

¿Podemos construir un modelo de profesor que sirva de referencia para la formación de profesores en didáctica de las ciencias experimentales?

Roque **Jiménez Pérez**
Ana M^a **Wamba Aguado**
Universidad de Huelva

Resumen:

En este trabajo pretendemos dar pautas para la formación del profesor, que creemos necesario para el desarrollo de una enseñanza- aprendizaje acorde con las necesidades educativas actuales. Nos centramos en la relación teoría-práctica, cuya interacción debe ser analizada desde un punto de vista más complejo, formulando distintas dimensiones en una hipótesis de progresión que utiliza la reflexión y el sentido crítico como un nivel de referencia. Aportamos, por último, una investigación que se centra en la complejidad de la reflexión como instrumento eficaz para iniciar y llegar a un modelo de desarrollo profesional deseable de los profesores.

1. Introducción

A lo largo de la historia, mejorar la educación ha sido sinónimo de un cambio del Sistema Educativo y, a su vez, asociado a múltiples propuestas de formación del profesorado, que en gran parte se realizan en el vacío. Sin embargo, el éxito de cualquier reforma educativa estará directamente vinculada a lo que se pueda realizar en programas de formación, pero teniendo muy en cuenta: en principio al propio profesorado, y después al contexto donde se realiza, a los recursos que se aporten y, en definitiva a los medios, orientaciones y actuaciones que se implementen para su desarrollo. Partiendo del presupuesto inicial en base a las dificultades que proyectan los procesos de cambios y, especialmente, las reformas educativas, no se puede atribuir los fracasos al sistema escolar, a los profesores o a los alumnos exclusivamente. Probablemente sea la administración quien debe velar por la forma de llevar a cabo estos cambios, de acuerdo con una sociedad cambiante y con nuevas necesidades para la formación de los alumnos.

En la investigación educativa está ya reconocido que la formación, el desarrollo profesional y el cambio educativo de los profesores no son cuestiones independientes, sino situaciones totalmente confluyentes y concluyentes; en esta línea, Delval (2002) establece la necesidad de trabajar en modelos de cambio del profesorado para cambiar la escuela ya que de otra manera el esfuerzo será estéril, pero entendiéndose según nuestro punto de vista y de acuerdo con Day (1999) que el cambio debe ser gradual y paulatino como un proceso de desarrollo personal y social, partiendo de lo que hacen y piensan en relación con lo que quieren hacer. Esta formación está en consonancia con la que necesita el profesor inicialmente y con ello nos referimos al proceso de “*desarrollo*” y “*crecimiento*” en la adquisición de conocimientos profesionales, por medio del cual el profesor aprende a enseñar algo a alguien en algún lugar (Marcelo, 1994).

Por otra parte, los profesores considerados con experiencia tienen creencias muy consolidadas así como conocimientos prácticos, a veces rutinarios, resistentes al cambio, que tienen diferentes justificaciones; unas veces porque se muestran satisfechos a través de la experiencia profesional y, otras, porque las nuevas formas constituyen un esfuerzo añadido y una sobrecarga de trabajo para algo que consideran irrelevante en su práctica diaria (Munby y Russell, 1998). A ello sumamos las condiciones derivadas del ambiente en el centro, que

refuerzan los modelos tradicionales y son verdaderos obstáculos para iniciar el cambio. Así, entendemos el desarrollo profesional como un continuo desde la formación inicial, más centrada en el desarrollo individual, hasta la formación en el ejercicio como docente en el aula y como miembro de un colectivo social en el contexto educativo, con unas características propias de intereses, valores, conocimientos y actitudes hacia una socialización profesional.

La escuela ha evolucionado desde retos pedagógicos puramente disciplinares hasta situarse éstos, principalmente, en la formación crítica del pensamiento y en el desarrollo de las actitudes y capacidades de los alumnos para actuar racionalmente. Esta evolución también incide en el rol del profesor, que debe pasar desde constituir un mero vehículo de dicha transmisión y controlador de la misma a abordar tareas mucho más complejas, tendentes a generar en los alumnos herramientas cognitivas y procedimentales, que les permitan analizar críticamente la realidad, favorezcan el auto-aprendizaje y ayuden a resolver los problemas cotidianos (Pérez Gómez, 1993 y 2000).

Así pues, la formación del profesor supone el desarrollo eficaz y enriquecedor de los procesos de interacción teoría-práctica. Es obvio que para entender el pensamiento y la actuación del profesor, dirigido a mejorar su práctica, no basta con identificar los procesos formales y las estrategias de procesamiento de información o toma de decisiones, es necesario incidir en la red ideológica de teorías y creencias, la mayoría de las veces implícitas, que determinan el modo en cómo el profesor da sentido a su mundo en general y a su práctica docente en particular. Dentro de esta perspectiva de análisis, el objetivo básico es comprender cómo se construye este pensamiento y las teorías pedagógicas prácticas con las que interpreta y decide en sus intercambios cotidianos en el aula, de forma que facilite un desarrollo profesional adecuado.

2. Bases teóricas de la formación del profesorado en Ciencias Experimentales

Frente al modelo clásico de formación como profesor tecnócrata, está la necesidad de seguir paradigmas que impregnan en la actualidad la investigación en torno a la formación del profesorado con el surgimiento de los paradigmas del "*pensamiento del profesor*", de la "*profesionalización docente*" y del "*desarrollo curricular*", que como fenómeno suficientemente complejo puede abordarse desde múltiples perspectivas (ideológicas, sociológicas, económicas, didácticas, etc.) condicionando el modelo de formación (Marcelo, 1994). Por tanto, su fundamentación está relacionada con las contribuciones que se han hecho desde esos campos y, específicamente, para el profesorado de ciencias desde la ciencia y la didáctica de las ciencias, tratando de dar respuestas a las demandas sociales en sus distintas dimensiones: científicas, económicas, organizativas, de valores, etc.

Ya Stenhouse (1982), señalaba que los aspectos que contribuyen a este modelo de formación son: su capacidad para actuar a partir del análisis del contexto, la reflexión de su práctica, la aplicación de sus teorías, y la investigación como instrumento crítico de sí mismo, ideas retomadas por Domínguez y Blázquez (2000). Pérez Gómez (1993) coincidiendo, en gran parte, con el autor anterior y plenamente con Marcelo (1994), considera que las orientaciones adoptadas a lo largo de la historia y que prevalecen en cada época, se encuentran profundamente determinadas por los conceptos de escuela, enseñanza y currículum. De este modo, y a partir de la particular definición de estos conceptos, se desarrollan imágenes y metáforas que pretenden definir la función docente como profesional en la escuela y en el aula. Entre estas metáforas, podemos reconocer las del profesor como modelo de comportamiento; como transmisor de conocimiento; como técnico; como ejecutor de rutinas; como planificador o como agente que toma decisiones y resuelve problemas.

En cada una de estas imágenes o metáforas subyace una concepción de la escuela y de la enseñanza; así como una teoría del conocimiento, su transmisión y aprendizaje, un concepto de las relaciones entre la teoría y la práctica, la investigación y la acción, que tienen un fuerte

componente afectivo y otro ideológico, y permiten averiguar los parámetros implícitos de su conducta docente en el aula (BouJaoude, 2000; Mellado, 2001 y 2003). Son numerosas las investigaciones que asocian los cambios en las concepciones y prácticas didácticas de los profesores a las nuevas construcciones de roles, a través de reflexiones críticas, adoptando nuevas metáforas, que pronostican cambios o progresión en los modelos didácticos asociados.

Dejando a un lado el análisis de los aspectos formulados por los autores anteriores, sin duda y teóricamente, el Proyecto de Reforma de la Enseñanza contenido en la propuesta para debate de 1987, inspirado en las escuelas de Stenhouse, Elliot y otros, propone un nuevo profesor innovador, primer responsable de la calidad de la enseñanza, elaborador de materiales, trabajador en grupo y con tiempo en su jornada laboral para su actualización científica y didáctica, e incluso adelanta cómo debe ser la formación de ese nuevo profesor. En el Diseño Curricular Base (D.C.B) del MEC, tanto en el de Educación Primaria como Infantil y Secundaria, se vuelven a repetir las mismas ideas anteriores, centrando la atención en la formación de equipos docentes.

Aunque en la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE) por su carácter de marco general, no llega a especificarse los aspectos anteriores, sí es cierto que en alguno de sus artículos propicia la autonomía del profesorado y de los centros educativos en el diseño y desarrollo curricular, así como el trabajo en equipo de los profesores. Según lo legislado, la formación del profesorado no debe limitarse a proporcionar a los profesores los conocimientos y habilidades necesarias para aplicar un currículum establecido, sino más bien a formar profesionales con capacidad para la innovación y el desarrollo curricular, realizado a través del trabajo cooperativo.

Según lo anterior, abordamos este trabajo tratando de contestar a la siguiente cuestión: *¿Cómo plantear la formación del docente de manera que podamos incidir en su pensamiento pedagógico y conocimiento didáctico, para interpretar la realidad de manera que pueda proyectarse racionalmente en la actuación práctica?*

En este sentido, haremos un recorrido desde el conocimiento profesional a los modelos de formación, deteniéndonos en el análisis de aquellos de referencia, que nos darán pie, posteriormente, a aportar una investigación como ejemplificación de un programa de formación permanente sobre un modelo de cambio productivo, en torno a una investigación-acción colaborativa, en el campo de las Ciencias Experimentales y en la educación secundaria, con posibilidades de trasladarlo miméticamente a la educación primaria.

En la elaboración de este trabajo, queremos reconocer que no hubiera sido posible sin las aportaciones consecutivas que para nuestro conocimiento han supuesto las tesis doctorales elaboradas por Freitas (2000) y Wamba (2001) coautora de este trabajo, y Vázquez (2005) punta de lanza en futuros conocimientos, recogiendo los anteriores como presupuestos de partida en cuanto a concepciones, práctica de aula y obstáculos para el desarrollo profesional y tratando de concretar un modelo útil y estable en la formación del profesorado

3. La complejidad de la formación y desarrollo profesional del profesorado

En consonancia con el diagnóstico general anterior, somos conscientes de la actividad tan compleja como es la formación del profesorado, no sólo por sus diversas vertientes sino por la pluralidad de sus orígenes, donde intervienen un amplio número de factores tanto históricos, personales como de su propio desarrollo disciplinar y social. En principio coincidimos con Porlán y Rivero (1998) en la relación que existe entre los modelos de formación y modelos didácticos; otros autores también plantean en la literatura científica el paralelismo entre ambas consideraciones (Pérez Gómez, 1992; Develay, 1994; Furió, 1994; Martín del Pozo, 1994; Escudero, 1992; Gil, 1991), aunque teniendo en cuenta que estos modelos teóricos son sólo referentes a tener en cuenta, ya que la mayoría de las veces nos encontraremos en la realidad

con modelos duales e incluso con aspectos de un tercero que dificultan, claramente, la caracterización unificada de un buen profesional.

En esta misma línea, es preciso detenerse también en un análisis de los modelos de cambio, en términos de desarrollo profesional, “necesarios” y “reales” de los profesores y su carácter comparado con el cambio científico, según las teorías de la Filosofía de la Ciencia (Mellado, 2003), que aporta significados adicionales para comprender la complejidad de la evolución en el conocimiento profesional, al menos en algunos de los aspectos; esto es, por una parte, la ciencia está en continua evolución como construcción de la inteligencia y la creatividad humana, haciendo una contribución al desarrollo de los pueblos y promoviendo un cambio social de acuerdo con el nuevo conocimiento, por otra, la propia ciencia debe pasar de ser concebida como un estatus inalcanzable y patrimonio de verdades establecidas a otra concepción más actual que la considere un bien cultural de todos los ciudadanos (Prigogine, 2001).

Estas cuestiones epistemológicas también deben tenerse en cuenta en la nueva concepción de la formación y desarrollo profesional, junto a otros aspectos dominantes como es la introducción de las nuevas tecnologías que afectan y contribuyen al desarrollo social; de hecho, es hoy de gran interés y actualidad para la Didáctica de las Ciencias Experimentales en cuanto al tratamiento necesario hacia la alfabetización científica y formación de la ciudadanía (Jiménez Pérez y Wamba, 2002). A esta suma de elementos hay que agregar por otra parte la escuela, cada vez más compleja y diversificada, en cuanto a la creciente interculturalidad y conflictividad en las aulas, que trae como consecuencia la desorientación del profesorado, encontrando un significativo desajuste entre la formación adquirida y los objetivos que se les piden y deben conseguir.

Como factor añadido y determinante en el quehacer diario del profesor está la obligación en el cumplimiento de un compacto horario, que parte de él debe dedicarlo a suplir a la familia, tratando de implantar una disciplina cuya autoridad tradicional ha quedado muy disminuida. La idea de educar en la escuela ha estado unida siempre a la necesidad de adaptarse a estos cambios, promoviéndose iniciativas que, dependiendo del momento social o del estereotipo social dominante, han estado ligadas a variables cuantitativas o cualitativas y, en la mayoría de los casos, a ambas, cubriendo etapas de desarrollo *normal*, en el sentido kuhnniano de la expresión y señalando siempre el objetivo fundamental de una mayor calidad de la enseñanza.

La transformación de la escuela es consustancial con la evolución de la sociedad, pero choca no con pocos obstáculos de diferente tipología en el profesorado recogidos en la literatura científica. De hecho, se han encontrado importantes obstáculos al intentar la generalización de un modelo constructivista, de entre los que Porlán y Rivero (1998) señalan como más importante el que exista un sector amplio de profesores que solamente se dedican a la docencia, mientras que otro sector, el profesorado universitario, dispone de tiempo para la reflexión teórica y para la investigación, además de la creencia de que las aportaciones de la investigación didáctica se pueden transmitir de forma lineal a la práctica escolar. Esta creencia se contrapone a la utilización de estereotipos sociales simplificadores como el modelo didáctico dominante: “la organización del currículum ha de ser disciplinar”, “enseñar es transmitir contenidos de las disciplinas”, “aprender es saber reproducir fielmente los contenidos transmitidos” y “evaluar es medir el grado de acierto de dicha reproducción”.

Por lo que la dificultad de cambio no se debe tanto a problemas contextuales como al propio deseo de cambio, puesto que en lo esencial se piensa que todo funciona como debe funcionar, es decir, de acuerdo con el modelo didáctico dominante (Porlán, 2001). Estamos, sin duda, lejos de que el profesorado de ciencias asocie su actividad al desarrollo de la investigación didáctica; ello exigirá cambios profundos, con implicaciones laborales para la participación en

la investigación, afirmándose, entre otros autores, por Gil *et al.*, (2001) que aquellos que así lo hacen no sólo obtienen mejores resultados sino que la docencia adquiere un nuevo interés.

4. Hacia un modelo de formación del profesorado

Debemos partir de la idea que el conocimiento profesional de los profesores es la conjunción de todos los saberes y experiencias que un profesor posee y de los que hace uso en el desarrollo de su labor docente; que lo va construyendo a partir de su formación inicial y durante toda su carrera profesional, en función de los distintos factores puestos de manifiesto en el apartado anterior y, puntualmente, según las materias concretas objeto de enseñanza-aprendizaje. Así, una investigación sobre el desarrollo profesional o formación de profesores ha de analizar lo que un profesor sabe y hace para enseñar y también lo que debe saber y saber hacer, las características de tal conocimiento, sus posibilidades reales de evolución y las alternativas de cambio deseables y posibles para ejercer mejor su función.

Debemos tener en cuenta que el conocimiento profesional también lo podemos considerar como un sistema de ideas con distintos niveles de concreción y articulación y, como plantea García Díaz (1995), está sometido a una evolución y reorganización continua, según un proceso abierto e irreversible, en el que lo nuevo se elabora a partir de lo viejo, bien mediante pequeños ajustes del sistema *-asimilación, reestructuración débil-*, bien por una reorganización más amplia del mismo *-acomodación, reestructuración fuerte-*.

Estas reestructuraciones las podemos concretar en niveles de formulación diferentes, en donde el paso de uno a otro conlleva una serie de remodelaciones en el conocimiento previo (Porlán y Rivero, 1998) y que se ponen de manifiesto por el grado de toma de conciencia, control y superación relativa de diversos obstáculos que dificultan la comprensión de los procesos de enseñanza y aprendizaje desde un cierto nivel de complejidad.

Estamos de acuerdo con un estándar común de estrategia en la formación pero puntualizado y concretado en modelos personales de evolución, por tanto relacionados con problemas significativos de la acción, que permitan la elaboración de propuestas para avanzar en el desarrollo profesional desde la práctica y para la práctica. Valcárcel y Sánchez Blanco (2000) analizan las investigaciones sobre programas de formación para profesores de ciencia en ejercicio, haciendo un recorrido en función de cuatro amplias metas a conseguir en acciones de formación.

- a) Mejorar el conocimiento de los profesores en relación con la materia que enseñan, sobre todo mediante un aumento del conocimiento del contenido de enseñanza y del conocimiento didáctico del contenido.
- b) Cambiar las concepciones y prácticas docentes de los profesores hacia enfoques coherentes con presupuestos constructivista.
- c) Capacitar al profesor como diseñador de proyectos curriculares e investigador de su actuación docente en el aula.
- d) Desarrollar actitudes y prácticas docentes más colaborativas, reflexivas, críticas y autónomas.

Todas ellas bajo el prisma de objetivos que se pretenden, estrategias utilizadas, logros y problemas aún pendientes. Respecto a la primera de las metas señaladas, existe un gran número de investigaciones que tratan de mejorar un contenido concreto, con estrategias de formación desde un profesor novel incorporado a un equipo de investigación hasta un proceso en cadena de grupos de profesores que forman a otros grupos, pero siempre con diseños hechos desde los expertos a partir de necesidades y deficiencias detectadas previamente. Los resultados obtenidos en estas investigaciones tienen aspectos positivos según opiniones vertidas sobre el proceso seguido en la formación, sin embargo, como resultado final, no se incorporan grandes novedades que alteren sustancialmente sus modelos didácticos.

En cuanto a la segunda de las metas, las investigaciones realizadas, aparte de la revisión realizada por Valcárcel y Sánchez Blanco (op.cit.) podemos constatar las de Wamba (2001) y Freitas (2000), en las que los profesores dan un alto valor educativo a las actividades de investigación, cuestionándose que el cambio de concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias hacia posiciones más constructivistas se pueda hacer a través de instrucciones en cursos de formación.

Otro amplio grupo de investigaciones, según las autoras anteriores, ponen de manifiesto la necesidad de evaluar la incidencia de los programas mediante la observación en la práctica docente, para detectar los posibles cambios en los modelos, puesto que “*un cambio en situaciones de prueba no garantiza que se haya producido un cambio en su modelo práctico*”, lo que García Díaz y Cubero (2000) denominan “*simulacro de constructivismo*” y Wamba (2001) recoge en sus conclusiones como obstáculos para el cambio.

Muchas de las propuestas realizadas por diversos autores van más allá de simples estrategias de aprendizaje, basadas y fundamentadas en principios constructivistas y siempre con un enfoque de “investigación en el aula” como las realizadas desde el proyecto curricular IRES, que surge por la necesidad de comprender mejor el conocimiento de los profesores, sus posibilidades reales de evolución y las estrategias formativas más adecuadas, resaltando la importancia del principio de “gradualidad” en los procesos formativos, dirigiéndose en sus programas a profesores que deseen verdaderamente renovar su práctica.

Llegado a este punto, caracterizamos el conocimiento profesional deseable como un único saber que integra la teoría (componente estática) y la experiencia práctica (componente dinámica) o, mejor, como un saber con varios componentes que se configuran a partir de la teoría y de la experiencia, de las que extraen información para, tras una elaboración personal, producir teorías prácticas sobre las finalidades de la educación, la naturaleza de los contenidos escolares y la visión de cómo éstos son aprendidos por los alumnos

La reflexión como vínculo entre la teoría y la práctica

En el terreno de la educación, existe una abundante literatura centrada en la importancia de los procesos de reflexión, los cuales han ido desarrollándose a lo largo del siglo pasado y el actual, a medida que se iban reelaborando y contextualizando las investigaciones en educación. La búsqueda de soluciones a través de los procesos reflexivos constituye una herramienta básica en la propia formación de los individuos, aprovechándose tal circunstancia para implementarse en procesos de aprendizaje. De esta forma, investigadores, en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales, expresan que la lectura detenida de las experiencias de aprendizaje en ciencias dibujan un mensaje positivo y consistente, los estudiantes aprenden ciencias cuando se implican activamente en hacer y pensar diariamente, con oportunidades para iniciar sus propias exploraciones (Zee y Roberts, 2002). Se incluyen, dentro de esta dinámica reflexiva, la formación inicial y permanente de los docentes, como expresan Pacca y Villani (2000), para quienes el cuestionamiento de los relatos de los profesores sobre su práctica, mediante el análisis de su comportamiento en el aula a partir de grabaciones en vídeo, puede revelar al profesor las características de su práctica efectiva y las implicaciones de la misma en el establecimiento de un clima favorable al diálogo. De esta forma, la *reflexión* sobre qué se está ofreciendo a los alumnos, parece constituir el mejor punto de partida para instalar en ellos un sentido favorable al diálogo (Villani y Franzoni, 2001).

Frente a las interpretaciones, en cierta forma asépticas y acríicas, diversos autores apuestan por el papel “*emancipador*” de la reflexión. Para Zeichner (1995), en todo el mundo se utilizan los términos profesional reflexivo y enseñanza como lemas y eslóganes a favor de la enseñanza y la formación del profesorado, existiendo mucha confusión sobre el tema. La *reflexión* es interpretada como un acto inherente a la propia práctica y no como una

comprensión teórica sobre la misma, como una pregunta de acción diferente que intenta cuestionar el orden legitimado. Jiménez *et al.* (1999) observan que, para la interpretación de los autores citados previamente, el proceso de reflexión tiene los siguientes aspectos diferenciadores, en función del objeto de la reflexión y del protagonismo del sujeto: (1) puede ser utilizado por profesores/as de forma individual, (2) para reproducir las prácticas sugeridas por otros, (3) dirigida hacia destrezas y estrategias docentes, creando una aptitud para manejar de forma adecuada las situaciones inmediatas, (4) para evaluar las consecuencias e implicaciones de las acciones y creencias, y (5) como reflexión sobre el contexto social y político de la enseñanza. Los diferentes aspectos destacados irían, desde un aspecto meramente técnico, hacia una propuesta de carácter crítico. Así, la práctica docente reflexiva implica tanto la atención interior como exterior, a su ejercicio profesional y las condiciones en que se desarrolla.

Vamos a sintetizar con las siguientes ideas. En las modalidades centradas en el diseño y desarrollo del currículum y en la investigación de la práctica docente, se establece que se muestran eficaces los programas que implican a los profesores en los procesos de reflexión sobre su acción docente, promueven prácticas colaborativas entre profesores y formadores y desarrollan actitudes positivas en los compromisos de innovación. Por otro lado, las perspectivas deben ser a largo plazo, teniendo en cuenta los factores externos al aula que hace aún más complejo el proceso de cambio y que tienen su origen en las políticas educativas que se adoptan, así como en los cambios sociales que también forman parte de la escuela.

El tratamiento de estos problemas implica la utilización de los recursos de la investigación-acción, con la guía y el seguimiento continuo de experiencias de diseño y desarrollo curricular, por parte del investigador-formador, que potencie la reflexión de los participantes sobre su práctica profesional y pueda promover el cambio en la misma. De esta forma, la inmersión en procesos cooperativos de investigación-acción con profesores implicados en la reflexión sobre su práctica conduce a: la transición desde la conciencia ordinaria a la conciencia reflexiva; se forma la capacidad de identificar los propios procesos personales de construcción; y a la transformación de los significados que dan sentido a la experiencia.

5. Un ejemplo de nuestra propia investigación

a) Fundamentos

Por las razones aducidas anteriormente, se hace necesario dirigir los esfuerzos de la investigación en Didáctica de las Ciencias hacia el diseño y experimentación de propuestas de formación del profesorado, teniendo en cuenta una nueva teoría del conocimiento profesional (García Díaz y Porlán, 2000), y profundizando en los fines y fundamentos de un modelo alternativo de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Por lo tanto, nuestro interés se centra en comprender mejor el conocimiento con el que los profesores desarrollan y desarrollamos nuestra labor, así como los procesos mediante los cuales se puede favorecer la evolución y mejora, como una vía de incidencia tanto en nuestra propia docencia en la formación del profesorado como, en cierta medida, en la mejora de la escuela en general.

Esta perspectiva epistemológica centrada en la caracterización del conocimiento profesional, tanto del que mayoritariamente existe como del que entendemos como deseable, creemos que puede ser bastante fecunda para comprender y orientar los procesos de desarrollo profesional. Nos preocupa la vertiente práctica como fuente de información más relevante de la que se puede nutrir, y la organización que puede permitir la conformación como conocimiento válido, peculiar y específico para la profesión docente (Porlán y Rivero, 1998).

Así, este conocimiento experiencial, diferente al formal, y que no siempre se corresponde con sus concepciones previas como hemos señalado en anteriores investigaciones

(Freitas *et al.* 2004), se configura como mayoritariamente rutinario y poco reflexivo (Azcarate *et al.*, 2001).

Sin embargo, el desarrollo profesional centrado en la escuela y en la investigación-acción educativa plantea nuevos retos, puesto que las concepciones epistemológicas de los profesores que configuran el concepto más amplio de profesionalidad deben ser no solamente explicitadas sino valoradas de una forma sistemática, para llegar al conocimiento de su naturaleza y cuya permeabilidad, por parte de los profesores, permita la suficiente flexibilidad para modificarlas cuando haya evidencias en contra .

A este respecto debemos tener en cuenta que la racionalidad técnica, según los postulados de Schön (1983), continúa siendo la epistemología de la práctica dominante así como la predilección de los responsables externos de la enseñanza por las ideas tecnológicas, creando condiciones en las que el enfoque reflexivo del desarrollo profesional es difícil. Nuestra intención es, desde un trabajo amplio de investigación, *conocer las concepciones explícitas e implícitas de los profesores, los obstáculos que se interponen para el cambio desde el modelo dominante y reconstruir la imagen de la enseñanza como una profesión reflexiva*. Todo ello, tratando de ir más allá de la descripción y el análisis de las diferentes componentes para el desarrollo profesional hacia un modelo de referencia, cuyo interés sin duda es manifiesto; pero, sin embargo, creemos necesario profundizar en un modelo didáctico personal en el sentido de respetar las decisiones que toma el profesor y posibilitándole el horizonte a determinar, incrementando su capacidad de adaptación crítica a los diferentes contextos, en la confianza de sus competencias profesionales.

Es también nuestra intención entender el conocimiento, en sus términos más amplios, que tienen los docentes y los alumnos, así como la interacción entre ellos, que acapara, en la actualidad, el esfuerzo que realiza la comunidad científica internacional en aras de una mejor y más profunda comprensión del proceso didáctico. Las creencias/ concepciones de los profesores es un objeto de estudio que está despertando interés, poco a poco, entre los propios docentes indagados a través de los estudios de caso; sobre todo, si se les da la oportunidad de poner de manifiesto sus dudas, dilemas y problemas prácticos de su labor profesional con el fin de encontrar su propia mejora, incorporando el conocimiento generado en la investigación a su práctica. Esto constituye un verdadero cambio conceptual sobre los procesos de enseñanza-aprendizaje, que han de tener lugar en sus propias creencias (Prawat, 1992).

Como afirma Golby (1993), los estudios de caso pueden acercarnos a problemas educativos generales, permitiendo a los profesores agudizar sus perspectivas críticas, contribuyendo a la discusión y al debate educativo. El problema estriba, según Elliot (1994), en cuestionar, cambiar y desarrollar el conocimiento de los profesores a través de dinámicas de experimentación curricular orientadas por los principios de la investigación *en y sobre* la acción, teniendo en cuenta asimismo a Keiny (1994), que sitúa al conocimiento profesional del profesor en dos contextos interdependientes: uno social-crítico teórico, y otro práctico. El primero se refiere a un grupo donde los profesores puedan expresar e intercambiar sus ideas y, a través de un proceso dialéctico de reflexión, reconstruir su conocimiento pedagógico. El segundo lo constituye la práctica cotidiana del profesor, donde puede llevar a cabo sus nuevas ideas y reflexionar sobre su experiencia. En suma, la reflexión se constituye en el puente de alimentación en ambos sentidos y cuya interacción es el referente de nuestra conceptualización.

Es preciso considerar distintas dimensiones como posicionamientos, tanto en las situaciones de reflexión como de la práctica, en la medida de un referente de análisis. Para ello, se establece una Hipótesis de Complejidad diferenciando tres dimensiones, que ocupan el lugar de los niveles descritos por diferentes autores, pero matizados en cuanto a una complejidad al tener en cuenta aspectos distintos.

Desde prestar atención a una instrumentación hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación: una dimensión *técnica* que se mueve en un universo unidimensional plagado de rutinas y esquemas de acción autoconsistentes, retroalimentadas así mismo, pero que observado desde el centro de atención puede parecer completo y suficiente. Una dimensión *práctica* en un universo plano, bidimensional, donde la resolución de problemas prácticos orienta a la reflexión, con un mayor grado de libertad y, sin duda, el espacio se amplía. Finalmente, otro grado de complejidad lo encontramos en la dimensión *crítica*, dotando de especialidad tridimensional a la reflexión y a la práctica, dicho sea de forma metafórica. Aquí los problemas prácticos se vuelven más complejos, con todas las posibilidades que las coordenadas sociales nos permiten.

b) Desarrollo de la investigación

A través de estos principios, hemos llevado a cabo una amplia investigación, que aún continúa pasando por una nueva fase en consonancia con las conclusiones obtenidas en la última etapa. Por razones de espacio, sólo trataremos de exponer, a modo de ejemplo, la investigación-acción colaborativa llevada a cabo en la última etapa, teniendo como perspectiva que la formación de los profesores es el eje relevante de los cambios pretendidos en una reforma educativa y que ésta debe partir de las concepciones y práctica docente para conseguir que la reflexión *sobre y para* la acción sea el eje estructurante de la mejora profesional. Nuestra pretensión ha sido y es la de estudiar en profundidad una realidad, por lo que hemos optado en la dirección de un estudio de casos. Así, los resultados obtenidos no los podemos considerar generalizables, pero nos dan datos relevantes, que con otros estudios, nos permitan trazar nuevas líneas productivas en modelos de la formación de los profesores.

El estudio que presentamos se centra en la capacidad y calidad de la reflexión de dos profesoras informantes de educación secundaria, consideradas como expertas (en términos temporales), que intervienen en la investigación-acción (i-a en adelante), además de un tercer profesor colaborador y del investigador (denominado facilitador), que constituyen el grupo de reflexión. En este sentido, consideramos un objetivo prioritario el conocer los parámetros (obstáculos y condicionamientos) que caracterizan un desarrollo profesional basado en la integración reflexión-práctica de las dos profesoras, congruentes con unas dimensiones de complejidad que se plasman en la Hipótesis de Progresión establecida, teniendo en cuenta la evolución a lo largo de dos cursos académicos consecutivos para ver el grado de desarrollo, siguiendo el modelo de operaciones de Kemmis y McTaggart (1988).

De esta manera, la investigación que realizamos participa de un *paradigma interpretativo*, por cuanto entendemos que en el campo de la educación la ciencia no es algo abstracto y aislado, sino que depende de un contexto social donde la conducta humana es más compleja y diferenciada que en otros ámbitos de los seres vivos y, por tanto, su explicación es diferente a como se explican los fenómenos de las Ciencias Naturales. Por otra parte, podemos decir que nuestra investigación participa de los postulados de un *paradigma crítico*, por cuanto consideramos que la realidad es dinámica y evolutiva, en la que la teoría debe formar con la práctica un todo inseparable, y el conocimiento científico no solamente ha de explicar y comprender esa realidad sino que también ha de contribuir a cambiarla, en este caso siendo los sujetos investigados investigadores de su propia práctica.

c) Diseño del proceso

Los tres profesores participantes en el grupo pertenecen a un mismo IES, dos de ellos son Licenciados en Geología y, el tercero, Licenciado en Químicas. Poseen una experiencia en la docencia que oscila entre ocho y doce años, por lo que podemos considerarlos “expertos”, aunque finalmente son sólo dos los casos estudiados (una profesora Licenciada en Geología y otra en Químicas), colaborando el tercer sujeto en las sesiones de reflexión. Independientemente del grado de evolución de las ideas sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias, les une un denominador común: una motivación hacia la innovación curricular y, por tanto, sus deseos de mejora profesional. Así mismo, la unidad temática escogida ha sido la “Estructura de la

Materia y las Disoluciones” tomada y reformada de Hierrezuelo *et al.*, (1998), que se imparte a grupos diferentes de tercero de ESO y durante los dos cursos consecutivos que ha durado la fase empírica en su estudio longitudinal.

Dos razones nos han llevado a tomar esta decisión, por un lado, los problemas de organización escolar, ya que al ser profesores de distintos departamentos, únicamente es en el curso citado donde se comparten sus enseñanzas y, por otro lado, el comienzo del segundo ciclo de ESO constituye un buen momento en el que se desarrolla una actitud positiva o de rechazo por parte de los alumnos hacia las ciencias, puesto que es cuando se comienza a seleccionar el tipo de currículum hacia futuros estudios. Sin olvidar que se trata de estudios de caso inicialmente, el conocimiento de las concepciones de los profesores participantes es un dato muy significativo en esta investigación así como la práctica de aula, que nos han permitido el contraste a través de la reflexión. Los instrumentos utilizados han sido: de primer orden para la recogida de datos y, de segundo orden para el análisis de los mismos.

En cuanto a los instrumentos de primer orden, se ha utilizado un *cuestionario inicial*, sirviéndonos del ya aplicado en una fase anterior (Wamba, 2001) con algunas modificaciones apoyadas por diferentes autores. Los datos del cuestionario han ayudado a elaborar el guión de la *entrevista semiestructurada* posterior, personalizada en cada caso, aunque con un mismo hilo conductor y tratando acerca de la naturaleza de las ciencias, sobre el qué enseñar, cómo enseñar, además de cuestiones relativas a la evaluación. Estos aspectos nos parecían importantes, por cuanto provocan por sí mismos la reflexión de las profesoras en interacción con el facilitador y pueden influir en la modificación de la conducta reflexiva verbal. Las entrevistas fueron grabadas en audio, transcritas y analizadas. En la Fig.1 aparece reflejados todos los instrumentos de recogida de datos utilizados

Por otra parte, se han utilizado los *diarios* realizados por las profesoras después de sus sesiones de clase y las *memorias finales*, consideradas como instrumentos eficaces para hacer explícitas las concepciones y dilemas, en relación al papel de los conocimientos e intereses de los estudiantes, y permite la reflexión acerca del curso ordinario de los acontecimientos en cuanto a las percepciones, interpretaciones, opiniones, valores y sentimientos, además de ofrecer la posibilidad de indagar sobre las necesidades de cambio y, en todo caso, de reconstrucción de los procesos. Asimismo, los *diarios* de determinados alumnos seleccionados han permitido reflexionar, en el grupo de trabajo, acerca de la dinámica de la clase, la profesora y los contenidos desarrollados.

También la grabación de la práctica de aula en vídeo se ha utilizado en una doble vertiente, por una parte, para conocer las concepciones en la acción y, por otra, como elemento público para la reflexión sobre la acción, ya que los profesores no sólo tenían acceso a sus propias grabaciones sino también a la de los demás, dando paso a la autocrítica.

Este elemento nos permite salvar el carácter relativo y temporal de la información recogida, a la vez de ser el complemento de los registros etnográficos también recogidos en todas las sesiones. A través de estos instrumentos se ha obtenido la información suficiente para conocer la complejidad de la reflexión y de la práctica en los casos estudiados. Por otro lado, el diseño de la temática que las profesoras han desarrollado en el aula, puede ser considerada como una declaración de intenciones que ayuda a conocer lo que dicen que hacen los profesores, apoyado con *otras fuentes de información* como han sido todos los materiales entregados a los alumnos y utilizados en el aula, además de diferentes modelos de exámenes propuestos, a los que también tuvo acceso el investigador.

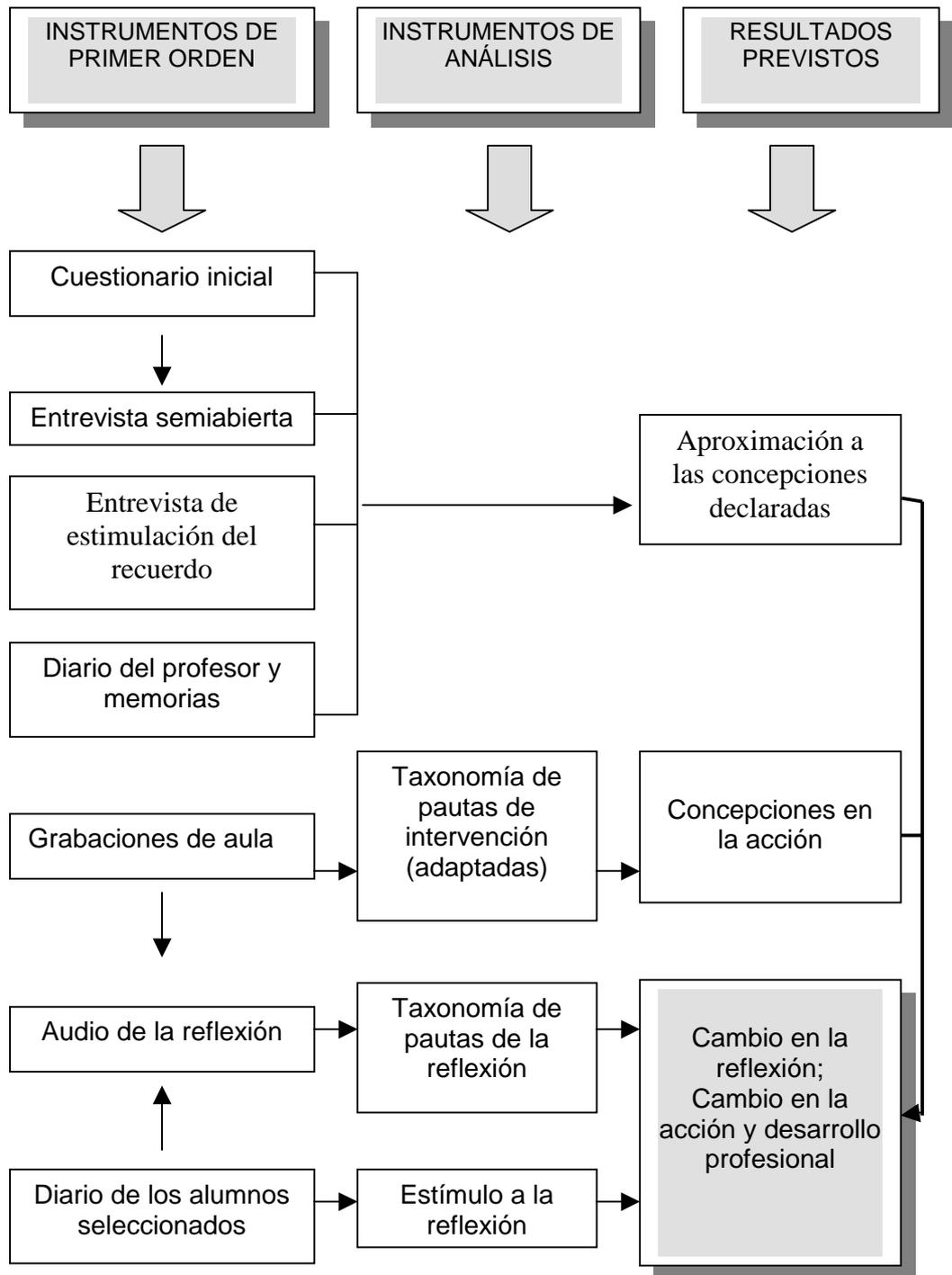


Fig.1. Instrumentos de recogida y análisis de datos y resultados previstos

De los dos ciclos de la fase empírica, el primero se realizó en el curso 2001/2002, según el modelo previsto. A partir de la información obtenida y de la reflexión posterior, se formalizó un nuevo ciclo durante el curso 2002/2003, después de planificar la nueva acción. Aunque puede parecer algo exhaustivo la presencia de varios ciclos de i-a, creemos que garantiza las condiciones óptimas para un estudio sobre el desarrollo profesional deseable de los profesores.

De acuerdo con nuestras intenciones, en las que no sólo hemos pretendido caracterizar el modelo didáctico personal sino, lo que es más importante, según los objetivos planteados aplicar estrategias de reflexión e interpretar los estadios de cambio con relación a un modelo referencial, se han construido dos instrumentos para el análisis de los datos recogidos: uno para la reflexión y otro para el de la intervención en el aula. En cuanto al instrumento para el análisis de la reflexión, se han tenido en cuenta seis marcos: *Ideológico*, *Formativo*, *Psicológico*, *Contextual*, *Epistemológico* y *Curricular*, con unas estructuras y subestructuras, en cada uno de ellos, que nos definen unas categorías siguiendo una *hipótesis de progresión del conocimiento profesional*, que hemos simplificado en sus términos; denominando al nivel inicial como *Nivel Técnico*, a los de transición como *Nivel Práctico* y al de referencia como *Nivel Crítico*, teniendo en cuenta diferentes autores.

Igualmente, se ha elaborado un instrumento para el análisis de la intervención de aula, con las categorías establecidas de acuerdo con el análisis de la reflexión al objeto de facilitar el contraste y análisis final. Se han evitado los marcos ideológicos y formativos en esta última tabla por considerar que no ofrecen información en la situación a la que se aplica.

Los distintos informes obtenidos se han analizado en base a unidades de información codificadas. Con respecto a la reflexión, se ha tenido en cuenta: una *Reflexión Introspectiva*, conteniendo el diario de los profesores; una *Reflexión Interrogativa*, tomando la memoria final realizada en el primer año y la entrevista final en el segundo año, con carácter declarativo; y una *Reflexión Grupal*, según la transcripción de la grabación en audio de las reuniones mantenidas, antes, durante y después de la intervención. Todo ello en los ciclos seguidos durante los dos cursos consecutivos y para cada uno de los profesores estudiados. Para la práctica de aula, se ha utilizado tanto las notas etnográficas como las grabaciones realizadas; ambas transcritas y codificadas en las unidades de información, igualmente, para su análisis posterior. Así mismo, se ha hecho uso del programa informático ACUAD para facilitar los estadísticos de la codificación realizada y relaciones entre ellas, permitiendo pensar en los posibles obstáculos existentes.

d) Algunos resultados destacables

A la vista de los cuadros de evolución tanto de la reflexión como de la intervención en el aula de las dos profesoras, durante los dos cursos en los que se ha desarrollado la investigación, no resultan demasiado patentes las expectativas que se tenían a priori, sin embargo, han sido consideradas coherentes con el proceso. También podemos detectar cambios claramente visibles, sobre todo, en los aspectos de la reflexión tomada como uno de los parámetros destacables en el desarrollo profesional. Son importantes, además, los primeros resultados obtenidos en cuanto que reflejan determinadas resistencias al cambio de las profesoras, de acuerdo con otras investigaciones recogidas en la literatura científica.

Cabría preguntarse cuáles son los obstáculos profundos que dan lugar a las concepciones sobre los contenidos escolares como aspecto más resistente al cambio, que probablemente están relacionados, una vez más, como en otras investigaciones, con la concepción absolutista del conocimiento y de la ciencia.

En este trabajo de investigación-acción colaborativa, la propia investigación se constituye como un elemento regulador de la actividad formadora, midiendo su evolución a través de un instrumento como es la *hipótesis de progresión* confeccionada y adaptada de Wamba (2001), por tanto contrastada en su efectividad. Se trata de tomar como referente una educación crítica de las ciencias con la que nos identificamos, antecedida por otros dos niveles, el técnico y el práctico, y que hemos caracterizado en base a unas estructuras y subestructuras mediante categorías que consideramos apropiadas para conocer la evolución de las profesoras, tanto en la reflexión como en la intervención en el aula.

Podríamos hacernos una pregunta en torno al programa de la investigación llevado a cabo: *¿la exhaustiva recogida de datos y el minucioso análisis que se ha pretendido llevar, nos conduce a un mayor conocimiento del proceso de formación?* Entendemos que sí, teniendo en cuenta que en otros procesos no se llegó, por ejemplo, a identificar la actitud frente a los contenidos como un importante obstáculo de fondo que puede ser modificado por la reflexión sobre la acción.

6. Reflexiones finales

Es difícil y compleja la tarea de formar profesores competentes en ciencias, capaces de desarrollar con éxito su profesión, pero si además pretendemos que no contribuyan a la reproducción acrítica de las facetas de su trabajo que perpetúan y justifican las desigualdades e injusticias de nuestra sociedad, la tarea se hace incierta y difícil. Como señala Roth (2002), mucha gente no sólo vive sin saber ciencia, sino que a veces se enorgullecen de no conocerla. Se podría decir que tampoco es tan absolutamente necesaria para la vida diaria, como se afirma a veces, para eso se utiliza el conocimiento cotidiano. Sin embargo, creemos que en la formación de profesores debe ser un elemento predominante la necesidad de atender a la alfabetización científica de la sociedad, si pensamos en una sociedad democrática en la que los ciudadanos sean críticos y puedan tomar decisiones sobre multitud de problemas transcendentales que les afectan.

Por otra parte, entendemos que los modelos didácticos y de formación dominantes tienen adicionalmente asumida una concepción de la ciencia racionalista y empirista, y una concepción de los contenidos de ciencia que es totalmente subsidiaria del conocimiento científico, entendido éste como algo absoluto, incluso a veces al margen de las ideologías y como mucho adaptado al contexto escolar. Es necesario buscar modelos didácticos personales que conduzcan a un desarrollo profesional basado en pautas de reflexión sobre su práctica, alejándose de aplicar estrategias establecidas de ensayo-error. Esto supone, de una parte, la necesidad de formar a los profesores principiantes en la importancia de la planificación, la discusión en grupo de las actividades propuestas y la reflexión sobre su propia actuación, integrándose en equipos docentes tanto espacial como temporalmente, ya que el contexto se muestra como uno de los factores relevantes a considerar en el proceso de enseñanza/aprendizaje.

De esta manera, debemos tener en cuenta que todo cambio cultural en la escuela implicará un cambio en la red de comunicación, en el pensar y en las emociones de sus componentes. Igualmente, se propone la necesidad de establecer criterios fundamentados que, tanto en la formación inicial como en la permanente, ayuden al profesor a analizar su propia acción, evitando la emisión de afirmaciones gratuitas y generalizadas sobre la inutilidad y/o imposibilidad del cambio. Sólo cuando los profesores se inicien en la investigación-acción colaborativa podrán alcanzar el máximo nivel de autocrítica constructiva para una enseñanza eficaz y reconocerán una influencia permanente más allá del momento de la enseñanza. La reflexión grupal, a ser posible con elementos expertos, sería la manera de superar una de las grandes dificultades que presentan los profesores noveles: la inseguridad ocasionada por un método donde no todo está previsto, así como, en el caso de los profesores expertos, de hacerlo también con las rutinas ocasionadas por el tiempo, atendiendo a que el saber no es acumular conocimiento sino volverlo operativo. Y para conseguir este cambio metodológico en los modelos didácticos aún queda por modificar muchas de nuestras estructuras docentes de formación de profesores.

A modo de conclusión final, debemos insistir en el camino de promover investigaciones que se dirijan hacia los cambios conscientes y, a veces, menos conscientes de los modelos didácticos, con el grado de flexibilidad suficiente como para adaptarnos a cada situación concreta. Para ello debemos tener en cuenta el desarrollo personal y profesional a la vez, tomando como referencia problemáticas transversales que finalmente favorezcan la integración

de los resultados obtenidos en las diferentes investigaciones, así como la aplicación práctica de los mismos, continuando en la línea de reflexión *sobre, para y en* la intervención.

Referencias bibliográficas

- Azcárate, P., Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Los ámbitos de investigación profesional. En F.J. Perales *et al.* (eds.): *Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI*. V(II). Granada: Interuniversitaria, 1613-1622.
- Boujaoude, S. (2000). Conceptions of science teaching revealed by metaphors and answers to open-ended questions. *Journal of Science Teacher Education*, 11(2), 173-186.
- Day, C. (1999). *Developing teachers, the challenges of lifelong learning*. Londres: Falmer Press.
- Delval, J. (2002). Entrevista a Juan Delval. *Investigación en la Escuela*, 43, 71-80.
- Develay, M. (1994). *Peut-on former les enseignants?* París: ESF editeur.
- Domínguez, M.C. y Blázquez, F. (2000). Focos conceptuales para la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria. *Educación XXI*, 2, 155-182.
- Elliot, J. (1994). Research on teachers' knowledge and action research. *Educational Action Research*, 2(1), 133-137.
- Escudero, J.M. (1992). Sistemas de apoyo y proceso de asesoramiento: enfoques teóricos. En AA.VV.: *El asesoramiento a centros educativos*. Madrid: Comunidad de Madrid.
- Freitas, I. (2000). *El papel de la resolución de problemas en la enseñanza aprendizaje de las ciencias: concepciones y práctica de profesores con y si experiencia en la docencia*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Huelva.
- Freitas, I.; Jiménez Pérez, R y Mellado, V. (2004). Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced and an inexperienced secondary education teacher. *Research in Science Education*, 34 (1), 113-133.
- Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. 12(2), 188-199.
- García Díaz, J.E. (1995). *Epistemología de la complejidad y enseñanza de la ecología. El concepto de ecología en la educación secundaria*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- García Díaz, J.E. y Cubero, R. (2000). Constructivismo y formación inicial del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 42, 55-66.
- García Díaz, J.E. y Porlán, R. (2000). Ensino de ciências e practica docente: uma teoria do conhecimento profissional. *Caderno pedagógico*, 3, 2.42. [Hacia una teoría del conocimiento profesional. Ponencia en V Congreso Internacional de Investigación en Ciencias. Murcia, 1997].
- Gil, D. (1991). ¿Qué debemos saber y saber hacer los profesores de ciencias?. Intento de síntesis de las aportaciones de la investigación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Gil, D., Beléndez, A., Martín, A. y Martínez, J. (1991). La formación del profesorado universitario de materias científicas: contra algunas ideas del "sentido común". *Rev. Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 12, 43-48.
- Gil, D., Carrascosa, J. y Martínez Terrades, F. (2001). Estatus de la Didáctica de las Ciencias. En F. J. Perales y otros (eds.): *Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI*. Vol. I, Granada: Edit. Universitaria, 65-81.
- Hierrezuelo, J. *et al.* (1998). *Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, 3º de ESO*. Málaga: Elzevir.
- Golby, M. (1993). Los profesores y su investigación. En W. Carr: *Calidad de la enseñanza e Investigación-Acción*. Sevilla: Diada, 133-143.
- Jiménez Pérez, R.; Wamba, A.M. y Aguaded, S. (1999). El valor de la resolución de problemas para la enseñanza de contenidos procedimentales en la formación inicial. En C. Martínez Losada y S. García Barros (eds.). *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales*. A Coruña: Serv. de Publ. Universidad da Coruña, 173-185.

- Jiménez Pérez, R. y Wamba, A.M. (2002). La formación inicial del profesorado de educación primaria a través del proyecto Maimónides. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, (1)2, saum.vigo.es/Rec./volumenes.htm.
- Jiménez Pérez, R. y Wamba, A.M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales?: obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista de Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 113-131.
- Keiny, S. (1994). Teachers' Professional Development as a Process of Conceptual Change. In I. Carlgren; G. Handal y S. Vaage (eds.): *Research on Teachers' thinking and practice*. London: The Falmer Press.
- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Alertes.
- Marcelo, C. (1994). *Formación del Profesorado para el Cambio Educativo*. PPU. Barcelona.
- Martín del 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.
- Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencia nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? *Alambique*, 40, 17-30.
- Mellado, V. (2003). Cambios didácticos del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.
- Munby, H. y Rusell, T. (1998). Epistemology and context in research on learning to teach science. En B.J. Fraser y K. Tobin (eds.). *International Handbook of Science Education*, 11, 530-540.
- Pacca, J.L. y Villani, A. (2000). La competencia dialógica del profesor de ciencias en Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 95-104.
- Prigogine, I. (2001). *Conferencia en la Escuela de Verano de la Universidad de Extremadura*. Documento inédito. Badajoz, 28 de junio.
- Pérez Gómez, A.I. (1992). La función y formación del profesor en la enseñanza para la comprensión. Diferentes perspectivas. En J. Gimeno y A. Pérez (eds.): *Comprender y transformar la enseñanza*. Madrid: Morata, 398-429.
- Pérez Gómez, A.I. (1993). La interacción teoría-práctica en la formación del docente. En L. Montero y J.M. Vez (eds). *Las Didácticas específicas en la formación del profesorado (I)*. Santiago de Comp: Tórculo, 29-52.
- Pérez Gómez, A.I. (2000). *El conocimiento profesional del docente en la sociedad*. Ponencia presentada en el "Simposio sobre la formación inicial de los profesionales de la educación". Girona.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), 175-185.
- Porlán, R. (2001). La formación de profesores de secundaria: principios para una nueva formación inicial. En F.J. Perales et al. (eds.) : *Las Didácticas de las Áreas Curriculares en el siglo XXI*. V. I. Granada: Edit. Universitaria, 201-207.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- Prawat, R.S. (1992). Teachers' beliefs about teaching and learning: A constructivist perspective. *American Journal of Education*, 100(3), 354-395.
- Roth, W.M. (2002). Aprender ciencias en y para la comunidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), 195-208.
- Schön, D. (1983). *The reflective practitioner*. New York: Basic Book.
- Stenhouse, L. (1982). *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata
- Valcárcel, M.V. y Sánchez Blanco, G. (2000). La formación del profesorado en ejercicio. En F.J. Perales y P. Cañal. (eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil, 557-582.
- Vázquez, B. (2005). *La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de los profesores de Ciencias Experimentales de Enseñanza Secundaria. Estudio de casos*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Huelva.

- Villani, A. y Franzoni, M. (2000). A competencia dilógica e a formação de um grupo docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3). Site: <http://www.if.ufrgs.br/ensino/revista.htm>.
- Wamba, A.M. (2001). *Modelos didácticos personales y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria*. Universidad de Huelva. Ann Arbor, Michigan, ProQuest Digital Dissertations. <http://wwwlib.umi.com/dissertations>.
- Zee, E.H. Van y Roberts, D. (2002). Using pedagogical inquiries as a basis for learning to teach: Prospective teachers' reflections upon positive science learning experiences. *Science Education*, 85(6), 733-757.
- Zeichner, K.M. (1995). Los profesores como profesionales reflexivos y la democratización de la reforma escolar. En *Volver a pensar la educación*, Vol. II, 385-398. Madrid: Morata-Paideia.