

Evolución de la reflexión y práctica de aula en la resolución de problemas. El caso de dos profesoras de ciencias de secundaria.

**Bartolomé Vázquez Bernal¹, Roque Jiménez Pérez², Vicente Mellado Jiménez³
Matilde Martos Carrasco⁴ y Carmen Taboada Leñero⁵**

⁽¹⁾ Profesor de Física y Química de Secundaria, Cádiz.

⁽²⁾ Dto. Didáctica Ciencias y Filosofía, Facultad de Educación, Universidad de Huelva.

⁽³⁾ Dto. Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas, Facultad de Educación, Universidad de Extremadura.

⁽⁴⁾ Profesora de Física y Química de Secundaria, Málaga.

⁽⁵⁾ Profesora de Biología y Geología de Secundaria, Huelva.

Resumen: El trabajo que se describe es el estudio de caso de dos profesoras de ciencias de secundaria, sobre la reflexión orientada a la acción y su influencia en el desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales, centrado en la resolución de problemas. El estudio se ha efectuado desde dos planos diferentes, una investigación de orientación cualitativa y otra de naturaleza crítica. Se ha puesto en evidencia la existencia de un núcleo duro en las teorías explícitas de las profesoras, de trascendental importancia para conocer los obstáculos que afectan a su desarrollo profesional y que determina la interacción entre reflexión y práctica de aula. Los resultados mostraron que las profesoras se encontraban en proceso de volver más complejos ambos procesos, permitiéndonos aproximarnos a sus posibles perspectivas de desarrollo.

Palabras clave: Resolución de problemas, desarrollo profesional del profesorado y complejidad, didáctica de las ciencias.

Abstract: We describe two cases study focused on analyzing the problem solving of two secondary education science teachers about how action-oriented reflection and action itself interact, and the influence on teacher professional development. The study comprised two levels – one qualitative, and the other critical in nature. We found there to exist a hard core of the teachers' explicit theories that is of great importance to understand the obstacles affecting their professional development and determining the interaction between reflection and classroom practice. The findings suggested that the teachers were in the midst of a process of the two processes becoming more complex, allowing us to move closer to their possible perspectives of development.

Keywords: Problem solving, teachers' professional development and complexity, science education.

1. El desarrollo profesional del profesorado

Inmersos nuevamente en España en un cambio del Sistema Educativo, es necesario señalar la importancia del profesorado en este proceso, ya que es lo que verdaderamente determina el éxito o el fracaso de cualquier reforma o innovación curricular (Tobin et al., 1994). Como señala Fullan (1991, p. 117) *“los cambios en educación dependen de lo que piensan y hacen los profesores, algo tan simple y a la vez tan complejo”*. Esta complejidad hace que las reformas educativas tengan escasa influencia en la vida del aula, si no dedican una atención especial a la formación del profesorado. Pero el cambio didáctico del profesorado es un proceso complejo en el

que intervienen numerosos factores que lo obstaculizan y dificultan (Mellado, 2003). Como señala Delval (2002, p. 79), "*cambiar los profesores es algo extremadamente difícil. Por una parte tienen sus hábitos de conducta y de enseñanza bien establecidos. Enseñan, sobre todo, como les enseñaron a ellos y cuando se tiene una cierta práctica resulta extremadamente difícil cambiar*".

Los profesores con experiencia tienen concepciones y conocimientos prácticos personales muy estables, consolidados a lo largo de su actividad profesional, y muy resistentes al cambio. Estos profesores no suelen hacer cambios radicales, sino que van sucesivamente incorporando y poniendo en práctica las ideas que consideran positivas para el aprendizaje de sus estudiantes. Este proceso suele ser lento y gradual y raramente implica el completo abandono de sus modelos didácticos en favor de otros nuevos, sino que más bien son adquisiciones y retenciones parciales. En estos profesores, el desarrollo profesional lo concebimos como una progresión gradual de sus modelos didácticos (Jiménez-Pérez y Wamba, 2003; Mellado, 2003; Porlán y Rivero, 1998; Valcárcel y Sánchez, 2000), a partir de lo que ya piensan y hacen, de los problemas reales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, de las preocupaciones cotidianas del profesor y del contexto en el que desarrolla su actividad.

Investigaciones anteriores han señalado que existen frecuentes desfases entre las concepciones y las prácticas de aula del profesorado de ciencias experimentales (Freitas *et al.*, 2004; Mellado, 1996). Por ello consideramos que la reflexión y la práctica son dos aspectos que tienen que avanzar integrados en el desarrollo profesional del profesorado.

El concepto de reflexión ha sido ampliamente tratado en el desarrollo profesional de los profesores, acuñándose la metáfora del "práctico reflexivo" (Schön, 1988), para relacionar la reflexión con la práctica de la enseñanza. Para la investigación nos hemos basado en los autores que, con distinta denominación, establecen distintos niveles en la reflexión del profesorado, desde una dimensión más técnica a otra más crítica, pasando por distintos niveles intermedios (Van Manen, 1977; Zimpher & Howey, 1987; Carr & Kemmis, 1988; Loudon, 1991; Schön, 1998).

Consideramos que la complejidad en la reflexión ha de trasladarse a la práctica de aula. Por tanto, partimos de la necesaria integración entre calidad de reflexión en los profesores, como generador de conocimiento, y práctica de aula, lo que, desde nuestro punto de vista, ha de redundar en un mayor grado de complejidad en el

desarrollo/conocimiento profesional. Para ello establecemos la hipótesis de complejidad con tres dimensiones, tanto para la reflexión como para la práctica del aula: la técnica, la práctica y la crítica. La hipótesis de la complejidad, la consideramos heredera de aportaciones teóricas precedentes en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales centradas en la progresión de los modelos didácticos personales de los profesores (Porlán y Rivero, 1998; Wamba, 2001; Jiménez-Pérez y Wamba, 2003).

En la hipótesis de complejidad, cada dimensión se vuelve más compleja, añadiendo una complejidad creciente a la propia reflexión. Desde los intereses instrumentales hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación. Recurriendo a una metáfora geométrica, en la dimensión técnica nos moveríamos en un universo lineal, plagado de rutinas y esquemas de acción autoconsistentes, los cuales se retroalimentan a sí mismos, pero que, observado desde el mismo, nos parecería completo y suficiente. En la dimensión práctica se estaría en un universo de dos dimensiones en el que la resolución de problemas prácticos orientaría a la reflexión. No existe solamente la perspectiva única, hacia delante o detrás, el ensayo/error como método de indagación de la práctica educativa. En la dimensión crítica, asociada a un universo de tres dimensiones, los problemas prácticos se vuelven más complejos ya que están incardinados en el contexto social diverso. En esta dimensión las concepciones, ideas y pensamientos y la propia práctica son sometidas a reflexión y revisión, en interacción con el contexto escolar y social.

La investigación en colaboración con otros profesores de situaciones y problemas relevantes de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias de interés de sus propias clases (Furió y Carnicer, 2002; Gil, 1993), y en particular los estudios de sus propios casos, consideramos que es una extraordinaria estrategia de desarrollo profesional. Los programas de investigación-acción se encuentran en esta línea, ya que la investigación-acción contribuye al desarrollo profesional del profesorado participante, gracias a la acción cooperativa que implica y al trabajo en equipo, mediante el cual el profesorado orienta, corrige y autoevalúa sus problemas y toma decisiones para mejorar, analizar o cuestionar la práctica educativa (Imbernón, 2002). En el desarrollo profesional hay que considerar los aspectos personales y sociales del profesorado, junto a los profesionales (Bell y Gilbert, 1994). Otra aportación importante es la metacognición, ya que el desarrollo profesional se estimula por procesos sucesivos de autorregulación metacognitiva del profesor, basados en la reflexión, comprensión y control de lo que

piensa, siente y hace, y de los propios cambios que el profesor realice (Copello y Sanmartí, 2001). Esto supone tomar conciencia de los problemas de enseñanza y aprendizaje que pueden ser mejorables, elaborar nuevas actividades, materiales y estrategias de enseñanza, ponerlos en práctica, reflexionar sobre su enseñanza y sobre los resultados en el aprendizaje de los estudiantes, contrastarlos y autorregularlos.

El trabajo que describimos se enmarca en una investigación-acción más amplia (Vázquez Bernal, 2005) sobre la forma en que la reflexión orientada a la acción y la propia acción interaccionan, así como su influencia en el desarrollo profesional. La investigación está realizada en un Instituto de Secundaria de un pueblo de 20.000 habitantes de la provincia de Huelva, por un profesor del centro, con el doble rol de facilitador-investigador, junto a cuatro profesores más de ciencias del centro. En este artículo analizaremos los casos de dos profesoras con respecto a la resolución de problemas, un aspecto básico en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la enseñanza secundaria.

2. La resolución de problemas

La resolución de problemas puede favorecer la motivación, ayudar a que los alumnos aprendan, clarifiquen, apliquen y refuercen los principios que se enseñan, y es en sí mismo un proceso que desarrolla las capacidades cognitivas del alumno y produce nuevos aprendizajes. Sin embargo, los problemas son también una de las mayores causas de dificultades de aprendizaje del alumnado. Muchos alumnos se sienten impotentes para resolver los tradicionales problemas que se les plantean, a los que ven como un “muro” infranqueable que les desmotiva y desanima. Esto les lleva a afrontar los problemas con una actitud negativa y de abandono cognitivo, confiando sólo en la memorización de problemas-tipo como única forma de superar los problemas de los exámenes.

Martínez et al. (1999) analizan las concepciones del profesorado de ciencias de secundaria, en formación inicial y en ejercicio, sobre los problemas de lápiz y papel. La mayoría reconoce la capacidad educativa estos problemas, pero los profesores en ejercicio tienen una visión más pesimista. Las atribuciones de las causas se centran casi exclusivamente en las carencias de conocimientos, habilidades y capacidades de los estudiantes, minimizando la influencia del modelo de enseñanza.

La secuencia tradicional para los problemas escolares en las clases de ciencias suele

reducirse a las siguientes acciones: el profesor expone la teoría (conceptos, leyes, etc.); después, pasa a la práctica, donde el profesor propone problemas-tipo de lápiz y papel que ilustran la aplicación de la teoría o, a veces, en el laboratorio donde el estudiante sigue la receta dada por el profesor y comprueba la teoría impartida. Habitualmente se resuelven algunos ejercicios que vienen al final del capítulo del libro de texto o de un listado elaborado al efecto por el profesor (López, 1994). Naturalmente lo anterior sería una caricatura extrema, ya que no dudamos que cada profesor, introduce las variantes en la secuencia que sus conocimientos y experiencia consideran adecuadas para mejorar el aprendizaje.

Estos problemas suelen plantear situaciones estandarizadas, con escasa relación con la vida cotidiana, con preguntas cuantitativas sobre alguna magnitud, y aportando los datos necesarios para la resolución, y solamente éstos. El enunciado potencia el operativismo carente de significación científica y la memorización irreflexiva, y dificulta el tratamiento cualitativo de la situación. Para resolverlos, a los alumnos les basta aplicar las fórmulas y los algoritmos adecuados, que han sido en la mayoría de los casos previamente ilustrados por el profesor.

Este tipo de problemas son explicados por el profesor como algo que se sabe hacer, que no plantea dudas ni exige tentativas. Para el profesor no son verdaderos problemas ya que conoce la solución de cada uno, la cual explica a sus alumnos clara y linealmente (Ramírez *et al.*, 1994). No se realiza una discusión cualitativa previa del problema (Garret *et al.*, 1990), raramente se pide a los alumnos que hagan un análisis de los resultados y, aún más raro, una retrospectiva de lo que han aprendido con la resolución del problema (López, 1994). Finalmente, el control del aprendizaje se realiza por medio de una evaluación con problemas parecidos a los realizados anteriormente, que el alumno resuelve de forma semejante que el problema-tipo de referencia.

Todas estas situaciones llevan a los alumnos a asumir los problemas como una situación física muy concreta, que tiene datos específicos para calcular algo, que ha de tener respuesta y que para resolverlos es necesario utilizar los datos del problema, y aplicar la fórmula o conjunto de fórmulas adecuadas. La percepción de los alumnos es que los problemas escolares son distintos de los problemas que se encuentra en su vida cotidiana (López, 1994).

Como constatan Mettes *et al.* (1980), los estudiantes cuando se enfrentan a un problema no saben cómo empezar: simplemente buscan una fórmula adecuada o bien se

limitan a esperar la resolución del profesor. Los estudiantes no saben abordar problemas nuevos (Dumas-Carré *et al.*, 1990; Gil y Martínez, 1983) y en muchas ocasiones resuelven los problemas de forma mecánica sin entender lo que hacen. La realización de actividades y tareas en contextos muy cerrados, como la aplicación o ilustración de los conceptos explicados por el profesor en un tema dado, hace que las actividades sean realizadas por los estudiantes de modo mecánico sin preguntarse por su sentido (Pozo, 1996). El hecho de que los enunciados tengan todos los datos necesarios y suficientes hace que los estudiantes ni siquiera se pregunten sobre lo que necesitan hacer para resolver el problema.

Numerosos trabajos de didáctica de las ciencias han criticado esta forma mecánica y rutinaria de plantear y resolver los problemas (Gil *et al.*, 1988; Hobden, 1998; Perales, 2000; Vázquez Bernal y Jiménez Pérez, 1998), que da una imagen empirista y distorsionada de la actividad científica, desanima a los alumnos a hacer análisis cualitativos de la situación, les impide buscar sus propios caminos para resolverlos, les desmotiva al considerar la actividad científica como algo inútil y alejada de la vida cotidiana, refuerza los aprendizajes mecánicos y memorísticos en detrimento de los cognitivos y significativos, y, en suma, les supone una fuente de obstáculos y dificultades para el aprendizaje de las ciencias.

Un análisis realizado en libros de textos y profesores (Becerra *et al.*, 2004) pone en evidencia que no se enseña a resolver problemas abiertos, sino que se explican soluciones ya hechas. Para Gil *et al.* (1999) una de las principales dificultades *“estriba en el hecho de que en realidad, no se enseña a resolver problemas, es decir, a enfrentarse a situaciones desconocidas, ante las cuales el resolvente se siente inicialmente perdido, sino que los profesores explicamos soluciones que nos son perfectamente conocidas ... consecuentemente, los estudiantes pueden aprender dicha solución y repetirla ante situaciones prácticamente idénticas, pero, pero no aprenden a abordar un verdadero problema y cualquier pequeño cambio les supone dificultades insuperables provocando manipulaciones no significativas de datos, fórmulas e incógnitas y, muy a menudo, el abandono”* (p. 314).

Por otra parte, una misma tarea puede ser un problema para una persona y no serlo para otra, bien porque ésta última dispone de los mecanismos que conducen de forma inmediata a la solución o porque la situación no tiene interés para ella, por lo que no se la plantea como problema. La misma situación puede ser un simple ejercicio, un

verdadero problema o algo irresoluble, dependiendo de la persona que tiene que resolverlo (Pérez y Pozo, 1994).

Basándose en la zona de desarrollo próximo de Vygotsky (1979), Garret (1988) propone el continuo de la figura 1 entre ejercicios y problemas. Considera que para cada persona existe un continuo entre lo conocido y lo completamente desconocido, en el que están los ejercicios, puzzles o rompecabezas, y los verdaderos problemas, que son los que requieren salir del paradigma existente, reaplicarlo, o reinterpretarlo. En los ejercicios o rompecabezas puros la persona conoce toda la información y tiene poco interés por su resolución. En cambio la zona de interés óptimo se corresponde con situaciones que presentan un grado medio de dificultad, y para la que cada persona puede tener expectativas e interés en su solución, por lo que representan el máximo interés didáctico.

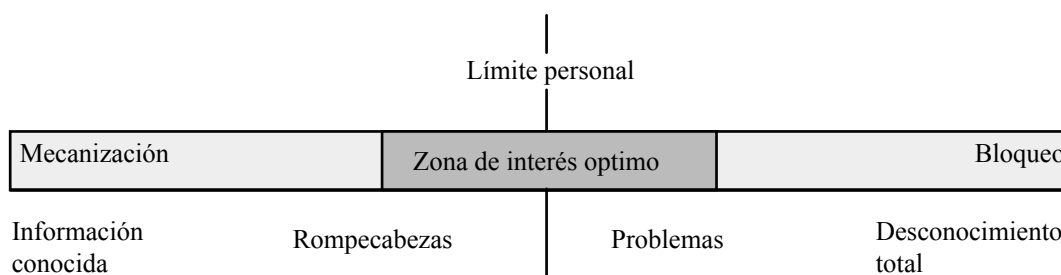


Figura 1. Zona de interés óptimo para la resolución de problemas (Garret, 1988)

Se trataría de transformar los ejercicios mecánicos sin interés en verdaderas situaciones problemáticas que activen la zona de interés óptimo de cada alumno (Garret *et al.*, 1990). Para ello es necesario que los problemas planteados, sean situaciones novedosas, próximas a los intereses de los alumnos, abiertas y con una cierta intriga o suspense que les estimulen a planificar, a tomar decisiones y a esforzarse por resolverlos (Pozo, 1996). Los alumnos aprenden más y reestructuran sus teorías y mantienen los cambios en el tiempo, cuando resuelven problemas abiertos (Ibáñez y Martínez, 2005).

En todo el proceso es necesario tener en cuenta los factores afectivos y emocionales, ya que las dificultades que encuentran los alumnos pueden hacer que afronten los problemas con una actitud negativa, de abandono cognitivo, e incluso con un alto grado de ansiedad y angustia que les bloquee y merme sus propias capacidades (Blanco y Guerrero, 2002).

Un importante aspecto que destacamos, acorde con la perspectiva constructivista,

supone partir de las ideas y conocimientos previos de los alumnos, reorganizándolos y mejorándolos (Pozo, 1996). Los problemas cualitativos potencian que el alumno establezca relaciones entre sus conocimientos previos y los implicados en el problema, y que realice previsiones e interpretaciones.

Sin embargo, la investigación realizada por Carcavilla y Escudero (2004) con alumnado de 2º de bachillerato, selectividad y primer curso universitario, señala que las dificultades de los alumnos para resolver los problemas no residen tanto en una interferencia de sus ideas previas, sino en la falta de comprensión de los conceptos y de falta de conocimientos necesarios, tanto conceptuales como procedimentales. En todo caso estos autores destacan la importancia de construir una apropiada representación cualitativa del problema como parte fundamental del proceso de resolución.

Desde el constructivismo (Carrascosa, 2005; Furió, Solbes y Carrascosa, 2006; Gil *et al.*, 1999) se cuestiona la distinción entre teoría, problemas y trabajos prácticos, y se propone un replanteamiento global concibiendo el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal, a través de la realización de actividades de investigación dirigidas a que incluyan las siguientes estrategias: a) planteamiento de situaciones problemáticas abiertas de interés para los estudiantes; b) estudio cualitativo de las situaciones con un plan para su tratamiento; c) tratamiento científico de los problemas (emisión de hipótesis, elaboración de estrategias de contraste, análisis de los resultados, conflicto cognitivo entre distintas concepciones, emisión de nuevas hipótesis); d) manejo reiterado de los nuevos conocimientos en una variedad de situaciones; y e) potenciación de actividades de síntesis, elaboración de productos y planteamiento de nuevos problemas. Los resultados de sus numerosos trabajos junto a los de Varela y Martínez (1997), indican que con estas estrategias se obtiene una mejora en el aprendizaje del alumnado.

Otro aspecto a considerar es el de la evaluación de los problemas. Para Jorba y Sanmartí (1997) enseñar, aprender y evaluar son procesos inseparables por lo que un cambio didáctico implica necesariamente un cambio en el modelo de evaluación. La evaluación es en sí misma una actividad metodológica que condiciona el aprendizaje (Alonso *et al.*, 1996) y cuando se utilizan para evaluar problemas-tipo se favorecen los conocimientos memorísticos y declarativos en detrimento de los procedimentales.

3. Formulación del problema de investigación

Resumimos los problemas que nos hemos planteado en la investigación:

- a) ¿Hay grado de convergencia entre reflexión y práctica de aula? ¿Cómo evolucionan ambas a través del tiempo?
- b) ¿En qué dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad, tanto para la reflexión como para la práctica en el aula, se encuentran ambas profesoras?
- c) ¿Cuál es la naturaleza de los obstáculos que dificultan la integración entre reflexión y práctica del aula, impidiendo un desarrollo deseable?
- d) ¿De qué forma un programa de investigación-acción puede incidir en el desarrollo profesional de los profesores?

4. Metodología de la investigación

4.1. El contexto de la investigación

La investigación se ha realizado en un Instituto de Secundaria de un pueblo de Huelva, por un profesor del centro, con el doble rol de facilitador-investigador, con cuatro profesores más de ciencias del centro. La operativización del proceso seguido con los profesores se acoge al modelo de investigación-acción de Kemmis y McTaggart (1988), donde se establecen ciclos sucesivos metodológicos de planificación, actuación, observación y reflexión. El trabajo se realizó durante dos cursos sucesivos, 2001-2002 y 2002-2003 con alumnos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria.

Marina es licenciada en Geología, y su experiencia como profesora es de ocho años cuando se implica en el grupo de trabajo, en el curso académico 2001-2002. Aunque tiene al menos tres cursos más de permanencia en el Instituto, su situación administrativa es de interinidad, lo cual le produce cierto grado de incertidumbre sobre su horizonte profesional. Con anterioridad, ha estado comprometida en grupos de trabajo sobre innovación curricular, con lo que las dinámicas colaborativas no le son ajenas. Ana, el nombre supuesto de nuestro segundo caso, es licenciada en Química, su experiencia como profesora es de doce años cuando se une al grupo de trabajo, en el curso académico 2001-2002. Ana tiene una situación administrativa de estabilidad al poseer la plaza en propiedad.

4.2. Instrumentos de recogida y análisis de datos

Los instrumentos de recogida y análisis de datos para la reflexión y la práctica se

consideran de primer orden, los de recogida de datos; de segundo orden, sistemas de categorías, modelos teóricos y taxonomías para el análisis de datos; y de tercer orden, compuestos por sistemas de representación e interpretación de los distintos elementos del análisis. Para la reflexión los de primer orden son los diarios y memorias de los profesores, las transcripciones de las reuniones del grupo de trabajo, los cuestionarios y las entrevistas. Para la práctica los de primer orden son las notas etnográficas y los extractos de vídeo de las sesiones de clase, y otras fuentes documentales, como las programaciones y unidades didácticas o las producciones de los alumnos. El instrumento fundamental de análisis de segundo orden, tanto para la reflexión como la práctica, es el Sistema de Categorías de Análisis. Los instrumentos de tercer orden son representaciones gráficas como las esferas de la complejidad para la reflexión y para la práctica y el horizonte de la integración reflexión-práctica.

La variedad de instrumentos nos permite abordar una triangulación desde distintas perspectivas. Así para la reflexión distinguimos tres formas según el contexto donde se realiza: introspectiva, orientada a la indagación y obtenida de los diarios; interrogativa, orientada a la declaración y obtenida de las memorias además de las entrevistas; y grupal, orientada a la interacción y obtenida de los registros de las reuniones.

El Sistema de Categorías de Análisis está formado por seis marcos analíticos: ideológico, formativo, psicológico, contextual, epistemológico y curricular. La estructura de análisis “tipos de problemas” forma parte del marco curricular. En consonancia con la hipótesis de la complejidad, distinguimos tres dimensiones, técnica, práctica y crítica. Para el análisis de la reflexión se considera una categoría en cada una de las dimensiones: problemas de respuestas cerradas (TPRC) en la dimensión técnica, problemas abiertos (PPRA) en la dimensión práctica, y problemas de investigación del entorno sociocultural en la dimensión crítica (CPRI).

Para el análisis de la práctica del aula hemos seguido la taxonomía de Wamba (2001), más explícita a la hora de clasificar la utilización de problemas en el aula. En esta taxonomía, los problemas se encuentran clasificados en tipo PRAM (esencialmente, aquellos que inducen respuestas únicas, de aplicación de contenidos concretos y de naturaleza mecánica y/o memorística), PRIA (problemas abiertos que inician problemas de investigación), PRIC (problemas que cuestionan y dan continuidad al proceso de investigación abierto) y, por último, problemas tipo PRID (dirigidos a aumentar y diversificar las respuestas de los alumnos). Según su contenido sociocultural los

problemas abiertos pueden incluirse, o no, en la categoría crítica. En la tabla I se indican las equivalencias de las categorías de la reflexión con las de la práctica del aula.

DIMENSIÓN	CATEGORÍAS (REFLEXIÓN)	CÓDIGOS	CATEGORÍAS (PRÁCTICA)	CÓDIGOS Wamba
Técnica	Problemas de respuestas cerradas	TPRC	Problemas de respuestas únicas, de aplicación de contenidos concretos y de naturaleza mecánica y/o memorística	PRAM
Práctica	Problemas abiertos	PPRA	Problemas abiertos que inician problemas de investigación	PRIA
			Problemas que cuestionan y dan continuidad al proceso de investigación abierto	PRIC
			Problemas dirigidos a aumentar y diversificar las respuestas de los alumnos	PRID
Crítica	Problemas de investigación del entorno socrionatural	CPRI		

Tabla 1. Categorías asociadas a la estructura “tipos de problemas”.

El sistema de procesamiento de la información, se realizó con el programa informático AQUAD. Su empleo en nuestra investigación se centró, principalmente, en la codificación, opciones de búsqueda, cálculo de frecuencia de las unidades de información, asociaciones en formatos de secuencias simples de códigos y la verificación de vínculos (Huber *et al.*, 2001). Los documentos analizados por medio de AQUAD han sido los diarios, memorias, registros de las reuniones, entrevistas y registros etnográficos. Además del cálculo de frecuencias el programa AQUAD permite obtener las vinculaciones de las categorías que aparecen en secuencias agrupadas entre sí, en grupos de dos o de tres de ellas.

5. Resultados

5.1. Caso Marina

a) Análisis de la reflexión

El análisis de la reflexión se realizó desde tres perspectivas complementarias. En primer lugar, se realizó un análisis clásico de frecuencias, surgido a partir de los resultados de las codificaciones realizadas con el programa AQUAD. En la tabla II se exponen los resultados globales de Marina en cada curso y dimensión.

	TÉCNICA	PRÁCTICA	CRÍTICA
Tipos de problemas (01-02)	TPRC (54) 85'7 %	PPRA (9) 14'3 %	CPRI (0) 0'0 %
Tipos de problemas (02-03)	TPRC (36) 52'2 %	PPRA (26) 37'7 %	CPRI (7) 10.1 %

Tabla II. Frecuencias de la reflexión de Marina para los tipos de problemas.

En el curso 2001/2002 la gran mayoría de las reflexiones sobre los tipos de problemas se encuentran en la dimensión técnica (85'7 %); no existiendo ninguna reflexión que podamos incluir en la dimensión crítica. Durante el curso 2002/2003, observamos, a tenor de las frecuencias anteriores, una tendencia hacia las dimensiones prácticas y críticas. En comparación con el curso 2001/2002, existe un grado mayor de complejidad en términos generales.

b) Análisis de vínculos de la reflexión durante los dos cursos

El análisis de vínculos, realizado por medio del programa AQUAD, nos permitió conocer las asociaciones entre dos y tres categorías, cuando aparecían en segmentos del texto en un área de 10 líneas consecutivas. Seleccionando las vinculaciones más frecuentes en cada curso elaboramos las representaciones que se muestran en la figura 2. A partir de la vinculación entre los códigos obtuvimos las categorías que actúan como núcleos duros, aquellas que destacan por sus elevadas tasas de frecuencia, o los agentes nucleadores, aquellas que además se vinculan de forma positiva con otras categorías. En la figura 2 se muestran las vinculaciones más significativas de Marina durante el curso 2002/2003.

Figura 2. Vinculaciones más significativas en el curso 2002/2003 entre categorías de Marina,.

En el segundo curso analizado los problemas cerrados (TPRC) se encuentran estrechamente vinculados con la rigidez de las actividades (TRIG), el refuerzo de las

ideas del profesor (TREF), así como la utilización de un pensamiento acrítico y tecnológico, basado en criterios de eficiencia (TEFI). Estas cuatro categorías constituyen el núcleo duro de las teorías explícitas de Marina en la dimensión técnica y nos indican que existen obstáculos que dificultan la evolución de Marina hacia una mayor complejidad.

b) Análisis de la práctica del aula de Marina

A partir del análisis con el programa AQUAD concluimos que en el curso 2001/2002 la profesora plantea un total de ciento veintiocho (128) problemas, distribuidos en las tres dimensiones de la forma siguiente:

TPRC: 99 problemas PRAM (77 %)

PPRA: 25 problemas PRIA y 4 problemas PRIC (23 %).

CPRI: No existen problemas de este tipo (0 %).

De los veinticinco (25) problemas PRIA, doce (12) son actividades que aparecen en la propia UD como problemas abiertos que inician procesos de investigación, lo cual reduce a diecisiete (17) los problemas de naturaleza práctica (ya sean problemas que inician o continúan un proceso de indagación) planteados por la profesora independientemente de la propia unidad. Como se desprende de la codificación, la mayor parte de las actividades, cuestiones o problemas planteadas responden a respuestas aleatorias o mecánicas, de aplicación de algún tipo de contenido estudiado en la unidad, ya sea conceptual o procedimental, no existiendo problemas que indaguen en la problemática medioambiental.

Como nos indicaba el análisis de vínculos, los problemas se hallan muy relacionados con la secuencia de actividades. Los problemas cerrados están generalmente asociados a una secuencia de actividades rígidas (TRIG) en las que la profesora propone un problema cerrado, el alumno resuelve, o no, y la profesora manifiesta el acuerdo, o desacuerdo, y confirma la solución. Muchos problemas abiertos en el planteamiento también acaban en una secuencia rígida en que la profesora resuelve.

En el curso 2002/2003 Marina plantea en clase un total de doscientos sesenta y nueve (269) problemas, distribuidos en las tres dimensiones de la forma siguiente:

TPRC: 209 problemas PRAM (78 %)

PPRA: 50 problemas PRIA, 8 problemas PRIC y 1 problema PRID (21,9 %).

CPRI: un solo problema de este tipo, relacionado con la problemática ambiental.

A continuación, mostramos un ejemplo de problemas de tipo PRAM:

“1723 ...alumna le pregunta por la concentración. La -> (1723-1733): PRAM	1728 La alumna le pregunta si la concentración
1724 profesora le dice que cuál es la definición o	1729 varía al coger una cuchara del líquido. La
1725 que le diga las dos formas de expresarla. Un	1730 profesora le explica que la concentración es
1726 alumno le responde y la profesora lo va	1731 constante y que la proporción de soluto y
1727 explicando. Los demás alumnos trabajan.	1732 litros de disolución se mantendrá constante.
	1733 Ahora se lo explica a nivel molecular. pca002-RET10-2002”

De los cincuenta (50) problemas PRIA, catorce (14) son actividades que aparecen en la propia UD, como problemas abiertos que inician procesos de investigación, lo cual reduce a cuarenta y seis (46) los problemas de naturaleza práctica y crítica planteados por la profesora, independientemente de la propia unidad.

A continuación, mostramos un ejemplo de este tipo de problemas, en el extracto del registro etnográfico:

“57 Una alumna dice que los huesos son 58 sustancia. Ella dice que no. Pregunta ¿qué -> (58- 60): PRIC	60 el agua. Y pregunta qué sustancias forman -> (60- 63): PRAM
59 sustancia forman los huesos. Ella contesta,	61 los nutrientes. Con la ayuda de los alumnos 62 hace un listado... pca002-RET1-2002”

También mostramos el único ejemplo de problemas CPRI, en el siguiente extracto del registro etnográfico correspondiente:

“2134 Comenta que van a abordar la catástrofe del -> (2134-2147): PRI	
2135 Prestige. Habla con los alumnos sobre el	
2136 tipo de sistemas materiales que forma el	
2137 agua de mar y el petróleo. Pide que se	
2138 pongan en grupos de a tres, ya que van a	2142 van hacer en cartulina, papel de cuartilla o
2139 hacer un mural con recortes de periódico en	2143 lo que quieran.
2140 la media hora de recreo en la biblioteca, ya	2144 14,41 h. Expresa que con toda la
2141 que allí hay periódicos y que el mural lo	2145 información reunida y la documentación
	2146 harán ese mural durante 2 ó 3 recreos, para
	2147 no perder clase. pca002-RET10-2002”

En la tabla III comparamos el porcentaje de los tipos de problemas utilizados por la profesora en el aula, en los dos años de investigación. La proporción se mantiene prácticamente idéntica en los dos cursos, aunque haya subido notablemente el número de cuestiones y problemas planteados en el aula por la profesora, principalmente por el

aumento de la interacción y participación del alumnado, en la dinámica del aula. En cuanto a los problemas tipo PRI, su presencia es casi testimonial, aunque la profesora le dedica tiempo a sus alumnos en las horas de recreo, hecho que lleva implícito una cierta desvalorización de su importancia.

Tipos de problemas	% en el curso 2001-2002	% en el curso 2002-2003
PRAM	77 %	78 %
PRIA, PRIC, PRID	23 %	21,9 %
CPRI	-	0,1 %

Tabla III. Evolución de los tipos de problemas planteados por Marina

En una sola ocasión utiliza una estructura de intervención flexible, que comienza con un problema tipo PRIA, el alumno resuelve y la profesora cuestiona con un problema tipo PRIC. En una sólo ocasión Marina utiliza una secuencia de actividades flexible y diversificada atendiendo a los distintos ritmos de aprendizaje del alumnado.

Como se desprende del análisis, la mayor parte de las actividades, cuestiones o problemas planteadas responden a respuestas aleatorias o mecánicas, de aplicación de algún tipo de contenido estudiado en la unidad, ya sea conceptual o procedimental. Por tanto, pensamos que en los tipos de problemas la profesora se encuentra en transición desde el nivel técnico al práctico, ya que, si bien los problemas de naturaleza técnica son mayoritarios, no podemos eludir la proporción de problemas prácticos empleados en el aula. Este resultado coincide con los de otras investigaciones, como la realizada por Luna y García (2003) en la que el profesor analizado se encontraba en transición entre un modelo tradicional de resolución de problemas y otro más innovador.

5.2. Caso Ana

a) Análisis de la reflexión

En la tabla IV se exponen los resultados globales de Ana en cada curso y dimensión.

	TÉCNICA	PRÁCTICA	CRÍTICA
Tipos de problemas (01-02)	TPRC (53) 89'8 %	PPRA (6) 10'2 %	CPRI (0) 0'0 %
Tipos de problemas (02-03)	TPRC (14) 45'2 %	PPRA (12) 38'7 %	CPRI (5) 16.1 %

Tabla IV. Frecuencias de la reflexión de Ana para los tipos de problemas.

Los resultados de la reflexión de Ana son muy similares a los de Marina. En el curso 2001/2002 la gran mayoría de las reflexiones se encuentran en la dimensión técnica

(89'8 %). Durante el curso 2002/2003, observamos una tendencia hacia las dimensiones prácticas y críticas. En el curso 2001/2002, existe un grado mayor de complejidad en términos generales.

b) Análisis de vínculos de la reflexión durante los dos cursos

En la figura 3 se muestran las vinculaciones más significativas de Ana durante el curso 2002/2003, entre las que se encuentra la utilización de problemas cerrados (TPRC).

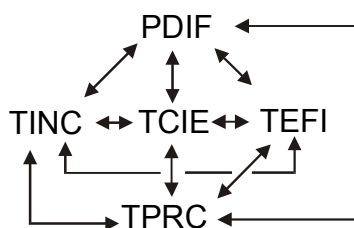


Figura 3. Vinculaciones más significativas en el curso 2002/2003 entre categorías de la dimensión técnica de Ana.

En caso de Ana durante el segundo curso analizado los problemas cerrados (TPRC) se encuentran estrechamente vinculados con la consideración del conocimiento científico como un aspecto fundamental de los contenidos escolares (TCIE), la utilización de un pensamiento acrítico y tecnológico, basado en criterios de eficiencia (TEFI) y la atribución a de las dificultades a la falta de comprensión del alumno (TINC). A diferencia de Marina no existe una vinculación tan fuerte entre los problemas cerrados y la rigidez de las actividades (TRIG). Las categorías, TPRC, TEFI y conforman el núcleo duro del pensamiento reflexivo de Ana, el cual está mediatizado por el alto de grado de conocimiento disciplinar que su formación le ha proporcionado, lo que le induce a actuar de forma acrítica en ocasiones, buscando la eficacia que mejor se acomode a esta perspectiva cientifista, trasluciendo esta actuación en el tipo de problemas cerrados que se proponen en el aula y aludiendo en bastante ocasiones a la falta de comprensión de sus alumnos para explicar las dificultades en el aprendizaje de estos. Sin embargo, en el segundo curso, surge la vinculación con la reflexión sobre las dificultades de los alumnos (PDIF), lo cual entraña una verdadera preocupación por encontrar el origen de tales dificultades, más allá de la incompreensión de los alumnos y que emerge con fuerza introduciéndose en su núcleo duro.

b) *Análisis de la práctica del aula de Ana*

A partir del anterior análisis concluimos que durante el curso 2001/2002 Ana plantea un total de ciento treinta y dos (132) problemas, distribuidos de la siguiente forma:

TPRC: 86 problemas PRAM (65 %)

PPRA: 34 problemas PRIA y 12 problemas PRIC (35 %).

CPRI: No existen problemas de este tipo (0 %).

A continuación mostramos un ejemplo de problema de tipo PRAM de los planteados por Ana:

“1218 Pregunta qué sustancia es el soluto y cuál el
-> (1218-1221): PRAM
1219 disolvente. Un alumno responde que el
1220 soluto es la glucosa. La profesora termina
1221 ella misma la respuesta. La profesora
1222 pregunta qué significa 55 g/l. Un alumna

-> (1222-1227): PRAM
1223 responde, pero la profesora quiere una
1224 respuesta más completa. Los alumnos
1225 responden y ella completa sus
respuestas:
1226 "por cada litro de disolución hay 55
gramos
1227 de glucosa". (14,05 h). pma001-
RET12-2001”

De los treinta y cuatro (34) problemas PRIA, doce (12) son actividades que aparecen en la propia UD como problemas abiertos que inician procesos de investigación, lo cual reduce a treinta y cuatro (34) los problemas de naturaleza práctica (ya sean problemas que inician o continúan un proceso de indagación), planteados por la profesora, independientemente de la propia unidad. Como se deduce de la codificación, la mayor parte de las actividades, cuestiones o problemas planteados responden a respuestas aleatorias o mecánicas, de aplicación de algún tipo de contenido estudiado en la unidad, ya sea conceptual o procedimental, no existiendo problemas que indaguen en la problemática medioambiental. La profesora se encuentra en transición desde el nivel técnico al práctico, ya que si bien los problemas de naturaleza técnica son los mayoritarios, no podemos obviar esa tercera parte de problemas prácticos.

Durante el curso 2002/2003 Ana plantea un total de ciento sesenta y seis (166) problemas, distribuidos por dimensiones de la forma siguiente:

TPRC: 90 problemas PRAM (54 %)

PPRA: 45 problemas PRIA, 26 problemas PRIC y 3 problemas PRID (45 %).

CPRI: Se plantean dos problemas relativos a la problemática ambiental; uno relacionado con el hundimiento de un buque de transporte de combustible y otro relacionado con la importancia de este tipo de material y su utilización por nuestra sociedad.

De los cuarenta (45) problemas PRIA, siete (7) son actividades que aparecen en la propia UD, como problemas abiertos que inician procesos de investigación, lo cual reduce a sesenta y nueve (69) los problemas de naturaleza práctica y crítica (ya sean problemas que inicia, continúan o diversifican un proceso de indagación), planteados por la profesora independientemente de la propia unidad. A continuación indicamos las transcripción de una de las cuestiones abiertas planteadas por Ana:

“2746 9,41 h. Coro lee la siguiente cuestión, -> (2746-2756): PRIA 2747 referida a procesos de la naturaleza donde 2748 se dé la disolución. Los alumnos callan. 2749 José dice "¿los granizos de la lluvia?". La	2750 profesora le dice que no. Javier comenta 2751 que la lluvia en las plantas. Todos 2752 contribuyen a aclarar este aspecto. La 2753 profesora explica la disolución del abono en 2754 las plantas. Javier también contribuye 2755 hablando sobre el hecho de regar las 2756 plantas. Ella dicta la solución a Antonio. pma002-RET17-2002”
---	--

A continuación, mostramos el extracto del registro etnográfico del ejemplo de problema CPRI relacionado con la problemática medioambiental:

“2422 8,44 h. La profesora llama la atención. Ella -> (2422-2437): PRI 2423 expresa que van a hacer carteles del 2424 hundimiento de una gabarra con 2425 combustible en Algeciras. Dice que el 2426 petróleo es una disolución, que lo verán al 2427 final del tema. Ella pide que traigan 2428 material para hacerlo mañana, ya que se 2429 trata de abordar el problema de la	2430 contaminación. 2431 8,46 h. Antonio y José M ^a expresan que 2432 tienen muchos periódicos o que harán 2433 dibujos o frases. Los alumnos se agrupan de 2434 dos en dos. La profesora dice que debe traer 2435 todo el material: cartulinas, tijeras, 2436 rotuladores, pegamento. Les emplaza para 2437 mañana. pma002-RET11-2002”
---	---

En la tabla V comparamos los porcentajes de problemas utilizados por la profesora en los dos años de investigación.

Tipos de problemas	% en el curso 2001-2002	% en el curso 2002-2003
PRAM	65 %	54 %
PRIA, PRIC, PRID	35 %	45 %
CPRI	-	1 %

Tabla V. Evolución de los tipos de problemas planteados por Ana

La proporción de problemas tipo PRAM, ha disminuido apreciablemente entre ambos cursos, hasta ocupar prácticamente la mitad de las actividades planteadas en el aula. Este cambio de proporción no es ajeno a la creencia de la profesora de que, los problemas algorítmicos cerrados numéricos, representan una dificultad importante para

sus alumnos y decide emplear actividades más abiertas. En cuanto a los problemas tipo CPRI, si bien su presencia es casi testimonial, al menos se plantean, ocupando un lugar destacado, si no al menos en relación a su presencia, sí en la importancia que la profesora le otorga, ya que se extiende su ejecución a lo largo de tres sesiones completas.

En resumen, podemos señalar que Ana se encuentra en transición desde el nivel técnico al práctico, ya que, como ocurría el durante el primer curso analizado, en el segundo se mantienen las actividades, cuestiones o problemas planteadas que responden a respuestas aleatorias o mecánicas, de aplicación de algún tipo de contenido estudiado en la unidad, ya sea conceptual o procedimental. Sin embargo, éstas han disminuido de forma apreciable, constituyendo un poco más de la mitad de los problemas. También se aprecia un inicio de complejidad hacia posiciones críticas, por la importancia que concede a la problemática medioambiental.

6. Conclusiones

A continuación ordenamos las conclusiones de acuerdo a los problemas de investigación planteados.

a) ¿Hay grado de convergencia entre reflexión y práctica de aula? ¿Cómo evolucionan ambas a través del tiempo?

Con relación a los tipos de problemas, consideramos que existe una gran coherencia e integración entre la reflexión y la práctica de aula de Marina y de Ana. En la reflexión, tanto Marina como Ana se hallaban fundamentalmente en la dimensión técnica, debido a que el tipo mayoritario de problemas que solían emplear eran de naturaleza cerrada. Sin embargo ambas profesoras se encontraban en tránsito hacia la dimensión práctica, y durante el segundo año se produce un aumento sustancial de las reflexiones sobre problemas abiertos. En el aula, durante el primer año, ambas profesoras plantean un mayor porcentaje de problemas abiertos que en la reflexión, aunque siguen siendo mayoría los de naturaleza cerrada. En la práctica se detecta, en ambas profesoras, una menor evolución que en la reflexión entre el primer y segundo año. Aunque en otras estructuras analizadas (Vázquez Bernal, 2005) hemos encontrado algunos desfases, los resultados para los tipos de problemas nos indican una integración muy significativa entre las acciones y las reflexiones que las sostienen.

b) ¿En qué dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad, tanto para la reflexión como para la práctica en el aula, se encuentran las profesoras?

Ambas profesoras se encuentran en proceso de tránsito desde la dimensión técnica hacia la práctica, lo que implica que coexisten planteamiento de problemas cerrados y de problemas abiertos. Los resultados indican que los cambios son lentos y graduales, siendo mayores los cambios en la reflexión que en la práctica. Podemos por tanto señalar que tanto Marina como Ana han comenzado el tránsito hacia una mayor complejidad de su práctica docente.

c) ¿Cuál es la naturaleza de los obstáculos que dificultan la integración entre reflexión y práctica del aula, impidiendo un desarrollo deseable?

En ambas profesoras existen obstáculos que dificultan su desarrollo profesional. En ambas el planteamiento de problemas cerrados forma parte de su núcleo duro que afecta a otros muchos ámbitos. En el caso de Marina el planteamiento de problemas cerrados está muy relacionado con la rigidez en las secuencias de las actividades propuestas. En el caso de Ana los problemas cerrados están muy relacionados con una concepción cientifista de la asignatura, basada en criterios de eficacia, atribuyendo los problemas de aprendizaje a la falta de comprensión de los estudiantes.

d) ¿De qué forma un programa de investigación-acción puede incidir en el desarrollo profesional de los profesores?

El programa de investigación-acción ha incidido en el desarrollo profesional de las profesoras. Sin embargo, después de dos años de trabajo colaborativo, es claro que no se ha producido un cambio total de los modelos didácticos de Marina y de Ana, sino una evolución gradual de los mismos. Somos conscientes de que los procesos de cambios y los procesos de innovación deben prolongarse en el tiempo, en este sentido, nuestras opciones de futuro son continuar el trabajo con las profesoras, profundizando en aspectos y problemas que de interés para ellas, e incidiendo en aquellas estructuras que dificultan el desarrollo profesional. Dos de ellas especialmente importante para el futuro desarrollo profesional de las profesoras son la evaluación y la concepción del aprendizaje escolar ya que, tanto en Marina como en Ana, estos dos aspectos permanecen en la dimensión técnica después de los dos años de investigación.

Referencias bibliográficas

- Alonso, M., Gil, D. y Martínez, J. (1996). Evaluar no es clasificar: la evaluación y la calificación en una enseñanza constructivista de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 30, 15-26.
- Becerra, C., Gras-Martí, A. y Martínez-Torregrosa, J. (2004). Análisis de la resolución de problemas de física en secundaria y primer curso universitario en Chile. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 275-286.
- Bell, B. y Gilbert, J. (1994). Teacher development as professional, personal and social development. *Teaching and Teacher Education*, 10(5), 483-497.
- Blanco, L. J. y Guerrero, E. (2002). Profesores de matemáticas y psicopedagogos. Un encuentro necesario. En M.C. Penalva, G. Torregrasa y J. Valls (eds.): *Aportaciones de la didáctica de la matemática a diferentes perfiles profesionales* (pp. 121-142). Alicante: S.P. Universidad de Alicante.
- Carcavilla, A. y Escudero, T. (2004). Los conceptos en la resolución de problemas de física “bien estructurados”: Aspectos identificativos y aspectos formales. *Enseñanza de las Ciencias*, 22(2), 213-228.
- Carrascosa, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(3), 388-402.
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- Copello, M.I y Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 269-283.
- Delval, J. (2002). Entrevista a Juan Delval, realizada por P. Cañal. *Investigación en la Escuela*, 43, 71-80.
- Dumas-Carré, A.; Gil, D. y Goffard, M. (1990). Les élèves peuvent-ils résoudre des problèmes? *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 728, 1289-1299.
- Freitas, M.I., Jiménez Pérez, R. y Mellado, V. (2004). Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced teacher and an inexperienced teacher. *Research in Science Education*, 34(1), 113-133.
- Fullan, M. (1991). *The new meaning of educational change*. Chicago: Teacher College Press.
- Furió, C. y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 47-73.
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006) Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique*, 48, 64-77.
- Garret, R. M. (1988). Resolución de problemas y creatividad: implicaciones para el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(3), 224-230.
- Garret, R.M.; Satterly, D.; Gil-Pérez, D. y Martínez, J. (1990). Turning exercises into problems: An experiments study with teachers in training. *International Journal of Science Education*, 12(1), 1-12.
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez, J., Guisasola, G., González, e., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.
- Gil, D. y Martínez, J. (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5 (4), 447-455.
- Gil, D., Martínez, J. y Senet, (1988). El fracaso en la resolución de problemas de física: una investigación orientada por nuevos supuestos. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 131-146.
- Hobden, P. (1998). The role of routine problem tasks in science teaching. In B.J. Fraser y K. Tobin (eds.): *International Handbook of Science Education* (pp. 219-231.). Dordrecht: Kluwer A. P.
- Huber, G.I., Fernández, G. y Herrera, L. (2001). *Análisis de datos cualitativos con AQUAD cinco para Windows*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Ibáñez, T. y Martínez, M.M. (2005). Solving problems in genetics II: Conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, 27(12), 1495-1519.
- Imberón, F. (2002). La investigación educativa y la formación del profesorado. En F. Imberón (ed.): *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa* (pp. 11-68). Barcelona: Grao.
- Jiménez Pérez, R., Wamba, A. M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), 113-131.
- Jorba, J. y Sanmartí, N. (1997). La evaluación como instrumento para mejorar el proceso de aprendizaje de las ciencias. En L. del Marina (coord.): *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* (pp.155-199). Barcelona: ICE.Horsori.

- Kemmis, S. y McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Barcelona: Laertes.
- López, J. I. (1994). El pensamiento del profesor sobre el conocimiento de los alumnos. *Investigación en la Escuela*, 22, 58-66.
- Louden, W. (1991). *Understanding Teaching: Continuity and Change in Teachers' Knowledge*. Londres: Casell/ New York: Teachers' College Press, Columbia University.
- Luna, M. y García, J. E. (2003). La transición hacia el conocimiento profesional deseable. *Investigación en la Escuela*, 49, 23-38.
- Martínez, C., García, S., Mondelo, Vega, P. (1999). Los problemas de lápiz y papel en la formación de profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 211-225.
- Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial primaria y secundaria, *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 289-302.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.
- Mettes, C. T. C. W.; Pillot, A.; Roossink, H. J. y Kramer-Pals, H. (1980). Teaching and learning problem-solving in science. Part I: A general strategy. *Journal of Chemical Education*, 57 (12), 882-885.
- Perales, F.J. (2000). *Resolución de problemas*. Madrid: Síntesis Educación.
- Pérez, M.P. y Pozo, J.I. (1994). Aprender a resolver problemas y resolver problemas para aprender. En J.I. Pozo et al. (eds.): *La solución de problemas* (pp. 13-52). Madrid: Santillana Siglo XXI.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada Editora.
- Pozo, J. I. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Editorial.
- Ramírez, J. L.; Gil-Pérez, D. y Martínez, J. (1994). *La resolución de problemas de física y química como investigación*. Madrid: CIDE.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.
- Tobin, K.; Tippins, D.J y Gallard, A.J. (1994). Research on instructional strategies for teaching science. En D. Gabel (ed.): *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York: Mcmillan. pp. 3-44.
- Valcárcel, M.V. y Sánchez, G. (2000). La formación del profesorado en ejercicio. En F.J. Perales y P. Cañal (eds.): *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 557-581). Alcoy: Marfil.
- Van Manen, M. (1977). Linking ways of knowing with ways of being practical. *Curriculum Inquiry*, 6, 205-228.
- Varela, M.P. y Martínez, M.M. (1997). Una estrategia de cambio conceptual en la enseñanza de la física: la resolución de problemas como actividad de investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(2), 173-188.
- Vázquez Bernal, B. (2005). La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de profesores de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. Tesis Doctoral Inédita. Universidad de Huelva.
- Vázquez Bernal, B. y Jiménez Pérez, R. (1998). Importancia de la discusión a través de la evaluación, en la resolución de problemas de física y química, integrada en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En C. Martínez y S. García: *La Didáctica de las Ciencias. Tendencias actuales* (pp. 477-486). La Coruña: Universidad de la Coruña.
- Vygotsky, L. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Grijalbo.
- Wamba, A.M. (2001). *Modelos didácticos y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria*. <http://www.lib.umi.com/cr/uhu/results>.
- Zimpher, K. L. y Howey, K.R. (1987). Adapting supervisory Practices to different Orientations of Teaching Competence. *Journal of Curriculum and Supervision*, 2(2), 102-112.