

UN PROGRAMA DE FORMACIÓN DE LOS PROFESORES DE MATEMÁTICAS DESDE UNA APROXIMACIÓN AL CONOCIMIENTO SOBRE SUS CREENCIAS

Fernando Guevara, Luis C. Contreras y José Carrillo

Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación □ Universidad de Huelva

RESUMEN

Nuestro primer objetivo fue desarrollar instrumentos para el análisis cualitativo detallado de las concepciones y los modos de resolver problemas de los profesores, e incluso estudiar posibles relaciones entre ambos, desde una perspectiva compleja del fenómeno educativo. Actualmente tratamos de mejorar el análisis, incrementando la cantidad de instrumentos fundamentalmente en lo referido al registro de datos, con objeto de minimizar los riesgos y desventajas de la toma de datos a través de la observación en el aula. Finalmente, nuestro propósito es desarrollar un proceso de formación (desarrollo profesional y eventual cambio de concepciones), basado en la resolución de problemas, donde los profesores se conviertan en investigadores.

ABSTRACT

Within the theoretical framework of qualitative research, our first aim was to obtain some instruments that make a detailed analysis of teachers' conceptions and problem solving modes possible. We wanted even to study feasible relationships between these conceptions and modes, this way highlighting a complex view of educational fact. We are currently embedded in another improvement of the analysis. It consists of getting more instruments concerning basically the achievement of data, one of our aims being to decrease the disadvantages of this achievement of data from classroom observation. Finally, our objective is to develop a training process (professional development and eventual change in conceptions), based on problem solving, in which teachers will perform as researchers.

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo que presentamos a continuación pretende incidir en la formación inicial y permanente del profesorado, entendiéndola como un medio para mejorar las condiciones de la enseñanza, lo que a su vez debe enmarcarse dentro de unos objetivos relativos a la consecución de unos ciudadanos más felices, comprometidos, críticos, justos e integrados en la sociedad.

El trabajo se centra en dos aspectos que han merecido de forma especial nuestra atención, de un lado las concepciones (sobre la Matemática y su enseñanza y aprendizaje), y de otro, la resolución de problemas. Si el objetivo es mejorar la enseñanza a través de una mejor cualificación del profesor, es inevitable acercarse a sus concepciones pero, al mismo tiempo, si pretendemos mejorar la actuación del profesorado es indispensable conocer el nivel de reflexión y los procesos de pensamiento de los mismos. Dentro de este marco, hemos querido abordar algo que pudiera tener una especial relevancia como es el estudio de las posibles interrelaciones entre ambos elementos.

Aparte de la relevancia que puede presentar el estudio de las concepciones de los profesores a nivel general, a nosotros nos ha resultado de especial interés porque necesitábamos encontrar rasgos diferenciadores entre los profesores, que pudieran ser asociados a sus modos de resolver problemas. Por otra parte, si queremos que en las aulas se haga resolución de problemas, resulta de especial interés todo aquello que esté relacionado con la preparación del profesor en la resolución de problemas (en su doble vertiente de resolutor y gestor).

Lo que presentamos a continuación son las tres fases que caracterizan nuestra actuación dentro de un grupo de investigación que se vertebra entre los dos polos expresados más arriba. Una primera fase concluida, que ha dado como fruto una tesis doctoral (Carrillo, 1996) y que ha proporcionado una aproximación al problema y un marco metodológico; una segunda en curso, que pretende enriquecer los instrumentos de estudio; y una tercera, en proyecto, que se plantea incidir en el aula en el marco de la investigación-acción (I/A).

2. PRIMERA FASE: APROXIMACIÓN AL PROBLEMA

El fin primordial de nuestra investigación es obtener información sobre las claves del desarrollo profesional, intentando encontrar elementos que propicien una eventual transformación del profesor y aportando, en algunos casos, recursos para ello. En esta primera fase hemos pretendido mostrar las posibles relaciones que se den entre las concepciones de los profesores y sus modos de resolver problemas.

Dentro de la complejidad que entraña el desarrollo profesional y, bajo una óptica constructivista, pensamos que un verdadero desarrollo sólo es posible tras la explicitación de las propias concepciones o creencias (sobre la matemática y su enseñanza). Por esta razón, se concede gran importancia a las concepciones, no sólo a la hora de buscar las claves generales del progreso profesional (aplicables en principio a cualquier profesor), sino a la hora de individualizarlas y adaptarlas a cada uno de ellos. De esta forma, consideramos las concepciones con entidad suficiente como para convertirse en punto de partida del eventual trabajo con el profesor encaminado a mejorar su práctica docente y, al mismo tiempo, el espejo en el que se va reflejando el progreso del profesor en su posicionamiento epistemológico profesional.

Por ello, al ser las concepciones un elemento vertebrador de la evolución profesional

y, por otra parte, ser la resolución de problemas una metodología propulsora del quehacer y la construcción del conocimiento matemático, conceden interés al estudio de sus posibles relaciones como punto de partida de la mejora en ambos campos. De aquí surge un atractivo campo de exploración e investigación.

2.1. Metodología.

Nuestro modelo se enmarca dentro del paradigma del pensamiento del profesor y focalizando nuestro estudio en los distintos continuos de los modos suposicionales en que podemos situar los fines y cuestiones de nuestra investigación nos encontramos en una posición claramente inductiva, con un carácter subjetivo, con pretensiones generativas y básicamente constructiva (Goetz y Lecompte, 1988).

Nuestra investigación, de carácter cualitativo, tiene un objetivo metodológico claro en el camino hacia posteriores estudios participativos dentro de una perspectiva crítica (Carr y Kemmis, 1986). Nuestro propósito final no es cambiar la forma en que actúan los profesores, sin más, sino provocar eventualmente dicho cambio a través de una mejor comprensión del fenómeno educativo.

-INFORMANTES Y PROCEDIMIENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Después de realizar incursiones, en el inicio de nuestro estudio, con todo tipo de profesores y de situaciones, que sirvieron para cribar instrumentos de recogida de datos, conformar categorías de análisis (Carrillo y Contreras, 1993) y adiestrar a los investigadores participantes, decidimos considerar exclusivamente aquellos profesores que tuvieran la licenciatura en Matemáticas (o de Física) y experiencia docente en el BUP o Reforma de las Enseñanzas Medias. Al principio fueron 12 profesores, un número excesivo, quizás, para un estudio de casos, pero pretendíamos asegurar la presencia de profesores representantes de todas las tendencias didácticas y modelos de concepción de la matemática (Carrillo y Contreras, 1994; 1995)ⁱ. En definitiva, lejos de criterios de aleatoriedad, la selección fue guiada por criterios de relevancia para la investigación (Goetz y Lecompte, 1988).

En un estudio de estas características, personalizado, no ha de buscarse la uniformidad, aunque, por otra parte, hay que ser conscientes de la gran cantidad de variables incontroladas que ineludiblemente pueden intervenir de forma implícita.

Con respecto a la forma de obtener datos tenemos que diferenciar, en primer lugar, los relativos al modo de resolver problemas, donde el método ha consistido en proponer problemas (los que Fredericksen, (1984) llama problemas estructurados requiriendo un razonamiento productivo). Para ello, se concedía a los sujetos 40 minutos para su resolución por escrito (teniendo el resolutor la posibilidad de grabar en audio simultáneamente los comentarios que estimara conveniente para que el protocolo fuera más completo y fidedigno), a cada uno de los cuales seguía una entrevista con el propósito de aclarar el protocolo; a esto hay que añadir las respuestas a un cuestionario general. Es decir,

el modo de resolver problemas se ha analizado a partir fundamentalmente de las propias resoluciones, no de sus opiniones sobre cómo los resuelven.

Por otro lado, aunque los instrumentos (cuestionarios y entrevistas) para la obtención de datos para el análisis de concepciones han sido diseñados cuidadosamente (Carrillo y Contreras, 1994), con la intención de lograr datos fiables, somos conscientes de que el carácter implícito de estas concepciones hace que su identificación sea compleja y que cualquier sistema tendente a su explicitación, mediante verbalización, esté condicionado por determinados factores intrínsecos o extrínsecos. Además el carácter interactivo (teórico-práctico) del conocimiento profesional puede conducir al profesor a expresar ideas que éste considera deseables y que aún no caracterizan su práctica. Por esta razón no hemos trabajado como si se trataran de las concepciones reales sino sobre las concepciones manifestadas por los individuos e interpretadas por nosotros (modelo mental).

-PROCESO DE ANÁLISIS DE DATOS

Hemos pretendido dar rigor a los diversos momentos del proceso de investigación, diferenciando su tratamiento. Es así que cada instrumento posee un orden determinado:

Instrumentos de primer orden (Recogida de datos): Cuestionarios, entrevistas y problemas. Los cuestionarios han sido abiertos y las entrevistas semiestructuradas, persiguiendo siempre el objetivo de obtener información clara, no sujeta a los patrones marcados por preguntas cerradas. La transcripción de las entrevistas ha sido literal y los cuestionarios y protocolos no han sido sometidos a más manipulación que la de ser fotocopiados.

Instrumentos de segundo orden (Análisis de los datos): Categorías e indicadores que permitan la interpretación posterior de la información de forma detallada (Carrillo y Contreras, 1995; Carrillo y Guevara, 1995)ⁱⁱ.

Instrumentos de tercer orden (Presentación clasificada e interpretación de los datos): En este momento se realiza la distinción de unidades de información (en cuestionarios y entrevistas) y división de los protocolos de resolución en episodios (Carrillo, 1996). Entendemos unidad de información como aquellos enunciados correspondientes a una misma pregunta base con una ligazón sintáctica o/y semántica. El objetivo básico de dividir los protocolos en episodios ha sido el de poseer un vehículo de localización fácil de los comentarios realizados en análisis e informes. También ha servido los momentos lógicos de transición entre fases o decisiones importantes.

Instrumentos de cuarto orden (Presentación final): Informes. En estos informes incluimos la búsqueda de relaciones y propiedades y el énfasis en aspectos de especial interés.

En cuanto al proceso, ha sido desarrollado siguiendo dos vías paralelas en el tiempo. Por un lado se catalogaba la información concerniente a la concepción sobre la Matemática y su enseñanza y aprendizaje (previa selección de unidades de información ya descrita) y, por otro, los modos de resolver problemasⁱⁱⁱ. Cada una de estas tareas ha sido realizada por

dos personas, primero de forma individual y luego conjuntamente. Los perfiles de los sujetos así obtenidos fueron comunicados a éstos, que asumieron las valoraciones en más del 90% de los casos.

2.2. Resultados de la primera fase.

De forma general, destacaríamos la futura aplicabilidad de esta investigación. En lo que se refiere a los instrumentos, diseñados, desarrollados y puestos en práctica a lo largo de la elaboración de este trabajo, son claramente aplicables a otros profesores, y es seguro que podrán sufrir modificaciones y mejoras. En cuanto a los resultados obtenidos relativos a las relaciones encontradas, opinamos que constituyen un buen punto de partida en el diseño de estrategias de formación del profesorado, tanto inicial, como, sobre todo, permanente, poniendo de relieve la conveniencia de aproximaciones multidimensionales, complejas, al proceso de formación de los profesores.

Nuestro trabajo aporta resultados enmarcables en lo que es la metodología de la investigación: Instrumentos de primer orden (cuestionarios sobre la concepción de la matemática y su enseñanza, cuestionario sobre las estrategias personales relacionadas con la resolución de problemas, entrevista sobre la concepción de la matemática y su enseñanza y entrevista sobre protocolos de resolución de problemas), segundo orden (categorizaciones), tercer orden (formatos de clasificación) y cuarto orden (informes).

También puede extraerse del estudio una llamada de atención sobre la capacitación actual de los profesores en relación con los nuevos currícula (sin ánimo de generalización): Predominio de tendencias tradicionales y tecnológicas por un lado, y de instrumentalistas y platónicos por otro, frente a modelos más investigativos y de resolución de problemas.

Finalmente podemos señalar las relaciones encontradas entre concepciones y modos de resolución de problemas. Hemos constatado una asociación entre el modelo instrumentalista de la matemática y los siguientes aspectos en resolución de problemas: un control deficiente de la situación, acompañado de una deficiente comprensión de la situación y la concesión de poca importancia a la planificación, así como una inadecuada organización temporal y un pobre conocimiento metacognitivo, entre otros aspectos.

De forma general, entre los individuos estudiados, podemos hablar de las siguientes asociaciones: El profesor que responde a una concepción tecnológica-instrumentalista le corresponde unos niveles bajos en resolución de problemas (En una escala numérica de eficacia y control de 1 a 5 se situaría entre los niveles 1-2), el profesor que responde a una concepción tradicional-tecnológica-platónica se asocia a un nivel medio (Niveles 2-4) y al modelo de concepción investigativa-resolución de problemas le corresponde unos niveles buenos o muy buenos (Niveles 3-5). Queremos manifestar que no debemos esperar como resultado algo estático y general sino una contribución dinámica y particular encaminada a ayudar a comprender mejor la realidad educativa a los investigadores y a los propios sujetos de la investigación para definir y establecer condiciones de mejora.

3. SEGUNDA FASE: MEJORANDO LA INSTRUMENTACIÓN

Llegados a este punto sería ocioso insistir en la importancia de conocer las creencias epistemológicas de los profesores acerca de la Matemática y su enseñanza. Sin embargo, parece procedente insistir en la búsqueda de medios más potentes para disponer de ese conocimiento.

En el apartado anterior se ha puesto de manifiesto la existencia de relaciones entre los modos de resolver problemas de los profesores y las citadas creencias, parece lógico pensar que esas relaciones se hagan más patentes si analizamos las concepciones sobre la enseñanza de las Matemáticas desde la perspectiva del papel que los profesores otorgan a la resolución de problemas en el curriculum matemático (como avanzaba Thompson, 1995).

De alguna manera, lo que podríamos llamar concepciones sobre la resolución de problemas, conformaría un núcleo importante de información en el ámbito del conocimiento didáctico del contenido matemático de un determinado profesor. Por otro lado, el perfil como resolutor podría mantener una relación estrecha con el papel otorgado en el aula a la resolución de problemas, una relación más fina que la detectada por nosotros entre el citado perfil y las creencias sobre la Matemática y su enseñanza.

De ser así, un programa de desarrollo profesional articulado en torno a la resolución de problemas (tercera fase), supondría no sólo un incremento de las habilidades matemáticas del profesor, sino, lo que para nosotros es aún más importante, una nueva manera de hacer matemáticas, una visión más constructiva del conocimiento matemático hacia lo que nosotros llamamos tendencia investigativa de enseñanza de las matemáticas. Por ello hemos dedicado un tiempo importante en nuestro trabajo a diseñar instrumentos que nos den información acerca del papel que los profesores otorgan en el aula como un caracterizador diáfano de la concepción sobre la enseñanza y el aprendizaje de las Matemáticas.

Entre ellos nos parece interesante destacar una adaptación del modelo de categorías e indicadores citado anteriormente (Carrillo y Contreras, 1994, 1995; y Carrillo, 1996) para clasificar la información obtenida de los profesores sobre el papel de los problemas en el aula. Esta adaptación conserva la denominación de las tendencias (tradicional, tecnológica, espontaneísta e investigativa) así como las categorías. La diferencia radica en los indicadores que, en cada una de las categorías establecidas (metodología, sentido de la RP en la asignatura, papel en el aprendizaje, papel del alumno, del profesor y los problemas en la evaluación), presenta una descripción específica en la resolución de problemas^{iv}.

| CAT/IND. | TRADICIONAL | TECNOLÓGICA | ESPONTANEÍSTA | INVESTIGATIVA |
|---|--|--|---|--|
| M -cómo se conciben 1 E T O -cómo se eligen 2 D O L -cuándo y cómo se usan 3 O G Í A-cómo se organizan 4 | Problemas como ejercicios Listado externo no organizado Al final de los temas, como aplicación de la teoría impartida Secuencias exhaustivas no organizadas | Problemas como ejercicios; cuestiones teóricas Listado organizado según el orden creciente de la complejidad de los conceptos a impartir Al final de los temas, como aplicación de la teoría impartida Secuencias estructuradas; espiral conceptual | Problemas como actividad potenciadora del descubrimiento Selección aleatoria de problemas cotidianos en función de la motivación y el contexto de la clase Como vehículo para potenciar el descubrimiento espontáneo de nociones Secuencias aleatorias dependientes del contexto | Problemas con instituc. de los aprendizajes Colección organizada acorde con los objetivos planteados Durante todo el proceso como entrenamiento en un marco flexible de adquisición de conocimiento conceptual y procedimental Enfoque procedimental inmerso en redes conceptuales organ. |
| para qué 5 SENTIDO EN LA ASIGNATURA cómo se resuelven 6 tipo de problemas 7 | Para asimilar y afianzar la teoría, aplicando aquella Resolución formal; vía prioritariamente deductiva Problemas bien definidos. Resolución con "artillería pesada", con proceso y solución únicos | Para dotar de un significado pragmático a la teoría; para introducir un tema, para sondear y para simular la construcción del conocimiento Resolución formal de problemas de corte real Problemas bien definidos. Resolución con "artillería pesada", con proceso y solución únicos | Adquirir procedimientos y fomentar actitudes positivas; para implicar a los alumnos en su aprendizaje Abordaje intuitivo de problemas cotidianos Problemas que invitan a actuar; válidos para modelizar; sin un fin conceptual concreto; de proceso y solución múltiples | Aprendizaje de heurísticos y análisis de procesos para la construcción y formalización de conceptos Resolución matemática de problemas: ind-deduc. Problemas incluso abiertos. Cond. iniciales susceptibles de ser modif. generando nuevos problemas; de proceso y solución múltiples |
| se aprende.... 8 | Ampliando y reforzando el campo | Aplicando se estructuran | Dotando de significado a los | Contribuyendo a la construcción de redes |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| <p>Procesos mediante... 9</p> <p>PAPEL EN EL APRENDIZAJE</p> <p>10 mediante... 11</p> <p>aptitud matemática 12</p> <p>actitud 13</p> | <p>conceptual; probl. monográficos Entrenamiento en procesos formales de prueba</p> <p>Imitación de estilos deductivos del profesor. Estandarización</p> <p>Resolución individual</p> <p>Las capacidades resolutorias están definidas</p> <p>Resolver problemas gusta o no gusta</p> | <p>conceptos; probl. monográficos Identificar los elementos de los procesos formales de prueba</p> <p>Comprensión de los estilos resolutores del profesor. Estandarización</p> <p>Resolución individual</p> <p>Las capacidades resolutorias están definidas</p> <p>A veces, el contexto consigue involucrar a más alumnos</p> | <p>conoc.; problemas polivalentes Potenciar los procesos intuitivos</p> <p>Tomar conciencia de las estrategias personales</p> <p>Resolución por grupos</p> <p>Las capacidades resolutorias pueden potenciarse</p> <p>Cuando el alumno se siente capaz de crear, se implica</p> | <p>semánticas. Prob. polivalentes Aspectos metacognitivos que favorezcan la construcción autónoma del conocimiento</p> <p>Adquisición de estilos heurísticos</p> <p>Individual y colectiva. Neg. final en gran grupo</p> <p>Las capacidades resolutorias pueden potenciarse</p> <p>Cuando el alumno se siente capaz de crear, se implica</p> |
| <p>PAPEL DEL ALUMNO 14</p> <p>15 qué hace 16</p> | <p>Intenta identificar conceptos y algoritmos a aplicar</p> <p>Capta y repite estilos</p> <p>Acepta procesos y resultados</p> | <p>Intenta asimilar los conceptos teóricos aplicándolos; reconstruye proceso</p> <p>Capta y repite estilos</p> <p>Acepta procesos y resultados</p> | <p>Desarrolla una actividad de ensayo-error.</p> <p>Prueba; mantiene una actitud empírica</p> <p>Es considerada su opinión sobre los eventos</p> | <p>Aborda el problema como una investigación</p> <p>Analiza y pule su estilo personal de resolución</p> <p>Discute las aportaciones de los demás y las suyas propias</p> |
| <p>cómo reparte responsabilidades 17</p> <p>PAPEL DEL PROFESOR</p> <p>18 interacciones 19</p> <p>cómo se concluye 20</p> | <p>Inicia y protagoniza el proceso de forma exclusiva</p> <p>Proporciona claves semánticas explícitas</p> <p>Espera y corrige respuestas de los alumnos</p> | <p>Plantea y contextualiza el problema dando algún protagonismo a los alumnos</p> <p>Proporciona claves semánticas implícitas y explícitas</p> <p>Espera y corrige respuestas de los alumnos con intención de enmendar</p> | <p>Sugiere problemas</p> <p>No hay claves semánticas explícitas</p> <p>Estimula en momentos clave; mantiene el interés</p> | <p>Genera problemas e implica a los alumnos</p> <p>No proporciona claves semánticas; sugiere heurísticos</p> <p>Orienta, canalizando las aportaciones positivas o negativas</p> |

| | Expone su resolución como la correcta | Expone su proceso de resolución como el mas correcto | Aporta sus conclusiones a la resolución colectiva | Organiza la discusión y la síntesis final |
|--|---|---|--|---|
| LOS PROBLEMAS EN LA EVALUACIÓN 21 | Elemento sancionador; énfasis en el resultado | Elemento sancionador; se consideran los pasos e intentos dentro de un marco convencional | Instrumento formativo que permite reorientar el proceso | Instrumento formativo que permite reorientar el proceso y valorar la evolución |
| qué se valora 22 | Cuantificación ponderada de las partes | Cuantificación ponderada de las partes | Valoración del esfuerzo, la implicación del alumno y la dinámica de los grup | Valoración de variables pers. y disc. con explicitación de vías de mejora |
| cómo se valora 23 | 24 | Procesos adecuados o inadecuados ajustados al esquema previsto por el profesor | Discusión de la calidad de los procesos | Discusión de la calidad de los procesos y mejora de los mismos |
| qué se valora 25 | 26 | Identificación de nociones a aplicar | Implicación de los alumnos | Adquisición de heurísticos y significados conceptuales |
| | Recuerdo de fórmulas y otros hechos | Identificación y aplicación de algoritmos adecuados | Significado de las nociones construidas | Relevancia de las nociones construidas |
| | Aplicación mecánica de conceptos impartidos | No valoración de estilos y estrategias personales | Valoración de estrategias personales | Valoración de estrategias personales; análisis de alternativas |
| reactivación 27 | No valoración de estilos y estrategias personales | Entrenamiento en ejercicios tipo, de refuerzo | Cambio de actividad | Simplificación del probl. manteniendo la estructura matemática subyacente |
| preocupación por la teoría 28 | Entrenamiento en ejercicios tipo, de refuerzo | Los problemas se valoran pues ponen de relieve la aplicabilidad de la teoría | No preocupan los eventuales logros conceptuales | Reflexión y análisis de los eventuales logros conceptuales |
| papel del error 29 | Problemas a la par con la teoría; de hecho sólo sirven para medir aquella | Corrección del error para buen fin | Advertencia sobre la existencia del error | Utilización constructiva del error |
| | Erradicación del error; sanción | | | |

3.1. Metodología.

Para analizar en qué medida este instrumento nos permitirá categorizar mejor la información acerca de la tendencia didáctica de un profesor concreto, hemos establecido un protocolo de obtención de datos que ha sido analizado simultáneamente por éste y el

utilizado por el específico para la enseñanza de la Matemática, ya citado.

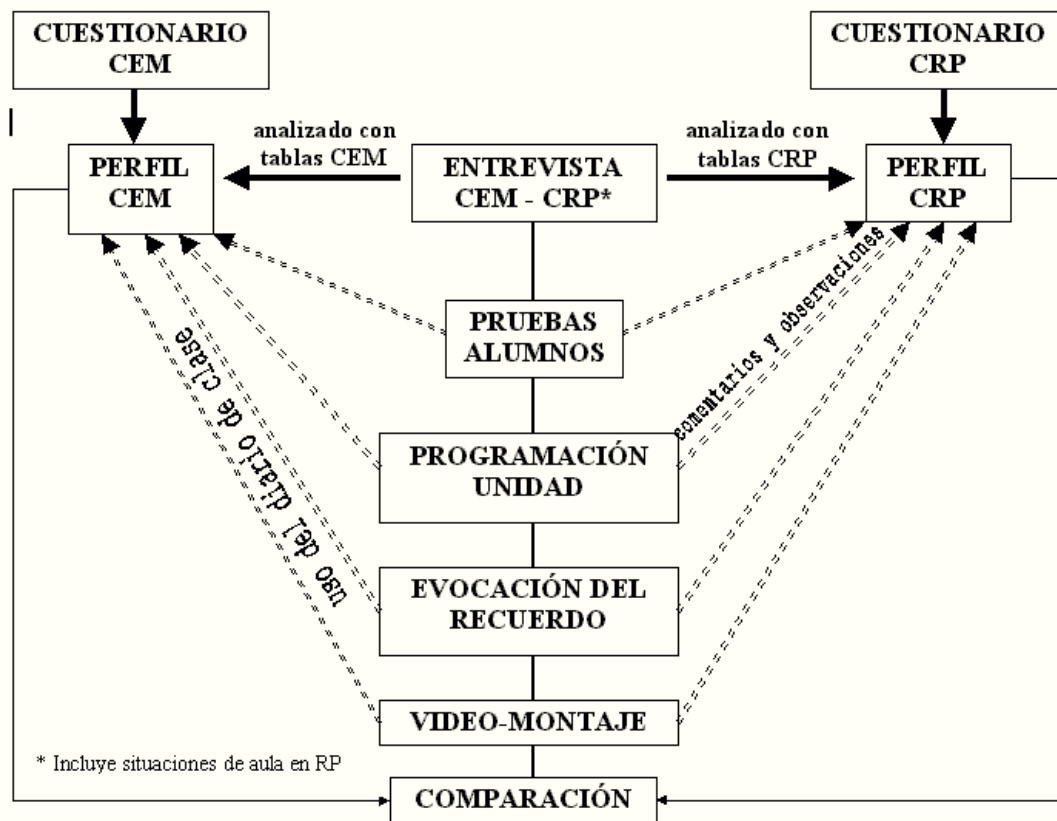
-INFORMANTES Y PROCEDIMIENTOS DE RECOGIDA DE DATOS

El protocolo tiene como punto de partida la respuesta del sujeto estudiado a dos cuestionarios; el primero de ellos con escala tipo Likert, general sobre la enseñanza de la Matemática, y el segundo, semi-abierto, específico sobre el papel de la resolución de problemas en el aula. Ambos diseñados con el único fin de permitir la elaboración de una entrevista semiestructurada en base a las hipótesis hechas sobre las creencias del profesor que las respuestas a los anteriores cuestionarios sugieren. Se están estudiando tres sujetos, profesores de Matemáticas de Educación Secundaria.

Esta entrevista, que contiene cuestiones que pretenden emular una situación real de aula, es audiograbada y analizada una vez transcrita con los dos instrumentos antes citados. Este análisis nos ha permitido disponer de un perfil un poco más nítido del profesor estudiado, tanto en cuanto a la tendencia didáctica en la enseñanza de la Matemática como del papel otorgado a la resolución de problemas en el aula.

De forma coadyuvante en la obtención del citado perfil, los profesores han hecho el esfuerzo de programar de forma exhaustiva una unidad cuyo contenido y duración quedaron a su elección. En ese diseño solicitamos que se explicitaran aspectos como el papel de alumno, papel de la resolución de problemas, evaluación,....

Con objeto de observar alguna de las sesiones de la unidad programada, se elaboró una unidad de registros; se recabaron producciones de los alumnos y se pidió al profesor un diario de sesiones. Completamos esta aproximación a la práctica con una sesión audiograbada de evocación del recuerdo sobre la unidad impartida. Esta sesión volvió a ser transcrita y analizada por los procedimientos establecidos anteriormente.



Esquema 1

Como puede verse en el esquema 1, que reproduce el proceso seguido en la obtención de los datos, completamos la información con la visualización conjunta de un extracto de una grabación concreta de aula (de un sujeto distinto a los estudiados) en la que se desarrollaba resolución de problemas matemáticos. Tras esto se grabaron, transcribieron y analizaron los comentarios del profesor.

El contraste de los perfiles obtenidos nos ha permitido elaborar una aproximación sobre el modelo mental del profesor relativo a la enseñanza de la Matemática y, más concretamente, al papel otorgado a la resolución de problemas en aula, y, por tanto disponer de un nuevo instrumento para el análisis de las concepciones del profesor sobre la enseñanza y el aprendizaje de la Matemática.

¿Cuál es la continuidad de este trabajo?. Evidentemente, hasta este momento tan sólo se han puesto de relieve instrumentos que nos permiten aproximarnos al conocimiento del profesor. No se han expuesto vías para que tal conocimiento pueda evolucionar en un sentido concreto. Aprovechando lo anterior como punto de partida, ¿será posible diseñar un programa de desarrollo profesional en el marco de la investigación-acción (I/A) que

conduzca a una mejora de la práctica de los sujetos seleccionados para participar en esta fase del proceso?

4. TERCERA FASE: EL PROGRAMA DE DESARROLLO PROFESIONAL

Después de la incursión realizada por el campo de las concepciones es necesario definir las pautas a seguir para diseñar un programa de desarrollo profesional. Nuestro trabajo pretende, a partir del enfrentamiento personal de los individuos (profesores de matemáticas que imparten sus clases en el primer ciclo de educación secundaria) al análisis de los resultados del estudio sobre sus concepciones, "llevarles de la mano" para mejorar sus prácticas en estrecha relación con las teorías que sostienen. Pretendemos conseguir una relación dinámica entre las posibles modificaciones teóricas de sus concepciones y las implicaciones que se deriven desde los cambios formulados para sus prácticas.

Nuestro trabajo de investigación lo abordaremos desde el marco de la investigación-acción (I/A) como forma de desarrollo profesional docente. El grupo de profesores será guiado en todo momento por un investigador que, desde una posición de técnico, facilitará y orientará la tarea del grupo desde la flexibilidad y el consenso, permitiendo el grado de autonomía que se requiere para abordar este tipo de trabajos. Nuestro objetivo se encamina a mejorar la práctica de todos los que participan en el proceso, y los conocimientos que se generen durante el mismo estarán subordinados y condicionados por este objetivo.

Nuestra propuesta de formación/investigación pasa por considerar al profesorado como investigador de su práctica profesional, un profesorado capaz de asumir una actitud investigadora sobre su propia práctica encaminada a conseguir una cultura profesional más autónoma, que utiliza estrategias de investigación y aplica los resultados a su tarea docente, que mantiene una posición no conformista sobre su propia práctica y que se siente animado a realizar un examen crítico sobre la misma (Carr y Kemmis, 1986). Creemos que esta actitud genera una actividad intelectual capaz de desarrollar o modificar su conocimiento profesional.

El modelo de investigación, que iremos presentando, está condicionado por una serie de limitaciones que no podemos pasar por alto, entre ellas podemos señalar las siguientes: el tiempo que se necesita para abordar estos procesos, la rutina y los hábitos docentes tradicionales a los que estamos sometidos, la falta de apoyo institucional y la ausencia de autonomía en su labor profesional, etc.

A continuación presentamos los pasos que configuran nuestro modelo desde la I/A (Elliot, 1993):

IDENTIFICACIÓN Y ACLARACIÓN DE LA IDEA GENERAL

Se trata de enunciar nuestro^v problema y tratar de relacionar una idea con la acción. Podría quedar reflejado nuestro interés en el siguiente enunciado, compartido por todos los miembros del grupo:

Los alumnos se muestran insatisfechos con los métodos utilizados en las clases de matemáticas. ¿Podemos optar por una clase basada en la resolución de problemas como marco metodológico?

RECONOCIMIENTO Y REVISIÓN

Hemos de describir con la mayor exactitud posible la naturaleza de la situación que queremos modificar o mejorar. Una vez detectados y descritos los hechos importantes necesitamos explicarlos. En esta fase debemos elaborar una serie de hipótesis explicativas de los hechos y pasar a la comprobación de esas mismas hipótesis. Este proceso puede ser infinito pero en la I/A debe interrumpirse en beneficio de la acción y lo haremos en el momento en que las hipótesis nos merezcan la suficiente confianza. En este paso, tratamos de obtener toda la información necesaria para comprender mejor nuestro problema, partiendo de la explicitación de las concepciones de los profesores, pasando por el análisis y el consenso de los resultados y por la recogida de otras informaciones que sirvan para dar fiabilidad a lo explicitado por ellos, como la opinión de los alumnos o las reflexiones escritas y los documentos de trabajo aportados por todos los miembros del grupo.

ESTRUCTURACIÓN DEL PLAN GENERAL

El plan general debe contener los siguientes elementos:

- * Un enunciado revisado de la idea general.
- * Un enunciado de los factores que queremos cambiar o modificar y *las acciones necesarias*.
- * Un enunciado de las negociaciones realizadas o las que necesitaremos antes de comenzar el curso de acción.
- * Un enunciado de los recursos que necesitaremos para emprender la acción.
- * Un enunciado relativo al marco ético que deberá regir todo el proceso.

DESARROLLO DE LA ACCIÓN

Debemos decidir cuál de los cursos de acción mencionados en el plan general debe seguirse y como supervisaremos el proceso de implementación y sus efectos. Necesitamos usar técnicas de supervisión que evidencien la buena calidad del curso de la acción, que pongan de manifiesto sus efectos y que nos permitan observar desde diversos ángulos o puntos de vista.

IMPLEMENTACIÓN DE LOS SIGUIENTES PASOS

Cuando el equipo de investigación supervisa la implementación y los efectos de una

determinada etapa de la acción y además abre un período de reconocimiento o revisión puede necesitar nuevas técnicas que no tenía previstas al principio. El proceso permite una corrección del plan en curso y puede llevarnos a emprender acciones individuales si los profesores no lo son del mismo grupo de alumnos como será nuestro caso.

En el momento que se decide dar por terminada una espiral de I/A y pasar a ocuparse de un problema o cuestión diferente debería redactarse, al menos, un informe completo.

4.1. Finalidades de la tercera fase.

Dentro del marco de nuestro estudio, el fin principal es el de reflexionar sobre la práctica docente de los profesores que participan en el programa y usar la resolución de problemas como vehículo metodológico, tanto de formación del profesorado, como método ideal para conseguir rentabilizar al máximo el proceso de enseñanza-aprendizaje de nuestros alumnos.

En nuestro trabajo pretendemos conocer mejor cómo piensan nuestros alumnos de nosotros, como profesores y el conocimiento que manifiestan sobre la resolución de problemas en el aula. Éste será el punto de partida para mejorar nuestra formación y a la vez planificar una acción eficaz que conduzca a la mejora profesional y a la mejora de nuestras propias prácticas diseñando materiales para llevar al aula dentro de un marco de resolución de problemas.

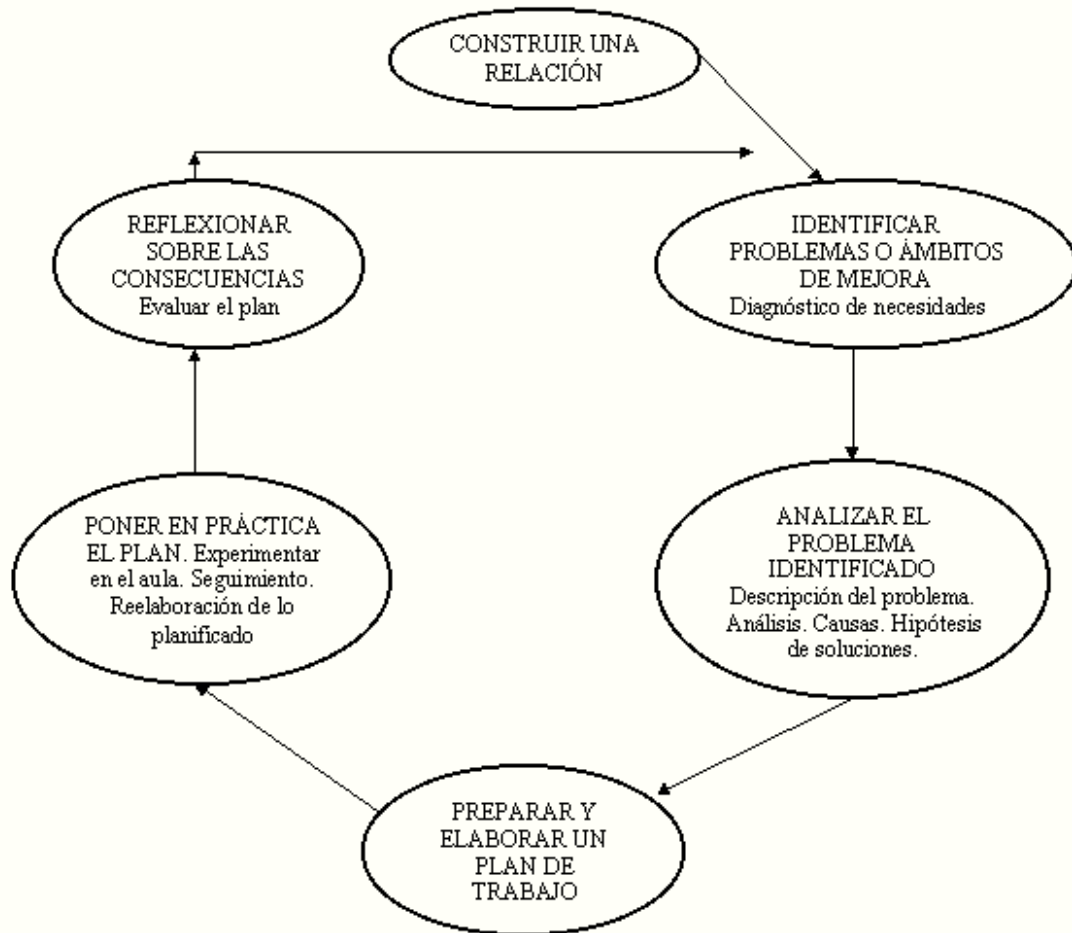
Esta planificación será observada y evaluada durante su puesta en práctica para replanificar nuestra acción hasta comprobar que los resultados obtenidos en nosotros mismos como profesores y en nuestros alumnos son los deseados por todos y de esta manera consolidar el proceso como válido dentro del campo del desarrollo profesional del profesor.

Este es un trabajo que espera obtener sus beneficios en las personas que forman parte del proyecto, así como en los centros donde imparten sus clases. Los participantes, en la medida en que modifiquen sus patrones de conducta podrán influir en la dinámica de sus respectivos centros. Esta mejora se pretende conseguir de forma indirecta, puesto que el trabajo no se aborda con profesores de un mismo centro.

-METODOLOGÍA

El modelo metodológico que pondremos en práctica se basará en el modelo de proceso (Arencibia, 1995) según el esquema que exponemos a continuación.

MODELO DE PROCESO



Nosotros enmarcamos nuestro trabajo dentro del paradigma crítico y el modelo o diseño que proponemos es el de investigación-acción. Las claves de nuestra propuesta se basan en mejorar la educación mediante su cambio y a partir de las consecuencias de los mismos desde una perspectiva participativa y colaborativa (Imbernon, 1994).

Esta forma colectiva de indagación se emprende con objeto de mejorar la racionalidad y la justicia de las prácticas educativas, así como la comprensión de las mismas y de las situaciones en que éstas tienen lugar. Nosotros usaremos la investigación-acción como medio de trabajo que vincula la teoría y la práctica, constituyendo un único espacio, donde se unen "ideas" y "acción".

- INFORMANTES Y PROCEDIMIENTOS DE RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Aunque nos podíamos haber decidido por cualquiera de los colectivos de enseñantes nos hemos decidido por profesores diplomados que imparten matemáticas en el ciclo 12-14

en base a determinadas circunstancias que exponemos a continuación: la disponibilidad de este grupo de profesores a abordar trabajos de esta índole, pertenecer al mismo colectivo que el investigador principal (antiguos profesores de matemáticas del ciclo superior de EGB) y estar vinculados a estudios y trabajos en formación permanente. La selección de los individuos ha sido hecha en base a criterios de relevancia y el número de los mismos ha sido pequeño (cinco individuos y el investigador) para comenzar, sin descartar la incorporación de nuevos miembros.

Con respecto a la forma de obtener datos tenemos que diferenciar entre los distintos momentos de la investigación siendo diferentes en cada uno de ellos, los instrumentos de recogida de información (Goetz y Lecompte, 1988). En nuestro caso sólo podemos hacer referencia a la situación en la que nos encontramos donde el grupo se ha puesto a trabajar en el reconocimiento de la idea principal o foco de la investigación. Se pretende describir con la mayor precisión posible la naturaleza del problema que nos ocupa y que queremos modificar, para ello estamos diseñando dos cuestionarios de respuestas múltiples para pasar al alumnado de los cinco grupos con la intención de indagar algo más con la pretensión de explicar los hechos. Un cuestionario va dirigido a comprobar la insatisfacción de los alumnos por los métodos actuales de enseñanza en matemáticas y el otro pretende conocer las creencias de esos mismos alumnos sobre lo que es la resolución de problemas en el aula.

Este proceso de búsqueda de hipótesis y comprobación de las mismas se detendrá en el momento en que el grupo haya adoptado otra posición distinta a la de partida con respecto a la naturaleza del problema y esté en disposición de dar una respuesta que contemple un cambio en el curso de la acción (Kemmis y McTaggart, 1988). Nosotros aventuramos que se dará en un doble sentido: por un lado, en la necesidad de una formación específica para los profesores en resolución de problemas y, por otro en la planificación de una estrategia diferente de actuación en el aula que puede estar basada en una metodología investigativa y de resolución de problemas.

Durante todo el proceso se sucederán los distintos planes de acción^{vi}, así como los métodos de recogida de información y de análisis de las sucesivas implementaciones en el aula y de las distintas actividades desarrolladas para mejorar nuestra actuación personal en resolución de problemas. Estos métodos serán cualitativos y por citar algunos de los que ya hemos comentado en el grupo y que se están llevando a la práctica destacaremos: el diario del grupo de investigación, los documentos escritos aportados por los participantes, cualquier artefacto relacionado con la práctica de los mismos y la observación participante de las sesiones de trabajo del grupo y de las clases que imparten sus miembros. Además no descartamos otros instrumentos que puedan servir para obtener datos de confirmación como entrevistas, comentarios sobre la marcha, etc.

-PROCESO DE ANÁLISIS DE DATOS

En el momento actual de la investigación es este apartado donde menos cosas tenemos que decir, aunque es significativa la consideración de que la recogida y el análisis están indisolublemente unidos y por lo tanto ya estamos pensando en cómo tratar este proceso.

Debemos considerar los instrumentos ya elaborados en otros estudios y, sobre todo, en los que ya hemos elaborado en anteriores fases, pero al mismo tiempo debemos ser flexibles y estar abiertos a los diversos procesos que surjan en el grupo de trabajo. En principio, estamos abordando actualmente, que tratamiento es el más adecuado para teorizar sobre la información que ya estamos recogiendo (diario de sesiones y documentos escritos de los miembros sobre lecturas de investigación que hemos seleccionado).

Nuestra propuesta pasa por detectar las distintas categorías que se puedan estar obteniendo en el estudio y observar las posibles relaciones que se puedan dar en un doble plano, con respecto a la evolución que sufren en el tiempo en cada uno de los sujetos, y con respecto a como configuran el conjunto de todas ellas y sus relaciones los modelos teóricos sobre los que se basan nuestras actuaciones.

Pensamos que al reescribir un informe como éste con el transcurso del tiempo, las coincidencias con el mismo serán poco significativas como consecuencia del momento en el que nos encontremos en la investigación y sólo será definitivo cuando todos los miembros del grupo consideren cerrado el ciclo de investigación-acción; no por finalizado puesto que consideramos éste, como un proceso infinito que genera nuevos problemas y conduce a nuevos focos de investigación.

5. RESULTADOS ESPERADOS

Es necesario decir que nuestra investigación está en su inicio y todavía no ha obtenido resultados relevantes ni es adecuado hablar de ello en este resumen, pero por seguir el mismo esquema que los anteriores intentaremos aventurar algo más de lo expresado como finalidad de la investigación.

Nuestro estudio pretende, a través, de esta investigación validar nuestro método como recurso idóneo para la autoformación y generar futuros grupos de trabajo que adopten métodos parecidos al nuestro como medio más eficaz de formación del profesorado (Stenhouse,1987). Esto se conseguirá si los resultados obtenidos en nuestra investigación consolidan el desarrollo profesional y el cambio generado por el mismo en sus prácticas educativas.

Por último, esperamos que, a través de los resultados obtenidos al implementar una metodología de resolución de problemas en sus aulas, los profesores participantes encuentren el elemento potenciador del cambio de sus concepciones y prácticas.

Del mismo modo, y a la par, deseamos generar un colectivo de enseñantes comprometidos con los distintos movimientos sociales y que comprendan que sus clases de matemáticas pueden estar propiciando situaciones de injusticia social y de discriminación de distinto índole entre sus alumnos. Así debemos entender cómo nuestro trabajo encaja en el engranaje de nuestra sociedad y nuestra cultura y cómo contribuimos a que se formen y reformen a través de las distintas generaciones. Necesitamos aclarar ciertos aspectos de nuestra historia y de nuestra formación para comprender la manera en que se ha formado

nuestro enfoque didáctico y la relación que ayudamos a mantener y perpetuar en contextos más amplios de justicia o injusticia social.

6. BIBLIOGRAFÍA

ARENCIBIA, S. (1995). *Actividad de Formación del CEP de Huelva para asesores. Formación centrada en la Escuela*. Huelva: Beas.

BLOCK, D. et al. (1990). Procedimientos de resolución de problemas y expectativas de los maestros. En Capítulo II del informe final del proyecto *Formación de profesores sobre áreas fundamentales de la educación básica*. Méjico: Cinvestav.

BLOCK, D. et al. (1991). *Los algoritmos en la resolución de problemas: concepciones de los maestros*. Epsilon, 21, pp. 129-138.

CHAPMAN, O. (1997). Metaphors in the teaching of mathematical problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 32, pp. 201-228.

COONEY, T. (1985). A begining teacher's view of problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 16(5), pp. 324-336.

DEFRANCO, T.C. (1987). *The role of metocognition in relation to solving mathematics problems among Ph. D. mathematicians*. Tesis Doctoral no publicada. New York.

ERNEST, P. (1989). The impact of beliefs on the teaching of mathematics. En C. Keitel. et al. (Eds.) *Mathematics, Education and Sciety*. Science and Technology Education. Document series 35, pp. 99-101. Paris: UNESCO.

ERNEST, P. (1992). Problem solving: its assimilation to the teacher's perspective. En J.P. Da Ponte, J.F. Matos, J.M. Matos y D. Fernandes (Eds.) *Mathematical Problem solving and New Information Technologies*. Nato ASI Series F (Computer and Systems Sciences), vol 89. Berlin.

GROWS, D.A. et al. (1992). Teacher conceptions about problem solving and problem solving instruction. *Proceedings of 14th PME-NA conference*, vol. I, pp. 135-142.

ELLIOT, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Madrid: Morata.

CARR, W. y KEMMIS, S. (1986). *Becoming Critical: Education, Knowledge & Action Research*. London: Falmer Press.

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. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla.

CARRILLO, J. y CONTRERAS L.C. (1993). La identificación de las concepciones del profesor sobre la matemática y la educación matemática como claves para el diseño de estrategias de formación del profesorado. *VI Jornadas Andaluzas de Educación Matemática "Thales"*. Sevilla.

CARRILLO, J. y CONTRERAS, L.C. (1994). *The relationship between the conceptions of mathematics and of mathematics teaching. A model using categories and descriptors for their analysis*. Vol. II. pp. 152-159. Lisboa: 18 th PME.

CARRILLO, J. y CONTRERAS, L.C. (1995). *Un modelo de categorías e indicadores para el análisis de las concepciones del profesor sobre la Matemática y su enseñanza*. Educación Matemática, 7(3), pp. 79-92.

CARRILLO, J. y GUEVARA, F. (1996). *Un instrumento para evaluar la resolución de problemas*. Uno, 8, pp. 65-77.

GOETZ, J.P. y LECOMPTE, M.D. (1988). *Etnografía y diseño cualitativo en investigación educativa*. Madrid: Morata.

IMBERNON, F. (1994). La formación y el desarrollo profesional del profesorado. *Colección Biblioteca de Aula nº 4*. Barcelona: Graó.

KEMMIS, S. y MCTAGGART, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.

PORLÁN, R. (1989). *Teoría del Conocimiento, Teoría de la Enseñanza y Desarrollo Profesional*. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica de las Ciencias. Universidad de Sevilla.

PORLÁN, R. (1992). Teoría y práctica del curriculum. El curriculum en la acción. En AA.VV. *Curso de Actualización Científico Didáctica*. Madrid: MEC.

SHOENFELD, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. New York: Academic Press.

SHOENFELD, A. (1992). Learning to think mathematically: Problem Solving, Metacognition and Sense-Making in Mathematics. En D. Grouws, (Ed.) *Handbook for Research on Mathematics Teaching and Learning*. New York: Macmillan.

STENHOUSE, L. (1987). *La investigación como base de la enseñanza*. Madrid: Morata.

THOMPSON, A.G. (1991). The development of teachers' conceptions of Mathematics teaching. *Proceedings of XIII th. Annual Meeting of North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 8-14.

Este artículo corresponde a parte de la investigación que los autores (profesores del Área de Didáctica de la Matemática de la Universidad de Huelva y miembros del grupo de investigación DESYM) vienen desarrollando desde el año 1992 en el campo de la Formación del Profesor.

ⁱ Una revisión de la literatura (en la que cabe destacar a Porlán (1989, 1992), Thompson (1991), Ernest (1989, 1991) permitió elaborar un modelo teórico de categorías e indicadores característicos de las tendencias didácticas y creencias sobre la Matemática, respectivamente. En el primero de ellos se describen 4 tendencias (tradicional, tecnológica, espontaneísta e investigativa) a través de un sistema de 6 categorías (metodología, sentido de la asignatura, concepción del aprendizaje, papel del alumno, papel del profesor y evaluación) desbrozadas por 35 indicadores característicos, por tendencia. En el segundo, se hace lo mismo con tres modelos de concepción de la Matemática (instrumentalista, platónico y resolución de problemas) que se articulan a través de 3 categorías (tipo de conocimiento, fin y modo de evolución) con un total de 7 indicadores cada uno.

ⁱⁱ En paralelo al proceso de obtención de las tendencias didácticas y modelos de concepción de la Matemática descritos anteriormente, también una revisión de la literatura (destacando aquí a DeFranco (1987), Shoenfeld (1985, 1992)) permitió elaborar un modelo teórico para analizar los modos de resolver problemas, consistente en un sistema de tres categorías (características personales, eficacia de la acción y control de la acción) incluyendo un total de 18 indicadores.

ⁱⁱⁱ Esta catalogación era realizada aplicando los modelos teóricos antes descritos. A partir de ese momento los modelos sufrieron pequeños ajustes lo que obligó a la revisión de los análisis anteriores.

^{iv} De entre los trabajos que han permitido esta reelaboración cabría citar los de Block et al. (1990, 1991), Grows et al. (1992), Cooney (1985) y Chapman (1997).

^v Durante el recorrido por los distintos pasos haremos referencia al trabajo del grupo globalmente, sin distinguir la figura del investigador principal de los profesores-investigadores de secundaria que forman parte del grupo de I/A.

^{vi} El análisis realizado al final de cada paso desembocará en la definición de un plan de acción para abordar el paso siguiente, en la que habrá que repetir el proceso de recogida de información, análisis, puesta en práctica y evaluación.