel como educadores matemáticos. Es evidente que no nos referimos a un dominio formal de la materia en sí misma, sino a un conocimiento articulado, flexible y crítico dirigido a facilitar su enseñanza (Hoyle y Jhon, 1995); es decir, un saber sobre las Matemáticas articulado desde su finalidad: ser enseñada. En otras palabras, nos referimos a lo que desde nuestro grupo reconocemos como un conocimiento profesionalizado del contenido matemático (Martín del Pozo, 1994; Azcárate, 1995), del que la Didáctica de la Matemática es una fuente fundamental de información (Boero, Dapuerto y Parenti, 1996; Cardeñoso y Azcárate, 1997).

La elaboración de estos tres subsistemas de ideas es interdependiente (Figura 2), estableciéndose una relación dialéctica entre ellos y determinadas conexiones entre los saberes metadisciplinares y los disciplinares y entre estos y los empíricos o experienciales, no siempre de forma consciente, que configuran las diferentes dimensiones o vertientes del saber práctico profesional del profesor.

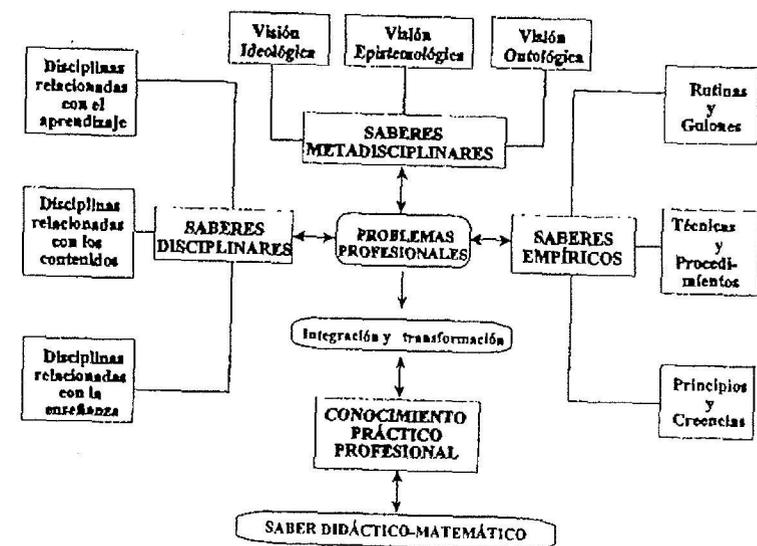


Figura 2. Relaciones entre las fuentes y el conocimiento práctico profesional.

Retomando la idea indicada al principio y reiterada a lo largo del este escrito, nuestro interés, como docentes e investigadores, en el ámbito de la Educación

Matemática se focaliza en una de las dimensiones básicas para el profesor de matemáticas, transversal a éstos subsistemas, la constituida por la dimensión didáctico-matemático de su conocimiento profesional. Ésta se nutre de todas las fuentes indicadas y se caracteriza por su peculiar finalidad, el diseño y desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje del conocimiento matemático.

Organización y dimensiones del conocimiento práctico profesional de índole didáctico-matemático

Como acabamos de indicar, el análisis de los resultados de gran parte de las investigaciones y de nuestro propio trabajo como investigadores, nos han permitido ir reconociendo el conocimiento profesional como un saber mucho más complejo que aquel ligado exclusivamente al dominio de unos contenidos concretos.

Un saber organizado en torno a problemas de la práctica

El tratamiento del conocimiento escolar matemático en el aula debe ser algo más que una mera simplificación del conocimiento matemático formal. Al tener fines y objetivos distintos que la propia Matemática, necesita de otras formas diferentes de aprender; formas vinculadas más al contexto y a problemas de su entorno, que a problemas matemáticos con principio y fin en las propias matemáticas. Ello implica que el profesor debe entender y conocer su objeto de enseñanza, las Matemáticas, de forma diferente al de una adaptación del conocimiento formal al contexto, de hecho necesita de un conocimiento de índole didáctico-matemático cuya estructura y naturaleza dista mucho de la que presenta el propio conocimiento formal matemático. Un saber complejo, integrado por algo más que un adecuado conocimiento de la materia y organizado no bajo una lógica disciplinar ni como una mera acumulación de experiencias, sino en torno a la reflexión e interacción con problemas relevantes que surgen desde la propia enseñanza de las matemáticas.

Para abordar dichos problemas, debe disponer de un conjunto de informaciones más complejas que un adecuado conocimiento de la materia como son, las finalidades de su enseñanza, su influencia en el desarrollo personal y social del alumno, la comprensión del aprendizaje de los niños, sus ideas, su evolución y sus dificultades, la propia fenomenología didáctica de las Matemáticas en relación con su entorno sociocultural, las prácticas y rutinas desarrolladas en diferentes contextos y toda una serie de conocimientos y capacidades que le permitan manejar el aula y los elementos que en ella interaccionan.

Esta diversidad de informaciones adquieren sentido cuando se organizan para dar respuesta a los problemas que los profesores tienen en su práctica cotidiana. Gran parte de estos problemas prácticos, en el caso de la Educación Matemática, giran en torno al diseño y desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje del conocimiento matemático. Ello implica que la organización de su conocimiento práctico debe responder al intento de dar respuesta a aquellos problemas que son relevantes para su actividad profesional (cómo organizar un aula para facilitar la interacción, qué situaciones proponer, qué contenidos seleccionar y por qué, cómo organizar una determinada secuencia de actividades, qué recursos utilizar y por qué, etc.), y que los problemas se convierten en objeto de estudio para el saber profesional.

Por ello, la organización y elaboración del conocimiento profesional está vinculada a los problemas prácticos, en dos sentidos, como origen y como finalidad. La existencia de dichos problemas, la reflexión sobre ellos y sus posibles respuestas son el origen de un proceso de desarrollo profesional que facilita la integración de múltiples informaciones, proceso cuya principal finalidad es dotar al profesor de matemáticas de un saber organizado y adecuado para tomar decisiones y dar respuesta a dichos problemas prácticos.

El nivel de integración y elaboración de dichas informaciones se puede configurar en diferentes niveles de concreción. En un nivel más meta, el tratamiento de la información y las reflexiones que desde ellas emergen permite la elaboración del marco general desde el que se establecen y dan sentido los diferentes conocimientos; ideas que se reflejan, en un nivel más sintético, la organización de un conjunto de relaciones que se establecen entre los diferentes problemas relevante y que configuran lo que reconocemos como el modelo didáctico del profesor y que dan sentido a las diferentes decisiones curriculares y en un último nivel de organización, más cercano a los intereses de los profesores en contextos específicos, nos encontramos el conjunto de problemas que venimos señalando y que se articulan en torno a lo que denominamos Ámbitos de Investigación Profesional. Como ejemplos de problemas eje de algunos posibles ámbitos de investigación podemos señalar:

- ¿Qué finalidades educativas debe tener la enseñanza de las matemáticas en el nivel de educación obligatoria, común para todos los estudiantes?
- ¿Qué sabemos los profesores sobre diferentes tópicos del currículo de los alumnos?
- ¿Qué saben nuestros alumnos sobre un determinado tópico matemático?
- ¿Qué es y cómo se organiza el conocimiento escolar matemático?
- ¿Cómo favorecer la evolución significativa y relevante de las concepciones de los alumnos en relación con el conocimiento de las matemáticas?

- ¿ Cómo regular el proceso de enseñanza/aprendizaje matemático en el contexto singular y complejo del aula?
- ¿ Cómo diseñar una unidad didáctica? ¿ qué elementos hay que considerar? ¿ qué relación existe entre ellos?

Estos problemas y otros muchos de la misma naturaleza son seleccionados por su potencialidad formativa y sobre ellos trabajamos en los procesos de formación, diseñando diferentes estrategias formativas y diferentes planes de actividades, según la naturaleza del problema (algunos ejemplos de dichas estrategias, diseñadas y realizadas por distintos miembros del grupo se puede ver en: AAVV, 1999).

Cualquier problema que surja de la interacción práctica está relacionado con algunos de estos ámbitos y desde el se puede iniciar un proceso de reflexión. El estudio e investigación en torno a la red de problemas y subproblemas que configuran un ámbito permite, como indicábamos líneas anteriores, la elaboración y organización del saber del docente.

Dimensiones del saber didáctico-matemático

Una cierta concreción de lo expuesto implica que, para poder desarrollar su labor, el educador matemático necesita un conocimiento que le dote de autonomía intelectual para valorar críticamente las propuestas oficiales y tomar sus propias decisiones. Es necesario, por tanto, proporcionar a los profesores herramientas conceptuales y procedimentales bien construidas y funcionalmente potentes con las que disponer de marcos de referencia adecuados para el desempeño de su labor. Los profesores de matemáticas, cuando inician su labor con un grupo específico de alumnos necesitan tomar una serie de decisiones que se concretan mediante criterios para seleccionar, secuenciar y organizar unos determinados contenidos y actividades y unas formas de regular el proceso de enseñanza/aprendizaje; la elaboración de estos criterios necesita de unos referentes teóricos que les permitan actuar de forma coherente y argumentada y dar respuestas adecuadas a los problemas que surjan en la práctica.

El conocimiento práctico profesional, en lo relativo a su vertiente didáctico matemática, debe integrar diferentes informaciones que orienten a los profesores a la hora de pensar sobre los contenidos matemáticos y su enseñanza y que permitan organizar el currículo desde otras perspectivas que la simplemente disciplinar. Estas informaciones deben provenir de variadas fuentes, pertenecientes a los tres subsistemas señalados en el apartado anterior, como pueden ser la Historia y Filosofía de las Matemáticas, el Aprendizaje Matemático, la Fenomenología Didáctica, el Análisis Didáctico de los contenidos curriculares, etc.; por citar sólo las más relacionadas con

el propio conocimiento didáctico-matemático que nos pueden aportar informaciones de muy diversa naturaleza, pero significativas para pensar sobre la problemática asociada al diseño y desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje del conocimiento matemático.

Nos referimos, por ejemplo, a datos sobre: la historia de los conocimientos matemáticos específicos, claves y dificultades de su evolución; los tipos de conocimientos: conceptuales, procedimentales y actitudinales, sistemas de representación, procesos de modelizaciones, carácter cultural y social de los conocimientos matemáticos; al análisis de las situaciones y problemas socio-ambientales con los que se relacionan los diferentes tópicos matemáticos y su potencialidad didáctica; las peculiaridades del aprendizaje en los diferentes campos del conocimiento matemático, sus dificultades, el papel del error; los principios, procedimientos, materiales y recursos útiles y adecuados para la enseñanza de las matemáticas; el proceso de observación y valoración de la enseñanza y del aprendizaje; los fundamentos y dimensiones del currículo de matemáticas, análisis de la estructura del diseño curricular.

Esta diversidad de informaciones adquieren sentido cuando interaccionan, se organizan y se integran para dar respuestas a los problemas y situaciones que los profesores de matemáticas deben afrontar en su práctica cotidiana, relacionadas en gran medida con el diseño y desarrollo de los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. La interacción, reflexión y contraste de dichas informaciones, incide en la elaboración de las que reconocemos como las tres dimensiones básicas (Figura 3), que no únicas, de un *conocimiento práctico profesional* en su vertiente didáctico matemático (Calderhead, 1988; Fennema y Loef, 1992; Azcárate, 1996) que permiten la elaboración de criterios y argumentaciones para la intervención docente:

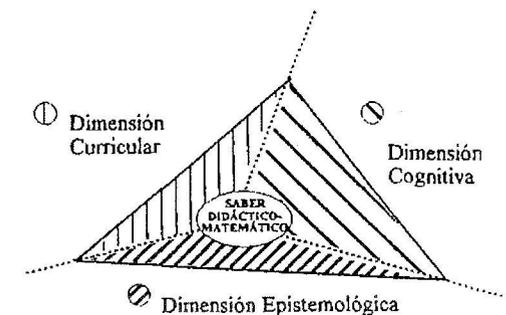


Figura 3. Dimensiones del saber didáctico-matemático.

• Dimensión que articula la información procedente del *referente epistemológico*, que constituye el significado que el conocimiento matemático escolar tiene para el profesor y su posible contraste con otras interpretaciones. Está fundamentalmente relacionada con la determinación de contenidos, facilitando datos sobre las diferentes situaciones que provocaron la elaboración de los distintos conocimientos matemáticos, su vinculación con situaciones, épocas y problemas concretos y las dificultades y errores a los que se enfrentaron, así como sobre aquellas representaciones y modelos asociados a cada temática. Por otro lado también está vinculada a la metodología en el sentido de aportar información sobre la secuencia y relación de los diversos tipos de representaciones y modelos. En las finalidades debe quedar claro que clase de representaciones y modelizaciones es adecuada manejar en cada nivel y momento del proceso. Las relaciones y estructuras del conocimiento permite diseñar situaciones donde la actividad a desarrollar sea compleja y no lineal y que permita visualizar las relaciones entre los conocimientos de los diferentes campos matemáticos.

• Dimensión relacionada con el *referente cognitivo*, desde ella adquieren sentido los procesos de aprendizaje de los alumnos, su desarrollo, sus dificultades, las actividades y tareas idóneas para su aprendizaje, etc. Su información nos permite proporcionar un cierto esquema de secuenciación y tratamiento de los contenidos, nos marca las dificultades en el aprendizaje que debemos considerar y abordar y los obstáculos que hay que superar. También nos informa sobre las situaciones adecuadas que pueden provocar conflictos para superar las ideas previas, los tipos de actividades con las que podemos trabajar y una expectativa de la implicación e intereses de los alumnos, además, da pistas sobre la regulación y evaluación del proceso.

• Dimensión relacionada con la elaboración de informaciones de *referentes curriculares*, implicadas en la línea de acción a desarrollar en el aula para tratar el conocimiento matemático y con el contexto en que esta inmerso. De ellas podemos extraer criterios para organizar los contenidos en torno a problemáticas cercanas al alumno, seleccionar situaciones para presentar los diferentes contenidos en el aula y valorar los contextos donde los significados han sido elaborados, planificar actividades para abordar los problemas suscitados y diseñar las estrategias y procedimientos metodológicos, los recursos y soportes materiales con los que presentar los conocimientos matemáticos en cada nivel educativo.

El proceso de elaboración de estos marcos teóricos o dimensiones del saber didáctico-matemático en contextos de resolución de problemas profesionales, constituye un espacio de reflexión significativo para mostrar la complejidad de los

procesos de enseñanza y elaboración del conocimiento matemático, los criterios para abordar y regular esa complejidad y la posibilidad de realizar un análisis didáctico de cada uno de los temas o tópicos del currículo matemático de su aprendizaje y de su enseñanza en determinados contextos socioculturales, facilitándonos un conjunto de indicadores sobre las diversas informaciones necesarias para un adecuado desarrollo del currículum en cada nivel:

• Así las informaciones que configuran la dimensión epistemológica informa sobre la *evolución histórica del campo* o tópico en concreto y los posibles obstáculos para su elaboración. Las diferentes *modelizaciones y representaciones* que pueden ser utilizadas, analizando los diferentes contextos en los que se presenta cada conocimiento, sus usos y significados y su relación con los aspectos visuales y simbólicos del conocimiento matemático. Informa también, sobre la *estructura y relaciones* de cada uno de los aspectos tratados, analizando los hechos, conceptos, procedimientos y estrategias vinculados con cada ámbito del conocimiento matemático, sus posibles relaciones y su posible función como conocimiento estructurante de otros conocimientos. Y, por último, aporta datos sobre los problemas asociados a los diferentes tópicos y sus posibles usos en la sociedad, lo cual facilita una visión de la matemática no como "un edificio de productos teóricos sino también como un área de actividad y procesos que incluye presentación, exploración, investigación, creación y resolución de problemas" (Niss, 1994).

• La dimensión cognitiva o del aprendizaje, informa sobre los *errores y dificultades* usualmente detectados en la comprensión de los contenidos matemáticos, en procesos generales o en lo referente a ámbitos concretos, así como los problemas y obstáculos que se pueden plantear en el aprendizaje de los diferentes tópicos matemáticos. Permite, también, una aproximación global a los *procesos de aprendizaje matemático*, su secuenciación y posible organización. Informaciones que facilitan, a su vez, un acercamiento a las características cognitivas de cada aspecto del currículo. Y, por último los datos que desde el se manejan permiten *conocer al niño*, sus peculiaridades y sus formas de entender el mundo que les rodea.

• La dimensión curricular en relación directa con su enseñanza, debe aportar información sobre la conexión de los diferentes campos matemáticos con el entorno del niño, la *fenomenología* y semiótica de los conocimientos implicados en los diferentes procesos. Su conexión con los fenómenos y hechos del entorno, su relación con las prácticas sociales, las posibles aplicaciones prácticas en otros campos del saber, las situaciones en las que se presentan y emplean los diferentes conocimientos matemáticos constituyen una información

vital para su presentación y tratamiento en el aula. También nos aporta información sobre la diversidad de *recursos* que se pueden emplear en la enseñanza de cada tópico en distintas situaciones, tanto al nivel de estrategias y procedimientos metodológicos, como en el ámbito de materiales de diversa naturaleza que facilitan una enseñanza más dinámica y acorde con el mundo actual.

Estos indicadores, resaltados en el texto, pueden, por tanto, ser considerados desde la perspectiva curricular escolar, como organizadores del currículo matemático en los diferentes niveles educativos (Rico, 1997) y se convierten a su vez, no sólo en la principal fuente de información para la elaboración del saber del profesor de matemáticas, sino en instrumentos concretos para su actividad profesional y para la tarea de diseño y desarrollo del currículo matemático. Constituyen una parte fundamental de su conocimiento práctico profesional al facilitar la elaboración de criterios suficientemente argumentados para la selección y organización de los diferentes elementos curriculares (objetivos, contenidos, actividades, evaluación, etc.).

En definitiva, podemos concluir que el conocimiento profesional debe ser algo más que la yuxtaposición de saberes, es un conocimiento eminentemente práctico, de carácter integrador y profesionalizado. El profesor ha de tener una formación y conocimientos adecuados para controlar y gestionar la complejidad de relaciones que se presentan en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Pero, aún conformando una imagen de como está organizado el conocimiento del profesor de matemáticas y de cual serían sus fuentes de informaciones fundamentales, nos enfrentamos a otro nuevo dilema, decisivo en todo proceso de desarrollo profesional y sobre el que aún se ha investigado muy poco: *su evolución*. Cómo elaboran su conocimiento profesional los profesores y futuros profesores, vinculado a qué contextos, a qué situaciones, a través de qué procedimientos, estrategias o claves.

Dinámica y elaboración del conocimiento práctico profesional

Si las informaciones anteriores nos ido han permitiendo conformar las diferentes dimensiones del conocimiento profesional y sus fuentes fundamentales de información, tanto desde la perspectiva más global como focalizando en su vertiente didáctico-matemático, el punto clave se encuentra ahora en su aspecto dinámico. Es decir, cuales son las claves de elaboración de dicho conocimiento y cuales son las estrategias y situaciones que le permitan ir evolucionando desde un conocimiento compartimentado y de diferentes orígenes hacia un conocimiento integrado cuyo

sentido de integración esté definido por su finalidad: la enseñanza de las matemáticas.

No parece oportuno considerar que el núcleo de dicho proceso, de naturaleza profesional, sea la discusión sobre la comprensión conceptual de los tópicos escolares, al menos no en sí misma, sino dentro de procesos relacionados con la resolución de problemas curriculares que den sentido a esa discusión. Desde las perspectivas actuales sobre la cognición de los sujetos se indica como las ideas matemáticas no tienen entidad propia fuera del contexto en que se utilizan y adquieren significado en las mentes de los alumnos al ser aplicadas en diferentes situaciones, problemas y actividades interesantes para ellos. Lo mismo podría decirse de las ideas profesionales relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

Si admitimos que el conocimiento elaborado por un profesor es un conocimiento generado en un contexto concreto y a través de unas determinadas actividades y que, por tanto, el conocimiento es producto de la propia actividad, tiene sentido que las estrategias formativas estén relacionadas con la actividad que han de desarrollar como profesionales y con los niveles de desarrollo profesional del propio profesor.

Puede pensarse que un instrumento idóneo sería poner a los profesores y futuros profesores ante entornos de aprendizaje matemático idóneos que puedan generar nuevas ideas sobre la propia matemática. De hecho, hay autores que proponen que para que los profesores enseñen matemáticas por comprensión, ellos deben convertirse en aprendices matemáticos (Schifter y Fosnot, 1993). Sin embargo, esperar que ellos lo transfieran directamente a su acción educativa es muy arriesgado, ya que, en el fondo, el objeto del proceso vivido siempre sería una mayor comprensión de las matemáticas, no problemas prácticos relacionados con su labor docente. Sin renunciar a la necesidad de que los profesores y futuros profesores accedan a nuevas formas de conocer y hacer matemáticas, es necesario hacer notar que lo aprendido en un contexto (de aprendizaje) no es fácilmente transferido a otro (de enseñanza) y un mayor dominio conceptual no tiene por que implicar un mayor dominio del proceso de enseñanza. Dicho en otras palabras, si queremos que los profesores vean en las matemáticas escolares un objeto de enseñanza y no un campo de conocimiento ya elaborado del que sólo han de conocer como enseñarlo de la forma más simple y directa, es necesario hacerles llegar a descubrir los problemas inmersos en la enseñanza de dicho conocimiento, sus significados, sus representaciones y sus prácticas, siempre en relación directa con la actividad docente.

La idiosincrasia del saber profesional es su necesidad de ser integrado en relación con problemas reales del proceso de enseñanza y aprendizaje; es decir, se integra en función de su objetivo: dar respuestas a problemas educativos. Nuestra forma de

entender la elaboración del conocimiento profesional se puede deducir de lo expuesto en los apartados anteriores y parte del supuesto básico de que, dicho conocimiento se construye en interacción directa con los problemas prácticos profesionales a los que se enfrenta el profesor en su actividad cotidiana, como un proceso continuo de resolución de problemas (Lester y otros, 1994).

A través de diferentes procesos formativos y a lo largo de toda su vida profesional, el docente va elaborando un saber profesional cada vez más complejo que refleja progresivamente un mayor nivel de formulación, que evoluciona desde un nivel simplificador, estático y acrítico muy cercano a lo que el sentido común entiende como "profesor" de algo, hacia configuraciones alternativas de carácter constructivo, crítico y con una fuerte componente investigativa.

Con estas últimas consideraciones podemos disponer de una cierta visión sobre las condiciones de organización y elaboración del conocimiento profesional, en general, y más específicamente del saber didáctico-matemático, que nos permita diseñar y configurar determinadas estrategias formativas (entendemos como estrategia formativa, el diseño de un proceso de intervención con profesores en cualquier nivel y contexto), adecuadas para el desarrollo de los conocimientos profesionales genuinos de la actividad docente. Dichas estrategias se conforman desde unas consideraciones y principios formativos generales que deberán ser adaptados al contexto y peculiaridades de cada estrategia formativa concreta.

Principios formativos generales

Antes de exponer cuales serían las consideraciones y principios desde las estrategias formativas diseñamos y desarrollamos, creo que es necesario indicar que nuestras propuestas están dirigidas a ámbitos profesionales determinados: bien nosotros mismos como grupo, a la hora de investigar en formación inicial; bien compañeros cercanos que quieren trabajar con nuestro grupo, a la hora de investigar en formación permanente. Por tanto no intentamos acceder a cualquier docente en general, sino a grupos determinados con características específicas. Una de estas características es la atención a equipos de profesores innovadores que intentan modificar su intervención en el aula y que están en condiciones de realizar procesos de experimentación y transformación curricular. El por qué de esta decisión tiene que ver con la búsqueda de un trabajo continuado con el equipo de profesores, no esporádico asociado a "cursos" o momentos puntuales, que permita una graduación y calidad del proceso formativo.

Desde esta perspectiva, al analizar las investigaciones realizadas en el ámbito de los programas formativos, observamos como hay una serie de aspectos que es

necesario considerar, pues influyen directamente en el éxito o fracaso de su desarrollo. Así, por ejemplo, Ernest (1996) pone de manifiesto, la importancia de considerar, al mismo nivel, los aspectos metodológicos que los de contenido en los programas de formación, en la línea de lo que hemos denominado el *isoformismo entre el modelo didáctico y la estrategia de formación*, considerado como uno de nuestro principios de actuación. En la literatura no existen muchos datos sobre procesos de investigación desarrollados en este ámbito, aunque sí diferentes propuestas de programas de formación y algunas descripciones de su desarrollo (Vacc y Bright, 1994; Grouws y Schultz, 1996). En el análisis de las propuestas metodológicas podemos diferenciar dos niveles. Un primer nivel que se refiere a los procedimientos metodológicos concretos a través de los cuales se pone al profesor en situación de desarrollar un pensamiento/conocimiento didáctico-matemático. En segundo término, está la propia estructura en la que se integran dichos procedimientos, el sentido que adquieren y las relaciones que se establecen entre ellos. Esta estructura es la que realmente refleja la concepción que sustenta un programa formativo y que debe ser coherente con los principios que promueve. Lo cual implica que no todo el conocimiento que se trata en un proceso de formación tiene forma proposicional y, en la mayoría de las ocasiones es el contenido proposicional el que más influencia tiene en el sistema de ideas de los profesores.

Otros autores como Brown y Borke (1992) ponen el énfasis en que los profesores construyen su conocimiento y destrezas profesionales al mismo tiempo, implicándose en la planificación y en la puesta en práctica de la enseñanza; es decir, cuando se pretende que una persona adquiera unas competencias profesionales, es necesario crear situaciones de aprendizaje adecuadas y coherentes con su finalidad. Idea que también se puede extender a los estudiantes-profesores, en el sentido de que, "*los programas de formación deben ayudar a los futuros profesores a ver su práctica cotidiana como problemática y a razonar con forma nuevas acerca de la instrucción matemática*". En este sentido los ámbitos de investigación profesional pretenden ser organizadores de la problemática curricular por un lado y problemas potentes para promover el desarrollo profesional. De tal forma que no impliquen sólo un trabajo con problemas desde sus mismas ideas y cerrado en sí mismo, sino que a través de procesos de toma de conciencia, del contraste con otras informaciones e ideas y analizando aportaciones de diferente naturaleza se pueden ir articulando progresivamente respuestas cada más complejas a dichos problemas. Esta idea supone la consideración de la necesaria y adecuada *interrelación teoría-práctica* en todo proceso formativo, como un segundo principio formativo.

Por otro lado, es necesario considerar que en la práctica habitual, muchas de las ideas desde las que actúan los profesores son de carácter tácito, lo cual las hace difícil

de evidenciar. La formación recibida en las etapas escolares, la fuerza de la tradición y la hegemonía de ciertos estereotipos sociales son, entre otros, el origen de gran parte de las concepciones de los profesores sobre las matemáticas, su enseñanza y su aprendizaje (se enseña explicando verbalmente clara y ordenadamente; se aprende escuchando y memorizando; las matemáticas son un conocimiento verdadero y universal; etc.). Ideas que, en muchos casos, se convierten en claros obstáculos epistemológicos sobre los que es necesario incidir de forma intencionada en el proceso formativo (Thompson, 1992). Hay una fuerte relación entre las concepciones y las prácticas, en el sentido de que, éstas son generadoras de experiencias que determinan maneras concretas de conceptualizar la realidad y aquellas, aportan formas diversas de hacer y comprender y facilitan el tomar decisiones en el aula (Ponte, 1992). En general, las concepciones tienden a reproducir el comportamiento docente que han asimilado miméticamente como discente o que ha sido eficaz en su experiencia profesional, sin reflexionar el por qué y el para qué de su actuación profesional.

Por ello, y dado su origen inconsciente, las creencias que los sujetos tienen sobre la matemática y su proceso de enseñanza/aprendizaje están fuertemente enraizadas en sus formas de pensar y sólo se modifican tras una intervención significativa (Cooney, 1994). Lo cual implica que en toda estrategia formativa se debe considerar como información fundamental y como punto de partida imprescindible, las ideas y concepciones de los profesores. Éstas constituyen el conocimiento que debe ser sacado a la luz, debatido, contrastado y mejorado y ello sólo es posible a través del trabajo, el contraste y reflexión con otras personas, miembros de un equipo, formadores, investigadores, etc. Es necesario enfrentarlos con situaciones educativas relevantes y significativas que posibiliten la puesta en cuestión de dichas concepciones y que impliquen la resolución de problemas en los que se facilite la confrontación de ideas, conjeturas, informaciones y soluciones.

El proceso de llegar a ser profesor se realiza a través de la interacción dialéctica entre las condiciones contextuales y las diferentes informaciones aportadas, dicha interacción siempre está filtrada por las concepciones del sujeto, ya que, a través de ellas, percibe e interpreta las distintas informaciones y el entorno en que está inmerso. Como indican Goldsmith y Schifter (1997), la evolución del profesional de la docencia sólo es posible a través de la interacción dialéctica entre creencias, conocimientos y prácticas. En conclusión, *conocer las concepciones, ideas y prácticas de los profesores es una pieza clave para el formador a la hora de diseñar y desarrollar procesos de formación* cuyo objetivo sea la construcción de un conocimiento profesional significativo sobre la Educación Matemática.

En esta línea, pretende ir la estrategia formativa que presentamos a continuación,

su diseño es de carácter general, dirigido a profesores de matemática en activo; es decir, a formación permanente, pero sin considerar niveles educativos ni condiciones contextuales concretas. No intenta reflejar un proceso concreto sino un referente para diseñar intervenciones en el marco de la formación de profesores (diseños concretos pueden analizarse en los estudios de caso recogidos en AAVV (1998), en torno a la formación inicial). La propuesta presentada es un marco en el que se pueden enmarcar diferentes procesos formativos cada uno con su peculiaridad y se pueden concretar para cualquier problema que surja desde el tratamiento de los distintos contenidos matemáticos del currículo escolar, según los intereses de los profesores. Las actividades y problemas presentados son simplemente un referente que se puede adaptar a la formulación realizada por el grupo de profesores implicado en el proceso. Para trabajar sobre los supuestos problemas formulados, indicamos una serie de actividades para reflexionar con los profesores en torno a sus concepciones sobre los contenidos matemáticos y su proceso de enseñanza y de aprendizaje en los diferentes momentos metodológicos y una serie de instrumentos necesarios para su desarrollo

Presentación de una estrategia formativa

La finalidad del proceso diseñado sería facilitar la evolución de las ideas y prácticas del equipo de profesores implicados, utilizando como objeto de estudio el ámbito de investigación profesional relacionado con el diseño y experimentación de unidades didácticas orientadas a su puesta en práctica en el aula. El proceso investigativo que conlleva abordar este ámbito de investigación es de peculiar significado para el profesor en ejercicio ya que en su desarrollo están implicados gran parte de los ámbitos señalados en apartados anteriores. Entendemos que es un ámbito complejo y que como tal puede ser abordado desde muchos puntos de partida y desde la formulación de múltiples problemas prácticos relacionados con la acción educativa. Problemas que siempre estarán relacionados con las cuatro grandes problemáticas recogidas en la Figura 4 y que se pueden concretar en formulaciones variadas en función de los intereses concretos del equipo de profesores.

El problema global de partida para el proceso formativo será, por tanto, un problema relacionado con el diseño de una unidad didáctica o proyecto de trabajo para el aula en torno a un tópico matemático previamente elegido, que como decíamos, se puede concretar en infinidad de formulaciones. En cualquier caso el principal problema al que nos enfrentamos es llegar a establecer una selección argumentada de situaciones, contenidos y actividades cuya finalidad es su desarrollo

en el aula y su posterior análisis.

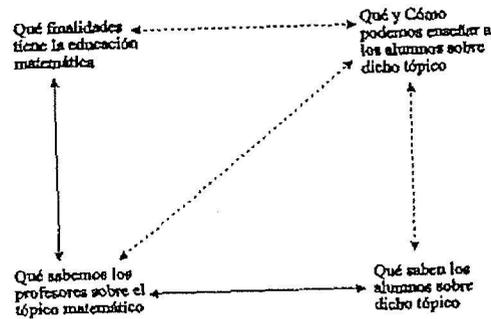


Figura 4. Núcleos de problemas asociados al ámbito.

Como ya indicamos, entendemos que una propuesta de esta naturaleza es de especial relevancia para profesores en activo y su desarrollo supone un complejo proceso de estudio que, según los intereses del equipo de profesores, se puede orientar hacia una u otra problemática o núcleo de problemas, implícito en todo diseño argumentado.

Porejemplo, nuestra experiencia como formadores nos dice que cuando trabajamos con grupos de profesores de Primaria los problemas que inicialmente se formulan, en su mayoría están relacionados con la problemática metodológica. Desde ella van surgiendo los diferentes problemas asociados y las diferentes decisiones. Sin embargo, si la propuesta es desarrollada con grupos de profesores de Secundaria, el problema de partida suele estar relacionado con el análisis de los contenidos matemáticos. En cualquier caso, con mayor o menor énfasis, en cada proceso formativo concreto desarrollado en torno a este ámbito, se van tocando todos los aspectos implicados en la intervención: contenidos, actividades, recursos, regulación, etc..

El trabajo que gira en torno al diseño y experimentación curricular, desde una perspectiva formal, implica afrontar y resolver un gran conjunto de informaciones y problemáticas de muy diferente rango, como:

- Disponer de un marco teórico de referencia donde encuadrar el diseño.
- Formular posibles situaciones relevantes para los alumnos y significativas en el contexto escolar que puedan ser abordadas y resueltas desde el desarrollo del tópico concreto que se quiere trabajar. Su posterior limitación permite facilitar la implicación del alumno en el proceso, al determinar aquellos aspectos que quiere abordar y establecer relaciones con los problemas de su entorno.

• Determinar que tipo de conocimientos matemáticos subyace en la temática propuesta. Se trata de hacer un cierto análisis histórico, epistemológico y socio ambiental, cultural o fenomenológico que permita tener datos sobre la evolución, aplicación y relevancia de dichos conocimientos.

• Analizar los datos disponibles sobre las concepciones de los alumnos, las dificultades y obstáculos detectados y sobre el propio proceso de aprendizaje matemático.

• En función de todo ello determinar, desde un análisis didáctico de los posibles conocimientos puestos en juego, la trama general de conocimientos: conceptos, procedimientos y actitudes.

• También es necesario abordar toda la problemática metodológica que suponen responder a cuestiones como: ¿Qué actividades permiten la explicitación de las ideas previas? ¿Qué secuencia de actividades es la más adecuada para favorecer su evolución en la línea propuesta? ¿Cómo recoger en las actividades los aspectos conceptuales, procedimentales y actitudinales? ¿Cómo relacionar el contenido a trabajar con los problemas de partida para que el proceso tenga un sentido funcional para el niño? ¿Qué tipo de estrategias se deben poner en juego para facilitar el aprendizaje de los alumnos?

• Por último, y para completar el proceso, será necesario plantear cuestiones referidas al proceso de evaluación: ¿Qué y cómo evaluar? y ¿Para qué?. La evaluación es la fuente de datos que nos permite el contraste crítico y la posible modificación de las decisiones tomadas y en realidad, debe estar integrada en el propio proceso metodológico, aunque habitualmente se considera como un elemento separado.

En definitiva, al trabajar sobre la planificación e intervención docente, actuamos sobre los esquemas mentales de los profesores, que una vez explicitados y puestos en juego pueden ser analizados, debatidos y contrastados con otras ideas, informaciones y experiencias, promoviendo situaciones de cambio y evolución en su conocimiento profesional y en su saber didáctico-matemático.

Momentos del proceso formativo

Ahora bien para abordar adecuadamente la problemática presentada como eje de la estrategia formativa: el diseño y desarrollo de un proyecto de trabajo para el aula, es necesario, a su vez, enmarcar el propio trabajo de diseño e intervención realizado por los profesores en un proceso más amplio de carácter formativo que de sentido a todas las actividades realizadas para su consecución y que incida en su desarrollo profesional.

En dicho diseño realizado por el formador, asesor, o en su caso por el propio equipo, se pueden diferenciar diversos momentos metodológicos en función de sus finalidades específicas y en los que se pondrán en juego determinados conocimientos a través de cierto conjunto de actividades (Figura 5). Así podemos diferenciar:

- Un diagnóstico inicial de las situaciones escolares que permite formular problemas prácticos de partida. Su finalidad es la expresión y toma de conciencia del saber y práctica personal
- Búsqueda y análisis de información en torno a dichos problemas permita el contraste entre compañeros, con diversas fuentes de información, estudios e investigaciones y con la realidad
- Diseño, desarrollo y seguimiento del proyecto a experimentar
- Elaboración de conclusiones y propuesta de modificación del proyecto
- Metareflexión sobre el proceso formativo que nos puede llevar a la estructuración de un nuevo saber y una nueva práctica profesional

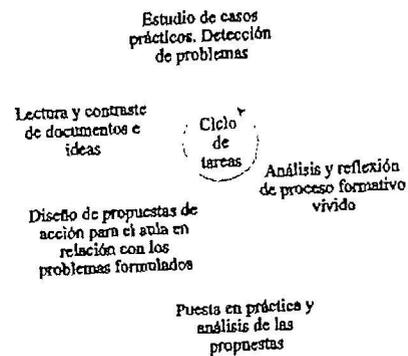


Figura 5. Secuencia de actividades y momentos metodológicos.

Y, en relación con ellos, se propondrán diferentes tipos de actividades que irán asociadas a los diferentes momentos del proceso metodológico y según los ciclos de tareas:

- Actividades para detectar y formular los problemas prácticos profesionales desde el estudio de casos prácticos. Pueden ser actividades como:
 - Reflexión individual sobre el conocimiento previo del tópico concreto
 - Formulación escrita de lo que creemos que saben o pueden saber los alumnos

acerca del tópico a estudiar

- Análisis de las propuestas de contenidos que hace cada profesor en relación al tópico seleccionado
 - Análisis de un plan de actividades previamente elaborado
 - Actividades que permitan detectar las ideas de los profesores y sus obstáculos asociados como puede ser:
 - Contraste y debate entre las diferentes propuestas analizadas. Organizar los acuerdos, las discrepancias y las dudas de grupo. Detección y formulación de problemas
 - Actividades que faciliten el contraste y movilización de las ideas, promoviendo su argumentación (Silver, 1994). En este caso nos encontramos con gran variedad de posibilidades por señalar algunas:
 - Análisis de documentos sobre las posibles finalidades de la educación matemática y sus implicaciones respecto a la estructuración y contenidos del área
 - Análisis didáctico del conocimiento escolar propuesto: libros de texto, currículo oficial, materiales y propuestas curriculares diversas, etc. y de las implicaciones socio-ambientales del tópico seleccionado.
 - Análisis de informaciones diversas: materiales curriculares, unidades didácticas, videos de distintos tipos de clases, informes de investigación escolar, con especial atención a los argumentos utilizados para presentar las diferentes concreciones.
 - Actividades de diseño y experimentación curricular propiamente dicha, en este caso evidentemente la actividad se centrará en el propio diseño y en el seguimiento de su puesta en práctica.
 - Diseño de plan corto de actividades con explicitación de todos los elementos
 - Elaboración en grupo de un plan de actividades para trabajar con las ideas y estrategias espontáneas de los alumnos
 - Actividades que favorezcan la reflexión y elaboración de las ideas (Daniel, 1994)
 - Propuesta de consideraciones a tener en cuenta en lo referente al papel de las concepciones de los alumnos en el proceso de aprendizaje y su tratamiento didáctico
 - Establecer criterios de selección y organización de los contenidos a tratar sobre el tópico seleccionado
 - Contraste, debate y análisis del proceso. Discrepancias y semejanzas
 - Elaboración de conclusiones y principios didácticos personales
- Estas son algunas de las muchas actividades que se pueden proponer y realizar con

el equipo de profesores pero, en cualquier caso, sólo adquirirán sentido inmersas en un proceso global de resolución de los problemas inicialmente formulados por el equipo.

Para su puesta en práctica será necesario, por parte del asesor o persona que oriente el proceso, poner a punto una serie de instrumentos, como:

- Elaborar los guiones adecuados para cada actividad de análisis que orienten y faciliten las reflexiones individuales y grupales
- Elaborar sistemas de categorías para poder analizar las concepciones
- Caracterizar las ideas de los profesores implicados y detectar posibles dificultades y obstáculos subyacentes
- Seleccionar y organizar documentos y recursos bibliográficos adecuados para cada momento
- Conducir el debate, destacando no sólo las diferencias entre las propuestas sino también las coincidencias
- Elaborar informes sobre el proceso que permitan el debate entre todos los implicados.
- Utilizar fuentes de información, útiles tanto para el asesor u orientador como para los profesores implicados: Diarios de asesores y profesores, Materiales producidos por los profesores, Observaciones en las aulas, Debates y puestas en común, Entrevistas, etc.

Todo ello se puede concretar en distintos planes de actividades para abordar problemáticas diferentes, según los intereses de los profesores, el nivel educativo y el contexto concreto en que estemos inmersos. En cada plan de actividades se van trabajando progresivamente algunos de los problemas relacionados con las decisiones a tomar, tanto en cuanto al diseño como a su puesta en práctica. Los problemas pueden ser abordados de forma consecutiva desde diferentes secuencias que reflejan ciclos de tareas sucesivos.

Una imagen gráfica de uno de los itinerarios desarrollados con un grupo de profesores de secundaria sería la representada en la Figura 6, en la que se integran, por un lado los problemas formulados en la secuencia en que fueron planteados, según íbamos adentrándonos en el problema y, en la parte central, la propuesta del ciclo de tareas o actividades que nos permiten afrontar cada problema. En este caso el proceso partió de un problema relacionado con las finalidades y el sentido de enseñar determinados contenidos matemáticos en el aula y terminó con el diseño de una intervención en el aula, tal como muestra la figura. Éste no deja de ser sólo un ejemplo de las diversas relaciones que se pueden establecer entre los problemas formulados y, en consecuencia, de los múltiples itinerarios alternativos en función

de las relaciones que se establezcan entre ellos. Cada equipo, a lo largo del proceso formativo, establecerá, en función de sus intereses y necesidades, el itinerario más adecuado.

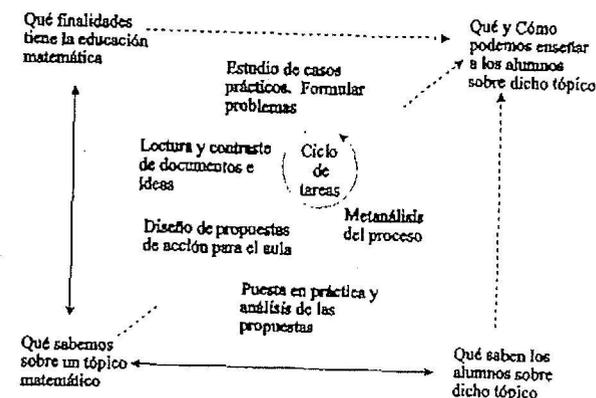


Figura 6. Posible itinerario formativo.

En una estrategia formativa de estas características que supone una larga temporalidad, aunque el estudio se centrará en un tópico matemático concreto, gran parte de las reflexiones adquieren siempre características globales y son fácilmente transferibles a otros campos o tópicos del conocimiento incidiendo en el sistema de ideas del profesor y, además, por la propia naturaleza del proceso, incide necesariamente en las dimensiones actitudinales y éticas del conocimiento profesional, promoviendo gradualmente su desarrollo profesional.

Notas

- ¹ Esta publicación es resultado parcial del proyecto PB97-0737 financiado por la DGES.

Referencias

- AAVV (1998). La formación inicial del profesorado de Primaria y Secundaria. Monográfico de *Investigación en la Escuela*, 35.

- AAVV (1999). Formarse para Cambiar la Práctica. Monográfico de *Cuadernos de Pedagogía*, 276.
- Aichele, D. B. y Coxford, A. F. (1994). *Professional Development for Teachers of Mathematics*. Reston: NCTM.
- Azcárate, P. (1995). *El conocimiento profesional de los profesores sobre las nociones de aleatoriedad y probabilidad. Su estudio en el caso de la Educación Primaria*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Cádiz.
- Azcárate, P. (1996). *Proyecto docente del Área de Didáctica de la Matemática*. Documento inédito. Universidad de Cádiz.
- Azcárate, P. (1998). La formación inicial del profesor de matemáticas: Análisis desde la perspectiva del conocimiento práctico profesional. *Revista Interuniversitaria del Profesorado*, 32, 129-142.
- Azcárate, P. y Cardeñoso, J. M^a (1998). La formación inicial de profesores de matemáticas. *Investigación en la Escuela*, 35, 75-86.
- Azcárate, P., Martín, R. y Porlán, R. (1998). Una perspectiva epistemológica para analizar y transformar la formación inicial del profesorado. En Banet y De Pro (Ed.), *Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*.
- Biehler, R. y col. (Eds.) (1994). *Didactics of Mathematics a Scientific Discipline*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Boero, P., Dapuerto, C. y Parenti, L. (1996). Didactics of Mathematics and the Professional Knowledge of Teachers. En Bishop y col. (Eds.), *International Handbook of Mathematics Education*. Netherlands: Kluwer.
- Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), 19-29.
- Bromme, R. (1994). Beyond subject matter: A psychological topology of teachers' professional knowledge. En Biehler y col. (Eds.), *Didactics of Mathematics a Scientific Discipline*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Brown, C.A. y Borko, H. (1992). Becoming a Mathematics Teacher. En Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Brown, S.I., Cooney, T. J. y Jones, D. (1990). Mathematics Teacher Education. En Houston (Ed.), *Handbook of Research on Teacher Education*. Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Calderhead, J. (1988). The development of knowledge structures in learning to teach. En Calderhead (Ed.), *Teachers' Professional Learning*. Londres: Falmer Press.
- Cardeñoso, J.M. y Azcárate, P. (1997). El papel de la Didáctica de la Matemática en el desarrollo del Conocimiento Práctico de los Profesores. En *Actas de las 8^a JAEM*. Salamanca: Sociedad Castellano-Leonesa de Profesores de Matemáticas.
- Cooney, T. J. (1994). On the application of science to teaching and teacher education. En Biehler y col. (Eds.), *Didactics of Mathematics a Scientific Discipline*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Daniel, P. (1994). Teacher change through conversation: Providing effective support for classroom teachers in times of change. Comunicación presentada en la *Conference on Qualitative Research in Education*. Atenas.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher Thinking: A Study of Practical Knowledge*. Londres: Croom Helm.
- Ernest, P. (1996). *Constructing Mathematical Knowledge*. Londres: The Falmer Press.
- Feiman, S. y Floden, R. (1986). The cultures of Teaching. En Wittrock (Ed.), *Handbook of Research on Teaching*. Nueva York: Macmillan.

- Fennema, E. y Loef, M. (1992). Teachers' Knowledge and its Impact. En Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Teaching and Learning*. Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Goldsmith, L. y Schifter, A. L. (1997). Understanding teachers in transition: Characteristics of a model for developing teachers. En Fennema y Nelson (Eds.), *Mathematics Teachers in Transition*. Nueva York: Lawrence Erlbaum Publishers.
- Grouws, D. A. y Shultz, K. A. (1996). Mathematics Teacher Education. En Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education*. Nueva York: Macmillan.
- Hoyle, E. y Jhon, P. D. (1995). *Professional Knowledge and professional practice*. Londres: Cassell.
- Lester, F. K. y otros (1994). Learning how to teach via problem solving. En Aichele y Coxford (Ed.), *Professional Development for Teachers of Mathematics*. Reston: NCTM.
- Martín de Pozo, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de Magisterio*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Niss, M. (1994). Challenges to the preparation of teachers of mathematics. *Nordisk matematikdidaktik*, 2(3/4), 31-45.
- Ponte, J. (1992). Concepções dos Professores de Matemática e Processos de Formação. En M. Brown, D. Fernandes, J. F. Matos e J. P. Ponte (Eds.), *Educação matemática: Temas de investigação* (pp. 185-239). Lisboa: IIE.
- Porlán, R. (1993). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla: Diada.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.
- 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.
- Rico, L. (1997). Los organizadores del currículo de Matemáticas. En L. Rico (Coord.), *La Educación Matemática en la Enseñanza Secundaria*. Barcelona: ICE/Horsori.
- Rozada, J. M. (1996). Los tres pilares de la formación: estudiar, reflexionar y actuar. *Investigación en la Escuela*, 29, 7-22.
- Sánchez, V. (1993). *Proyecto Docente del Área de Didáctica de Matemática*. Universidad de Sevilla.
- Schifter, D. y Fosnot, C. T. (1993). *Reconstructing mathematics education: Stories of teachers the challenge of reform*. Nueva York: Teachers College Press.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Silver, E. (1994). *Quantitative understanding: Amplifying student achievement and reasoning*. Texto inédito. Universidad de Pittsburgh.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of Research. En Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning*. Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- Vacc, N. N. y Bright, G. W. (1994). Changing preservice teacher-education programs. En Aichele y Coxford (Ed.), *Professional Development for Teachers of Mathematics*. Reston: NCTM.

Pilar Azcárate Goded, Departamento de Didáctica, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Cádiz, Polígono del Río San Pedro s/n, 11519 Puerto Real; Cádiz; España. Tf: 34/956835683. Fax: 34/956835163. Endereço electrónico: pilar.azcarate@uca.es

RESUMEN. Este artículo pretende ser una breve reflexión sobre la posible elaboración de una conceptualización en torno al conocimiento profesional de los profesores de matemáticas, su naturaleza, sus fuentes, su organización y su evolución. Parte de un marco global desarrollado por el grupo de profesores e investigadores que estamos trabajando en el desarrollo del Proyecto Curricular IRES, que tiene como eje fundamental la idea de que el desarrollo profesional de los profesores debe estar siempre vinculado a la experimentación curricular y la investigación educativa. Es a través de la investigación de problemas prácticos y relevantes para su práctica o futura práctica profesional como podemos facilitar la elaboración de un saber práctico profesional significativo.

Palabras-clave: Conhecimento profissional, resolução de problemas, formação.

ABSTRACT. This paper intends to be a short reflection on the possible elaboration of a conceptualization concerned with the professional knowledge of the mathematics teachers, its nature, its sources, its organization and its development. It starts from a global framework developed by the group of teachers and investigating that are working in the development of the Curricular Project IRES, that has as fundamental shaft the idea that the process of becoming a teacher must be always linked to the curricular experimentation and the educational research. It is through the research of practical and relevants problems for their professional practice or future practice, that we can facilitate the elaboration of a professional practical knowledge.

Key words: Professional knowledge, problem solving, teacher education.

Reflexão, conhecimento e práticas lectivas em Matemática num contexto de reforma curricular no 1º ciclo

Lurdes Serrazina
Escola Superior de Educação de Lisboa

Introdução

Neste artigo pretendo dar a conhecer parte de um estudo que desenvolvi com professoras do 1º ciclo do ensino básico, em que o principal objectivo foi o de investigar as suas concepções sobre a Matemática e o seu ensino, as implicações destas nas práticas lectivas e o modo como elas afectavam as suas interpretações do novo programa de Matemática que defende uma abordagem baseada na resolução de problemas e na utilização de materiais manipuláveis (Serrazina, 1998). Uma atenção especial foi dada ao papel da reflexão no processo de mudança de concepções e de aquisição de conhecimento por parte das professoras, no contexto das abordagens propostas pelo currículo de Matemática do 1º ciclo. O presente trabalho envolveu três professoras duma escola da área de Lisboa.

Este artigo incide num aspecto do conhecimento profissional das professoras, o seu conhecimento da Matemática e sobre a Matemática, a sua relação com esta disciplina. Especial atenção é dada ao modo como esse conhecimento estava relacionado com as suas práticas lectivas e como foi evoluindo ao longo do trabalho colaborativo desenvolvido entre as três professoras e a investigadora, com um forte suporte na reflexão. Uma vez que se trata de professoras do 1º ciclo não é fácil distinguir entre conhecimento da Matemática e conhecimento da Matemática escolar: quando o primeiro é referido é-o no sentido do conhecimento necessário para ensinar Matemática incluindo, nomeadamente a sua compreensão matemática