

**¿CÓMO PODEMOS LLEVAR A CABO UNA INVESTIGACIÓN-ACCIÓN PARA
MEJORAR LA PRÁCTICA EN EL AULA DE CIENCIAS?
(How can we carry out an action-research to improve practice in the science classroom)**

Bartolomé Vázquez Bernal [bartolomevazquez@andaluciajunta.es]

IES Jorge Juan, San Fernando, Cádiz

Dpto. Didáctica Ciencias y Filosofía, Universidad de Huelva

Roque Jiménez-Pérez [rjimenez@uhu.es]

Dpto. Didáctica Ciencias y Filosofía, Universidad de Huelva

Vicente Mellado Jiménez [vmellado@uex.es]

Dpto. Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas

Universidad de Extremadura, Badajoz

Resumen

El trabajo describe un programa de investigación-acción realizado con profesores de enseñanza secundarias de ciencias experimentales. El programa persigue el desarrollo profesional a través de la innovación curricular, tomando como agente promotor la reflexión orientada a la práctica, prestándose especial atención a la socialización del profesorado. A lo largo de dos cursos escolares se realizaron acciones encaminadas a tales efectos, organizándose a través del conocimiento didáctico del contenido. Los resultados muestran que el profesorado, de forma lenta y gradual, va incorporando nuevas teorías prácticas a sus reflexiones y al trabajo en el aula.

Palabras clave: Investigación-acción; formación continua del profesorado, conocimiento didáctico del contenido, hipótesis de la complejidad.

Abstract

The work describes a program of action-research carried out with secondary education science teachers. The program pursues the professional development through the curricular innovation, taking as promotional agent the action-oriented reflection, lending itself special attention to the socialization of the teachers. Throughout two school years actions directed to such effects were taken, organizing themselves through pedagogical content knowledge. The results show that the teachers, in a slow and gradual form, are incorporating new practical theories to their reflections and work in the classroom.

Keywords : action-research; continuous training of science teacher; didactic knowledge of content, complexity hypothesis.

Introducción: la investigación-acción

Desde el campo de la formación del profesorado, el interés por la investigación-acción (en adelante I/A), puede remarcarse por diversas motivaciones, entre otras, el avance en la educación y en la formación de la investigación orientada a las decisiones; el interés por el desarrollo del *currículum* construido por el profesorado; la aproximación entre teoría y práctica, y los nuevos enfoques epistemológicos (Imbernón, 2002). En este sentido, hemos pretendido la realización de un programa de I/A con profesores de un centro público de enseñanza secundaria, que está enmarcado en una investigación de mayor amplitud (Vázquez Bernal, 2006), en la que algunos de los objetivos que se persiguen es conocer la forma en que un programa de esta naturaleza puede favorecer el desarrollo profesional de los profesores implicados en el estudio, así como la mejora de la intervención y la formación en el marco de la enseñanza de las Ciencias Experimentales, a partir del conocimiento de la incidencia de tales programas de innovación curricular.

Nuestra consideración de lo que entendemos por desarrollo profesional impregnó el programa a desarrollar. Partimos de la base que la indagación supone, en primer lugar, procesos de reflexión personal y colectiva, realizados por y para los profesores, procesos que han de repercutir de forma positiva en el desarrollo profesional, así como en el personal y social del profesorado. Sin embargo, éramos conscientes de la corta duración del programa para que incidiera de forma efectiva en la complejidad, en el sentido de mayor capacidad en la interacción con el medio (Vázquez *et al.*, 2005), de sus acciones y reflexiones. Otra cuestión importante para nosotros es que, en el campo de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), el conocimiento didáctico del contenido actúa como agente aglutinante del conocimiento disciplinar y del conocimiento cotidiano, ambos de diferentes epistemologías. A su vez, todas aquellas actividades enmarcadas en la reflexión orientadas a la práctica, tanto individual como colectiva, pueden posibilitar la elaboración de teorías fundamentadas sobre ésta, volverla más compleja, y servir de integración entre reflexión e intervención directa en el aula.

La utilización de la I/A en contextos educativos es de una actualidad rabiosa, si se nos permite la expresión, como se refleja en la amplísima literatura al respecto (Carr y Kemmis, 1988; Grundy, 1998; Imbernón, 1998; Goyyete y Lessard-Herbert, 1988). En el ámbito de la DCE, Hewson *et al.* (1999) estiman que los procesos de I/A ocurren de forma natural en el trabajo de muchos profesores, proporcionando conciencia al profesorado sobre su propia práctica (Tabachnik y Zeichner, 1999). Esta forma de reflexión sobre la práctica se vincula con el desarrollo del profesorado, complementando la reflexión personal con la profesional, en la que el individuo concentra su vida con experiencias como profesor, aprendiz o investigador (Baird *et al.*, 1991; Grundy, 1998).

Según diversos autores, el problema más importante que tiene planteado actualmente la investigación en el área de la DCE y, sobre la enseñanza en general, es el de la separación entre el conocimiento que se genera a través de dicha investigación y el que aplica en el aula (AA.VV., 2002). En España, estas formas de indagación colaborativas se abren paso de forma gradual, creciendo la literatura al respecto (Membiela, 2002). Sin embargo, somos partidarios de que deben ser los profesores quienes desarrollen sus propias bases ideológicas, en función de los procesos de reflexión y prácticos que se pongan en juego. En el contexto en que se realiza nuestras investigaciones, pensamos que la I/A actúa de puente o nexo con la *investigación interpretativa*, ya que su misión no consiste en captar los entendimientos y las categorías interpretativas de los individuos, sino también en explorar cómo esas categorías se relacionan con la práctica y con el desarrollo sistemático de teorías educacionales críticas (Pérez, 1999), solventando la desvinculación del cambio y la toma de decisiones que caracteriza a la investigación interpretativa.

Marco teórico

El sustrato fundamental de nuestro trabajo lo constituye la denominada “*hipótesis de progresión del conocimiento profesional*” (Porlán y Rivero, 1998; Jiménez-Pérez y Wamba, 2003; Jiménez-Pérez, 2004). Esta hipótesis incide en la búsqueda de modelos didácticos personales propios del profesorado. Este colectivo posee experiencias, creencias y conocimientos prácticos personales muy estables, creados y consolidados a lo largo de su actividad profesional (Mellado, 2003). Tanto creencias y conocimientos, como prácticas docentes son bastantes refractarios al cambio (Jeanpierre *et al.*, 2005), pues la naturaleza de los obstáculos implicados dificultan la evolución de sus modelos didácticos (Tobin, 1998; Hashweh, 2003).

La columna vertebral de nuestras investigaciones la conforma lo que denominamos “*Hipótesis de la Complejidad*”, incidiendo, además, en determinadas ideas asociadas al concepto de pensamiento complejo (Morin, 1995; Bonil *et al.*, 2004). Desde estas premisas postulamos la

integración entre la capacidad de reflexión del profesorado y su práctica de aula. Este nexo será el generador de conocimiento y catalizará la apertura hacia la interacción con el medio educativo en toda su complejidad, lo que, a su vez, desde nuestras premisas teóricas, debe redundar en un mayor grado de complejidad en el desarrollo profesional del profesorado. En diferentes trabajos hemos incidido en el discurso teórico que articula nuestra propuesta de Hipótesis de la Complejidad (Vázquez Bernal *et al.*, 2007c), tratando aspectos diferentes, como la evolución de la reflexión (Vázquez Bernal *et al.*, 2007a), la interacción entre reflexión y práctica (Vázquez Bernal *et al.*, 2006a), el análisis de la epistemología en el medio escolar (Vázquez *et al.*, 2006b), el estudio de las interacciones en el aula (Vázquez Bernal *et al.*, 2007b) y las secuencias de actividades (Vázquez Bernal *et al.*, 2007d).

En la Hipótesis distinguimos tres dimensiones, tanto para la reflexión como para los procesos de intervención en el aula: técnica, práctica y crítica. En nuestra hipótesis, cada dimensión añade más complejidad a los procesos implicados, desde una interacción escasa, sacrificada en aras de la eficacia (dimensión técnica), pasando por la resolución de problemas prácticos (dimensión práctica), hasta la consideración de que el problema educativo está incardinado en un contexto social complejo y único (dimensión crítica). Al considerar la naturaleza transdisciplinar, compleja y multidimensional de la propia educación (Herrán *et al.*, 2005), abordamos el análisis de las reflexiones e intervenciones en el aula con un amplio abanico de estructuras (veintiséis, en concreto), que ahondan en diferentes marcos: ideológico, formativo, psicológico, contextual, epistemológico y curricular. Por razones de espacio, en el presente artículo sólo incidiremos en los aspectos centrados en la reflexión, dentro del marco formativo y en la estructura referida a la DCE, aquella que más se acerca a nuestra pretensión de describir el proceso de I/A en el seno del grupo docente, para ahondar en aquellos obstáculos que, de acuerdo con nuestras premisas teóricas, impiden la complejidad en la reflexión. A continuación, describiremos la Hipótesis de la Complejidad centrada para cada dimensión.

Estructura de análisis: DCE

Dimensión técnica: la primera categoría expresa “*la resistencia a la lectura didáctica*” (código TRES). Esta opción por el rechazo, en nuestro caso particular a la adquisición de nuevos conocimientos, forma parte de lo que Porlán *et al.* (1998) han denominado “*tendencia a la uniformidad y rechazo a la diversidad*”. En la práctica se traduce en la adopción de una posición inmovilista y refractaria a la adquisición de saberes ligados, en nuestro caso, a la DCE, ya que este conocimiento emana de la concepción de que los saberes científicos son suficientes en el aprendizaje del alumnado. La segunda categoría se asocia a “*la inseguridad en el dominio curricular de la materia impartida*” (código TDOM). La inseguridad en el dominio curricular de la materia se asocia con ser suficiente el conocimiento de la misma, junto a algunos complementos psicopedagógicos, para enseñar bien y de forma correcta. Sin duda, este conocimiento constituye un buen punto de partida, pero debe complementarse con un conocimiento curricular, el dominio de estrategias de diseño, el desarrollo de materiales didácticos y el conocimiento y las habilidades docentes para conducir la actividad y evaluación del alumnado (Prieto *et al.*, 2000).

Dimensión práctica: dentro la dimensión práctica hallamos dos categorías distintas, “*el interés por la lectura didáctica*” (código PLEC) y “*el conocimiento didáctico del contenido*” (código CDC). La primera categoría contrasta con la resistencia a la lectura descrita en la dimensión anterior. En el interés hacia los hallazgos de la investigación en DCE, centramos buena parte del desarrollo profesional del profesorado. Sin embargo, como apunta Mellado (2000), uno de los obstáculos específicos con que se encuentra el profesorado es la escasez de materiales curriculares adaptados a las nuevas estrategias que precisamente preconiza la didáctica. Respecto a la segunda categoría, el papel del CDC en la formación del profesorado, tanto en la inicial como en la continua, a lo largo de su vida profesional, se ha consolidado como trascendental, debido, entre otras razones,

a su especial incidencia sobre el conocimiento práctico. La DCE como disciplina debe ser portadora de este cuerpo de conocimientos y favorecer su construcción personal (Blanco, Mellado y Ruiz, 1995).

Dimensión crítica: conforma la categoría en esta dimensión “*la pertenencia a una comunidad de profesionales donde se intercambien experiencias en DCE*” (código CEXP). Las relaciones complejas que se establecen dentro del mundo educativo son intrincadas y, precisamente, el asunto del intercambio de experiencias no es menor, ya que afecta a nuestro desarrollo personal, social y profesional. Como señala Davis (2003), las metas y planes para el cambio educativo necesitan ser construidas por comunidades comprometidas y cooperativas (profesorado, alumnado, padres y madres, autoridades educativas y personas expertas). En la tabla I aparecen las categorías y sus códigos asociados a la organización temporal de acuerdo con la Hipótesis de la Complejidad.

Tabla I. Estructuras, categorías y códigos para el análisis.

Didáctica de las ciencias experimentales	D. T.: Resistencia a la lectura didáctica (TRES); inseguridad en el dominio curricular de la materia impartida (código TDOM)
	D. P.: Interés por la lectura didáctica (PLEC); conocimiento didáctico del contenido (código PDID)
	D. C.: Pertenencia a una comunidad de profesionales donde se intercambien experiencias en didáctica de las ciencias experimentales (código CEXP)

Objetivos y formulación del problema de investigación

Los objetivos que pretendemos conseguir con el desarrollo de este trabajo son:

- Determinar el nivel de reflexión en que se encuentra un determinado “*caso*” de acuerdo con las dimensiones establecidas dentro de nuestra Hipótesis de la Complejidad y su evolución en el tiempo.
- Conocer la naturaleza de los obstáculos que dificultan la complejidad en la reflexión e impiden un desarrollo deseable.
- Describir la forma en que un programa de investigación-acción puede incidir en el desarrollo de los profesores.
- Favorecer el desarrollo profesional, así como la mejora de los programas de intervención y formación en el marco de la enseñanza de las Ciencias Experimentales, a partir del conocimiento de la incidencia de tales programas de innovación curricular.

Metodología de investigación

Confluyen en nuestro trabajo dos niveles de investigación, un primer nivel consistente en un programa de I/A desarrollado en un centro educativo durante los cursos 2001-2002 y 2002-2003, en el cual, uno de los autores adquiere el rol de “*facilitador*”, asesorando en los aspectos metodológicos característicos de la I/A (Vázquez *et al.*, *en prensa 1*). Esta figura del facilitador es objeto de un intenso debate (Haney *et al.*, 2002; Imbernón, 2002), en nuestro caso su papel fue el de asesorar en los aspectos metodológicos propios de la I/A, facilitar materiales, contribuir a crear climas adecuados de trabajo, coordinar actividades, establecer contactos y actuar como apoyo en momentos de incertidumbres, aunque todo bajo la premisa de no prefigurar y forzar las metas para el cambio, esto es, “*no obligar a los profesores a discurrir en una dirección predeterminada*”.

Simultáneo a este proceso, se desarrolla otro nivel de investigación complementario (nivel 2), donde el propio facilitador actúa de “*investigador*”, con el alejamiento necesario para, a través de una metodología interpretativa centrada en un estudio de casos, contribuir, entre otros objetivos a la comprensión de los procesos que se ponen en práctica en grupos de profesores comprometidos en la innovación curricular y en la mejora profesional.

Contexto general de la investigación

El programa mencionado se desarrolló, en un instituto público, a lo largo de dos años consecutivos, durante los cursos 2001-2002 y 2002-2003, si bien, durante los cursos precedentes, ya existía una cultura de la experimentación en torno a diversas áreas del currículo, como la evaluación y la resolución de problemas. El profesorado del grupo de I/A pertenecía a los departamentos de Física-Química y Biología-Geología del centro educativo y su experiencia oscilaba entre los ocho y doce años. Su formación disciplinar era distinta, aunque vinculados al campo de las ciencias experimentales. Independientemente del grado de evolución de las ideas del profesorado sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, un denominador común les unía: el grado de motivación ante la innovación curricular y, por tanto, sus deseos de mejora profesional. Sus nombres, para mantener la privacidad deseada, serán Ana (cuyo *caso* describiremos en este trabajo), Marina, Joaquín y Luís. A lo largo del segundo curso se unió otra profesora, destinada a ese centro, Rosa, licenciada en ciencias biológicas. Dentro de los obstáculos al cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales, el conocimiento de los roles o identidad personal ocupa un lugar esencial (Tobin *et al.*, 1994; Mellado, 2000). En este sentido, para mejorar la contextualización de la investigación y enriquecerla, describiremos qué roles adoptó el profesorado a lo largo de la investigación. Estos roles surgían de sus propias palabras, puesto de manifiesto en múltiples ocasiones, en las que explícitamente utilizaban metáforas para describir su conducta y sensaciones dentro del aula (cuadro 1).

Cuadro 1. Las metáforas de los profesores.

≠	La madre: Ana
≠	El padre espiritual: Joaquín
≠	La controladora: Marina
≠	El facilitador: Luis
≠	La oyente: Rosa

El proceso de investigación-acción en el grupo de trabajo

Las fases preliminares

Como ya expresamos, en el centro de trabajo se habían desarrollado experiencias en la elaboración de pruebas iniciales de evaluación, resolución de problemas y el uso del laboratorio como recurso didáctico y la edición de trabajos prácticos. En pocas palabras, existía una habituación a las dinámicas colaborativas en los departamentos de ciencias. En el curso 2000-2001, acordamos grabar en vídeo, en el aula, a la profesora Marina como experiencia inicial que nos permitiera depurar las técnicas necesarias para trabajar con soltura, en los cursos siguientes, con este instrumento de recogida de información, además de tomar notas etnográficas por el facilitador. Marina tuvo acceso a esos documentos y se emplearon varias sesiones para su crítica. Durante el primer curso, 2001-2002, en los inicios de la investigación, una vez incorporados Ana y Joaquín al centro, todos estuvimos de acuerdo en constituir un grupo de trabajo que incidiera en la innovación curricular y que tuviera, como uno de sus objetivos principales, la reflexión crítica sobre nuestra

profesión y la instauración, en el aula, de nuevas formas de trabajo centradas en la mejora de la profesionalidad, entendida ésta, según expresaron los profesores, como “*forma de obtener satisfacciones en el aula, a través de un aprendizaje más significativo del alumnado*”.

Se acordó que el grupo de trabajo asumiera las líneas metodológicas de un grupo de I/A, operativizándose según el modelo de I/A de Kemmis y McTaggart (1988), como se expresa en la figura 1:



Figura 1. Ciclos metodológicos de I/A en el grupo de trabajo, adaptado de Kemmis y McTaggart (1988).

Se debatió en el grupo cuál podía ser la población de alumnado, esto es, nivel y edad en que desarrollaríamos nuestros esfuerzos. Se acordó que el primer ciclo de la I/A se centraría en el alumnado de 3º Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO, 14 años), en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza, por un lado y en el alumnado del Ámbito Científico-Tecnológico (ACT) pertenecientes al Programa de Diversificación Curricular (PDC) de 4º ESO (15 años), ambos en el curso 2001-2002. También se adoptó la decisión de realizar una amplia fase de reflexión antes de realizar las primeras grabaciones de aula, que debían ocurrir a mitad del curso, por el mes de marzo de 2002.

La primera fase de planificación – Curso 2001/2002

En la figura 2 ofrecemos un resumen de las actividades realizadas, en el grupo de trabajo, durante la fase de planificación en el curso 2001/2002 (reuniones que fueron recogidas en audio y transcritas). Comenzamos empleando el cuestionario de concepciones declaradas de Wamba (2001), pues indaga sobre las concepciones del profesorado acerca de la naturaleza de la ciencia, sobre el qué enseñar, cómo enseñar y sobre cuestiones relativas a la evaluación, a la vez que permite reflexionar sobre tales cuestiones (Mellado, Blanco y Ruiz, 1997). Después del cuestionario se procedió a realizar una entrevista, con ella queríamos aumentar la validez de las informaciones, ya que al cruzar los datos se profundiza en aspectos que el propio cuestionario no alcanza (Rivero, 1996).

El siguiente paso, en el grupo de trabajo, fue la elaboración de unidades didácticas (UD), a partir de los materiales que el profesorado del centro utilizaba en su práctica docente. El diseño de UD es considerado por algunos autores como una de las actividades más importante que llevan a cabo el profesorado (Cañal, 2000; Jiménez y Wamba, 2003), ya que a través de ellas se concretan sus ideas y sus intenciones educativas.

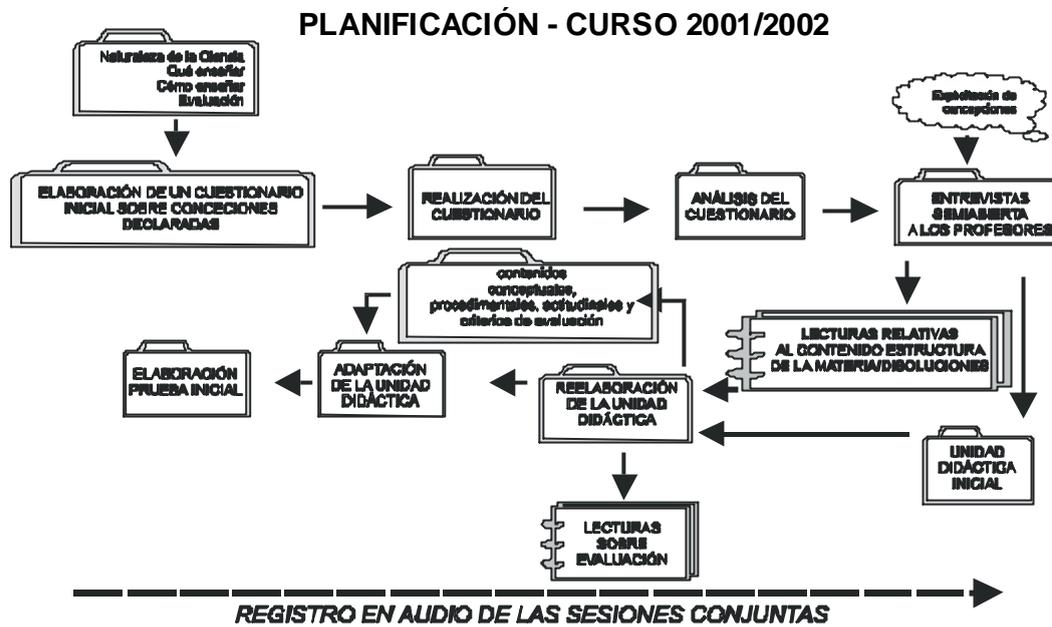


Figura 2. Resumen de las actividades realizadas en el grupo de trabajo durante la fase de planificación en el curso 2001/2002.

Esta importancia otorgada a las UD se concretó, en nuestro grupo, con la lectura de un artículo al efecto (Sánchez, de Pro y Valcárcel, 1997). Nuestra intención era que se confrontase la UD, que hasta ahora se venía utilizando en el centro con las recomendaciones de especialistas en el área de la DCE. La UD empleada en el centro estaba basada en los *programas-guías* (Gil y Martínez, 1987; Calatayud *et al.*, 1994) y consistía en una reformulación de una UD propuesta en varios libros de texto (Hierrezuelo, 1994; Hierrezuelo *et al.* 1998). Ésta se había ido readaptando durante distintos cursos escolares y amoldándose al contexto e intereses del alumnado, si bien mantenía el espíritu de los *programas-guías*. En lo referente al contenido concreto en que nos centraríamos para la elaboración de la UD se eligió “*La Estructura de la Materia y las Disoluciones*”, por su cercanía fenomenológica a las experiencias cotidianas de los alumnos (Benarroch y Marín, 2000; Blanco *et al.*, 2000). Con la intención de enriquecer el debate se hicieron lecturas relativas a la evaluación y la negociación (Otero, 1998).

La primera fase de actuación/observación – Curso 2001/2002

En la figura 3 ofrecemos un resumen de las actividades realizadas, en el grupo de trabajo, durante la fase de actuación/observación en el curso 2001/2002. Como fuentes de información decidimos inclinarnos por la utilización de diarios (profesorado y alumnado seleccionados), el registro de notas etnográficas y las grabaciones de aula en vídeo, instrumentos que pasaremos a describir a continuación.

ACTUACIÓN/OBSERVACIÓN - CURSO 2001/2002

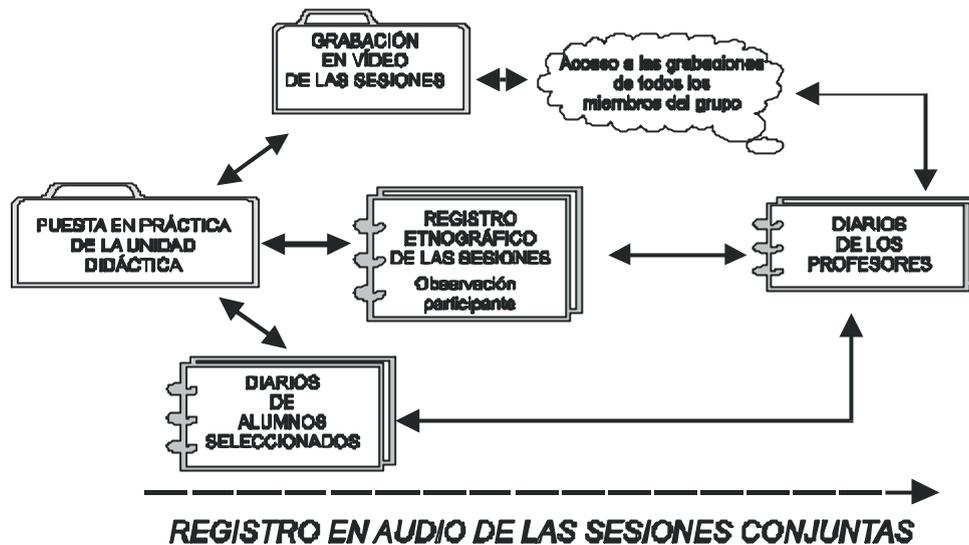


Figura 3. Resumen de las actividades realizadas en el grupo de trabajo durante la fase de actuación/observación en el curso 2001/2002.

A) Los diarios del profesorado y alumnado: la utilización de diarios está ampliamente fundamentada en la investigación cualitativa dentro del campo particular que nos interesa, el terreno educativo (López Ruiz, 2000; Lucio, 2001). En este sentido, cada profesor/a se comprometió a realizar un diario durante el tiempo que durase la implementación de la UD. Como fuente de información adicional para el profesorado, se seleccionaron tres alumnos/as por cada profesor/a. Se editaron documentos lo más didáctico posible y centrados en la DCE (Grilles *et al.*, 1993), discutiéndose entre todas las partes. En este tiempo, el *facilitador* utilizaba los diarios como fuente de información, tanto en el plano formativo como en el investigador, enriqueciendo el debate en el grupo y añadiendo valor a la *triangulación* de las fuentes (Porlán y Martín, 1997).

B) Los registros etnográficos: en la recogida de información y las notas de aula, se anotó cuanto se escribía en la pizarra, ya que ésta cumple un papel muy importante en el aula, lo que no desecha otra forma de presentar la información, como soportes en papel o trabajos prácticos de laboratorio. Sin embargo, como nuestro punto de atención se focalizaba en el profesorado, sólo describíamos las producciones de los alumnos/as, cuando podían decirnos algo respecto al profesor/a, lo cual restringía nuestra atención y reducía nuestro campo. Para finalizar este apartado, queremos destacar que con la entrega de los registros etnográficos al profesorado, pretendíamos realizar una doble función. Por un lado conceder validez al instrumento de recogida de datos y, por otra, proveer de un instrumento que les motivara y orientara en la reflexión sobre su práctica docente.

C) Las grabaciones de aula: en el plano formativo, dentro de la I/A, queríamos ofrecer un espacio público para la reflexión (Mark *et al.*, 1998; Kincheloe, 2001), de forma que el profesorado no sólo tenía acceso a sus propias grabaciones, sino a las grabaciones de sus compañeros/as, que nos permitía preparar el espacio para la autocritica y la crítica del contrario, si bien, este último aspecto fue menos utilizado, puesto que el profesorado era reacio a criticar abiertamente a sus propios compañeros/as. Nuestra pretensión, por tanto, era proponer medios que promovieran la reflexión y que se plasmaron en los diarios del alumnado, los registros etnográficos, las grabaciones de aula y el debate en el grupo de trabajo (figura 4):



Figura 4. Complejidad de la reflexión a través de diversos instrumentos.

D) Los documentos empleados: denominamos *documentos* todo registro de información que el profesorado utiliza a lo largo del proceso de elaboración, implementación y evaluación de la unidad didáctica y que esté relacionado con ella. Su soporte puede ser informático o en la forma clásica de papel. En este sentido, tales documentos pueden hacer referencia a actividades que se desarrollan en el grupo de trabajo, como pruebas iniciales, listado de contenidos de la UD, criterios de evaluación, la propia unidad didáctica con su programa de actividades, pruebas de evaluación empleadas, exámenes y memorias del profesorado (éstas se comentarán en el punto siguiente).

E) El diario del facilitador/investigador: a lo largo de la investigación, creímos conveniente disponer de un diario elaborado por el investigador, donde se fuera recogiendo todas aquellas ideas, comentarios, decisiones, estrategias y reflexiones que fueran surgiendo a lo largo de las sesiones en que nos reuníamos el grupo de trabajo.

La primera fase de análisis/reflexión – Curso 2001/2002

En la figura 5 ofrecemos un resumen de las actividades realizadas, en el grupo de trabajo, durante la fase de análisis/reflexión en el curso 2001/2002. Esta fase comenzó cuando todo el profesorado del grupo de trabajo ya habían implementado su UD en el aula, lo que ocurrió, aproximadamente, a mediados del mes de mayo de 2001, prolongándose, por tanto, la anterior fase de actuación/observación, durante unos tres meses. El *facilitador* propuso la elaboración de un test, en escala Lickert, que pudiera informarnos de diversas cuestiones de la UD, en función de los resultados en la evaluación de la propia unidad, de la prueba inicial, de aquellos contenidos que resultaban más complicados para el alumnado y de la propia visión del profesorado. A partir de esto, se elaboró un Test de Dificultades (Vázquez *et al.*, 2004).

ANÁLISIS/REFLEXIÓN - CURSO 2001/2002

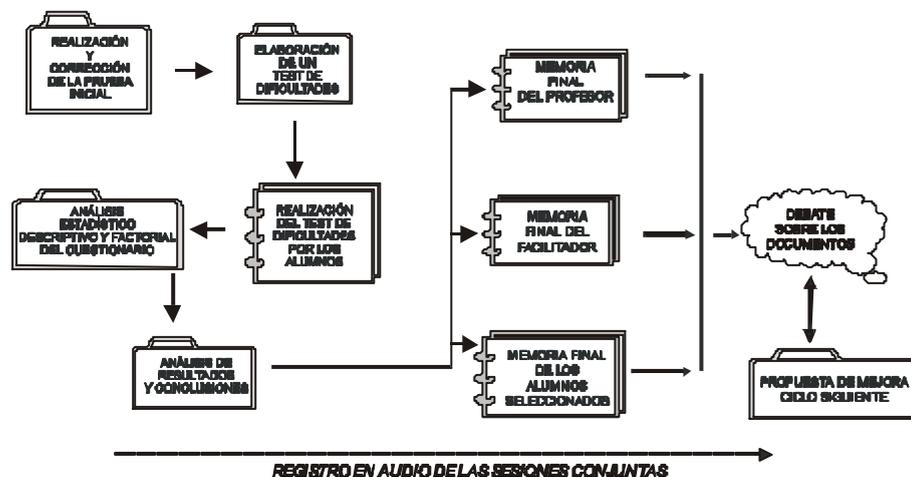


Figura 5. Resumen de las actividades realizadas en el grupo de trabajo durante la fase de análisis/reflexión en el curso 2001/2002.

Tras el trabajo descrito en el punto anterior, el curso llegaba a su fin, con lo que debíamos concluir la espiral del primer ciclo de la I/A, esto es, se había de terminar con la fase de reflexión, con propuestas de mejoras para el curso siguiente. Durante la segunda quincena del mes de junio, se analizaron y debatieron las **memorias finales** de los miembros del grupo de trabajo y se realizaron reflexiones sobre las posibles mejoras que habrían de introducirse en la UD. También, cada profesor/a convino, en qué aspectos deseaban incidir en el grupo de trabajo del curso siguiente.

La segunda fase de planificación – Curso 2002/2003

En la figura 6 ofrecemos un resumen de las actividades realizadas, en el grupo de trabajo, durante la fase de planificación en el curso 2001/2002. Durante este curso, se inicia una nueva espiral con la incorporación de una nueva profesora al departamento de Biología-Geología, Rosa, cuya entrada no modifica esencialmente la dinámica del grupo, sino que le añade una nueva perspectiva y la enriquece. Se encuentran tres núcleos de interés para los deseos de cambios del profesorado: el conocimiento didáctico del contenido (Prieto, Blanco y González, 2000), la metacognición (Minnick y Alvermann, 1993; Boadas, 2001; Monereo, 2001) y los trabajos prácticos en el laboratorio de ciencias (Caamaño *et al.*, 1994; Hierrezuelo *et al.*, 1998; Nolen, 2003).

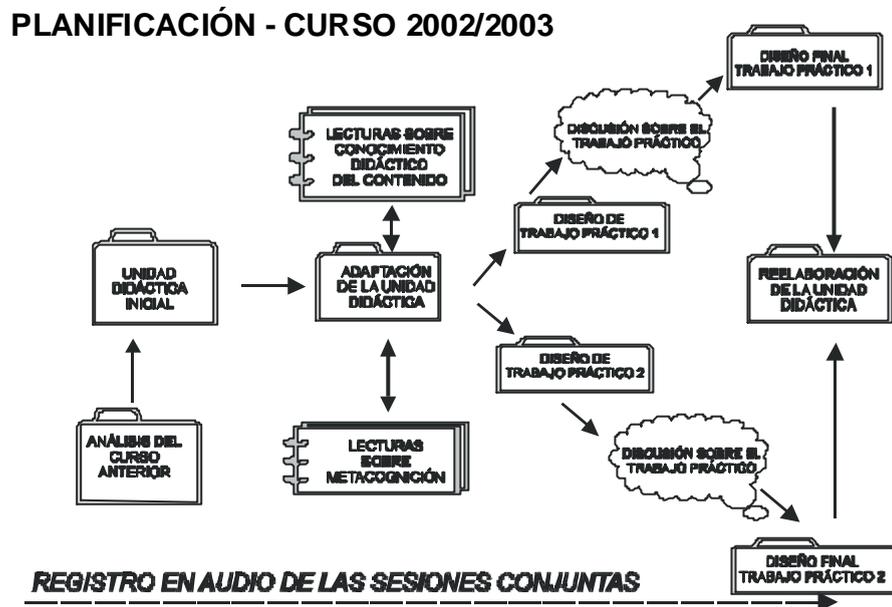


Figura 6. Resumen de las actividades realizadas en el grupo de trabajo durante la fase de planificación en el curso 2002/2003.

La fase de planificación se prolongó a lo largo del primer trimestre del curso 2002/2003, esto es, a lo largo de tres meses y concluyó con la reelaboración de las UD, la cual recogía aspectos de los tres núcleos de interés del profesorado. Hemos de comentar el hecho de que la profesora Ana, llevada por su interés hacia la diversificación dentro del aula, decidió centrarse en los alumnos del PDC en el ACT, dentro del cuarto curso de la ESO, con lo que incluyó una variante durante este curso, no impartiendo clases en el tercero de ESO.

La segunda fase de actuación/observación – Curso 2002/2003

En la figura 7 se reproduce un resumen de las actividades realizadas durante la fase de actuación/observación en el curso 2002/2003. Esta fase del ciclo de I/A, actuación/observación, se desarrolla en términos similares a la del ciclo precedente. Esto es, se realizan las implementaciones de las UD en el aula, efectuándose las grabaciones de aula, los registros etnográficos y diarios del profesorado, así como los diarios del alumnado con la misma intencionalidad que se argumentó en

el anterior ciclo y que, por no ser repetitivos, no queremos volver a desarrollar. En cambio, sí deseamos ser explícitos en el comentario sobre los miembros del propio grupo de trabajo.

ACTUACIÓN/OBSERVACIÓN - CURSO 2002/2003



Figura 7. Resumen de las actividades realizadas en el grupo de trabajo durante la fase de actuación/observación en el curso 2002/2003.

La segunda fase de análisis/reflexión – Curso 2002/2003

El último ciclo de investigación I/A se desarrolló a partir de mediados del mes de marzo, fechas en las que Ana concluye su puesta en práctica de la unidad didáctica. En la figura 8, se muestra un resumen de las actividades desarrolladas en la fase final de los ciclos de I/A.

ANÁLISIS/ REFLEXIÓN - CURSO 2002/ 2003



Figura 8. Resumen de las actividades realizadas en el grupo de trabajo durante la fase de análisis/reflexión en el curso 2002/2003.

Instrumentos de análisis de la investigación

Dentro del segundo nivel de investigación de este trabajo, para ofrecer una perspectiva que incida en el rigor metodológico, el vector de investigación presenta las siguientes características según Latorre *et al.* (1996): aplicada, transversal-longitudinal, descriptiva, explicativa, cualitativa, de campo, ideográfica y orientada al descubrimiento. Con esta misma intencionalidad de claridad metodológica, prestamos especial atención a los criterios de calidad (credibilidad, transferibilidad,

consistencia y neutralidad), así como el contraste de los datos desde diferentes perspectivas. En este sentido, para el análisis de la reflexión distinguimos tres formas diferentes (tabla II), según el contexto donde ésta se realiza: introspectiva, interrogativa y grupal.

Tabla II. Formas de reflexión utilizadas en la investigación.

<i>Tipo de reflexión</i>	<i>Introspectiva</i>	<i>Interrogativa</i>	<i>Grupal</i>
<i>Nº de Participantes</i>	Uno	Dos	Más de dos
<i>Orientada a la...</i>	Indagación	Declaración	Interacción
<i>Documentos analizados</i>	Diarios de l profesorado	Memorias y entrevistas	Registro de reuniones

Aparecen clasificados en la tabla III una síntesis de los instrumentos utilizados en la investigación, así, aparecen denominados como elementos de primer orden (recogida de datos), segundo orden (sistemas de categorías, modelos teóricos empleados para analizar los datos) y tercer orden (presentación e interpretación de los datos globales).

Tabla III. Instrumentos de recogida de datos, análisis y presentación de datos.

	<i>Análisis de la Reflexión</i>
<i>Instrumentos de Primer Orden</i>	? Diarios ? Memorias ? Reuniones del Grupo de Trabajo ? Cuestionario de Concepciones Iniciales Declaradas (CID) ? Cuestionarios Finales ? Entrevistas Semiestructuradas
<i>Instrumento de Segundo Orden</i>	? Categorías Marco Contextual
<i>Instrumento de Tercer Orden</i>	? Síntesis gráfica de la Complejidad

El proceso de la información tuvo un apoyo importante en un software informático específico: el programa AQUAD (Huber *et al.*, 2001). Este soporte destaca por su capacidad para el análisis de datos cualitativos, principalmente, en tareas de codificación, opciones de búsqueda, asociación de secuencias simples de códigos y verificación de vinculaciones entre categorías.

Resultados

Como hemos especificado, por razones de espacio, sólo mostraremos los resultados del análisis de la reflexión de la profesora Ana. Los resultados se expondrán desde tres perspectivas diferentes: una cuantitativa, teniendo en cuenta las frecuencias de las categorías objeto de análisis en este estudio, otra relacionada con la indagación y emisión de hipótesis de vinculación entre las categorías consideradas y, por último, una visión cualitativa que incide en el propio contenido de las reflexiones del caso de la profesora Ana.

A) Análisis de frecuencias de la reflexión cursos 2001/2002 y 2002/2003

Presentamos, en la tabla IV, los resultados obtenidos de los códigos asociados a las categorías según la tabla I. Entre paréntesis se especifica el número de codificaciones encontradas e incluimos, en la complejidad total, las tres formas de reflexión.

Tabla IV. Evolución de la complejidad en cada dimensión.

Estructura	Complejidad total curso	D. TÉCNICA	D. PRACTICA	D. CRÍTICA
Didáctica de las ciencias experimentales	Curso 2001	TRES (10), TDOM (15)	PLEC (0), PDID (35)	CEXP (1)
	Curso 2002.	TRES (2), TDOM (3)	PLEC (0), PDID (14)	CEXP (2)

Destacamos de los resultados anteriores las elevadas codificaciones encontradas en la dimensión técnica para los códigos TDOM y TRES, durante el primer curso y el descenso apreciable, en el segundo. En la dimensión práctica destaca la categoría PDID con un descenso evidente en el segundo año. Por último, en la dimensión crítica encontramos que el código CEXP se mantiene en niveles muy parecidos.

B) Análisis de Vínculos

La generación de teorías sobre la base de datos cualitativos (Vázquez *et al.*, *en prensa 2*) confiere al programa AQUAD una de sus más eficaces potencialidades. Este módulo aplica la lógica deductiva para verificar sistemáticamente los vínculos de segmentos de texto, lo cual nos abre la posibilidad de formular hipótesis de vinculación entre categorías, las cuales, previamente, hemos denotado que aparecían asociadas en las reflexiones de la profesora en segmentos del texto, a partir de un área de 10 líneas consecutivas. A partir de esta asociación, el programa puede verificar o refutar hipótesis de vinculación. Los hallazgos se muestran en la figura 9.

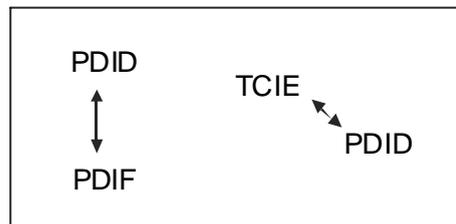


Figura 9. Vinculaciones prácticas de Ana en los cursos 2001 (izqda.) y 2002 (dcha.)

Descubrimos que el código PDID (asociado al Conocimiento Didáctico del Contenido), durante el primer curso de investigación, aparece vinculado a otra categoría que no es objeto de este trabajo, pero que es pertinente comentar. Se trata del código de naturaleza práctica PDIF, asociado al interés que muestra la profesora por las dificultades que se le presentan al alumnado en su aprendizaje. Dado la frecuencia de vinculaciones de PDID (35 en el primer año), pensamos que esta vinculación podría jugar un papel importante en el desarrollo de la profesora. Sin embargo, su estabilidad es limitada, ya que no aparece en el segundo año de estudio. En cambio, en este segundo período, sí aparece vinculada a un código de naturaleza técnica, TCIE, asociado al predominio de los contenidos científicos sobre los escolares, lo cual nos permite teorizar sobre la coexistencia de teorías prácticas rivales. Estos descubrimientos nos permiten predecir que el conocimiento didáctico del contenido (PDID), puede servir como agente nucleador, en torno al cual hacer crecer un posible estado de evolución en la reflexión de la profesora, pudiéndose emplear como zona de desarrollo profesional.

C) Análisis de contenido de la reflexión

Por lo que a la estructura *didáctica de las ciencias* se refiere, se encuentran evidencias en sus reflexiones que muestran su clara resistencia a la lectura de naturaleza didáctica, especialmente en ciencias, surgida de su formación altamente *cientifista*. Sin embargo, las reflexiones que afectan a la inseguridad en el dominio curricular descienden sensiblemente y, en consonancia con ello, valora más las relacionadas con el conocimiento didáctico del contenido, comenzando a perfilarse aspectos críticos, como es la pertenencia a una comunidad de profesionales.

En la figura 10 aparece, de forma global, una síntesis de naturaleza espacio-temporal de todos los resultados obtenidos para la reflexión de la profesora, a lo largo de los dos cursos del estudio, en una concreción metafórica de nuestra Hipótesis de la Complejidad. Con el ánimo de facilitar el acceso rápido a la información, hemos adoptado una serie de claves de interpretación, realizándose en dos niveles, desde los códigos y desde las flechas que se utilizan.

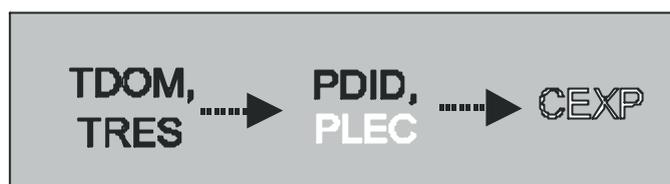


Figura 10. Evolución de la Complejidad para la reflexión de Ana.

Un código puede mostrarse de tres formas diferentes, con perfil y relleno negro (expresa que el código aparece en los dos cursos), con perfil negro y relleno blanco (el código aparece en un solo curso) y con perfil y relleno blancos (el código no aparece en ambos cursos). Por su parte, las flechas expresan la dirección de la complejidad, así, una flecha negra continua indica que se han completado la complejidad desde una dimensión inicial a la siguiente; una flecha blanca expresa que no existe complejidad y una punteada que se está en tránsito.

Conclusiones finales

Las consideraciones finales serán expuestas en función de los objetivos que nos planteamos en este trabajo y a la luz de los resultados obtenidos.

a) Nos planteamos determinar el nivel de reflexión de una profesora, Ana, como ejemplificación de todo el proceso seguido. Por razones de espacio, sólo hemos mostrado aquellos aspectos que incidían más en los aspectos relativos a la DCE y a la pertenencia a una comunidad de profesionales docentes. Esto es así porque el estudio completo se fija en seis marcos diferentes de análisis y veintiséis estructuras, además de incidir no sólo en los aspectos reflexivos, sino en los de intervención en el aula, además de su contraste mutuo. En el caso de la estructura referida a la DCE, dentro del marco formativo, de acuerdo con las dimensiones establecidas dentro de nuestra Hipótesis de la Complejidad, denotamos un proceso de mayor complejidad desde la dimensión técnica hasta la práctica. Así, la profesora abandona de forma sensible su resistencia hacia la lectura didáctica, si bien no se traduce en un mayor interés dentro de sus reflexiones. Por lo que respecta al CDC, su posición es más clara, por un lado, descienden la inseguridad en el dominio curricular, mientras muestra una mayor afinidad por este tipo de conocimiento. Por último, comienza a valorar posiciones críticas, como la pertenencia a un grupo interesado en la DCE.

b) Descubrimos que el código PDID (asociado al CDC), durante el primer curso de investigación, aparece vinculado a otra categoría que no es objeto de este trabajo, pero que es pertinente comentar. Se trata del código de naturaleza práctica PDIF, asociado a una categoría que señala el interés de la profesora por las dificultades que se le presentan al alumnado en su aprendizaje. Dada la elevada frecuencia de esta categoría, pensamos que esta vinculación podría jugar un papel importante en el

desarrollo de la profesora. Sin embargo, su estabilidad es limitada, ya que no aparece vinculada en el segundo año de estudio. En cambio, en este segundo período, sí aparece vinculada a un código de naturaleza técnica, TCIE, asociado al predominio de los contenidos científicos sobre los escolares, un verdadero obstáculo en sus reflexiones, lo cual nos permite teorizar sobre la coexistencia de teorías prácticas rivales. Estos descubrimientos nos permiten predecir que el CDC, puede servir como “*agente nucleador*”, en torno al cual hacer crecer un posible estado de evolución en la reflexión de la profesora, pudiéndose emplear como zona de desarrollo profesional. Otro aspecto en que deseamos incidir, es la fuerte influencia de los roles. Durante la enseñanza infantil y primaria se abandona el papel de “*madre*”, demandado socialmente, exigiéndose, por parte también del contexto social, un papel más disciplinario con que enfrentarse a los “*adolescentes rebeldes*”. Estas circunstancias hacen añadir a nuestras profesoras una doble presión, la propia del hecho educativo y la de los roles estipulados socialmente (Susi, 1994). La adopción de un rol determinado, pensamos, es la respuesta a estas demandas.

c) El proceso de cambio, conceptual, metodológico y actitudinal, en el cual el profesorado del grupo está inmerso y que fue ampliamente descrito en las páginas anteriores, viene catalizada por la DCE y nos comunica la influencia que en diversos aspectos analizados posee (Vianna y Pessoa, 2001). Dentro de las expectativas que se abren, el apoyo y la labor continuada en ambientes de innovación curricular y abiertos al exterior, ha de vehiculizar todos los aspectos citados, aprovechando el escenario privilegiado que, a nuestro juicio, proporciona la DCE, tanto por su nivel de desarrollo actual, como por su implicación ideológica y socializadora.

d) Las fuentes que inspiraron el programa fueron el conocimiento de la práctica, la elaboración de nuevas teorías prácticas, la innovación curricular y la socialización del profesorado. Es justo preguntarnos por su grado de fiabilidad y su exportación a otros contextos diferentes. Expresamos la idea de que, aunque estos patrones no se pueden generalizar a otras situaciones diferentes, sí pueden ser materia de reflexión, comprensión y crítica. Los resultados extraídos de una I/A, sólo son transferibles a otros contextos, cuando el acto de generalización es visto como un proceso de interacción dialéctica entre el lector y el autor. Sin embargo, las expectativas son esperanzadoras, ya que el profesorado muestra una indudable preocupación por las condiciones en que desarrollan su enseñanza y el contexto social en que se mueven. A pesar de estos intereses, existe la libertad de conciencia y de pensamiento y su complejidad sólo puede sostenerse con el debate y la crítica en el seno del grupo de trabajo (Villani y Franzoni, 2000), y en los réditos personales, sociales y profesionales que obtengan de su profesión e implicación en nuevas dinámicas de trabajo. El tipo de aprendizaje en los grupos de trabajos son procesos a medio y largo plazo, en los que se ponen en tela de juicio concepciones que forman parte del conocimiento profesional, además de capacidades y actitudes.

Referencias

- AA.VV. (2002). Conectar la investigación y la acción. El reto de la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 34, 17-29.
- BAIRD, IR., FENSHAM, P.J., GUNSTONE, R.F. y WHITE, R. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28 (2), 163-182.
- BENARROCH, A. y MARÍN, N. (2000). Un modelo de transposición holística a la enseñanza de las explicaciones corpusculares en Primaria y Secundaria. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 198-207. Madrid: Universidad Complutense.
- BLANCO, L. J., MELLADO, V. y RUIZ, C. (1995). Conocimiento didáctico del contenido en ciencias y matemáticas y formación del profesorado. *Revista de Educación*, 307, 427-496.

- BLANCO, A., PRIETO, T. y HEREDIA, S. (2000). Aplicaciones de la teoría cinético-molecular a la explicación de las disoluciones. En M. Martín Sánchez y J.G. Morcillo Ortega (Ed.) *Reflexiones sobre la Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 208-215. Madrid: Universidad Complutense.
- BOADAS, E. (2001). La enseñanza estratégica de las ciencias naturales. En C. Monereo (coord.). *Ser estratégico y autónomo aprendiendo*, 107-143. Barcelona: Graó.
- BONIL, J., SANMARTÍ, N., TOMÁS, C. y R.M. PUJOL (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, 5-19.
- CAAMAÑO, A., CARRASCOSA, J. y OÑORBE, A. (1994). Los trabajos prácticos en las Ciencias Experimentales. *Alambique*, 2, 4- 5,
- CALATAYUD, M. L. et al. (1994). *La construcción de las ciencias físico-químicas*. Valencia: Nau Llibres.
- CAÑAL, P. (2000). El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En F. J. Perales Palacios y P. Cañal de León (Ed.) *Didáctica de las ciencias experimentales*, 209-237. Alcoy: Marfil.
- CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- DAVIS, K. (2003). Change is hard: What science teachers are telling us about reform and teacher learning of innovative practices. *Science Education*, 87(1), 3-30.
- ELLIOT, J. (1993). Conocimiento, poder y evaluación del profesor. En W. Carr (Ed.) *Calidad de la enseñanza e Investigación-Acción*, 155-174. Sevilla: Díada.
- GIL PÉREZ, D., MARTÍNEZ, J. (1987). Los programas-guías de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias. *Investigación en la Escuela*, 3, 3-12.
- GOYYETE, G, y LESSARD-HERBERT, M. (1988). *La investigación-acción. Funciones, fundamentos e instrumentación*. Barcelona: Laertes.
- GRUNDY, S. (1998). *Producto o praxis del currículum*. Madrid: Morata.
- GRILLES, J.M., LLORENS, J. A., MADALENA, J. I., MARTÍNEZ, A. M., SOUTO, X. M.(1993). *Los cuadernos de los alumnos. Una evaluación del currículum real*. Sevilla: Díada.
- HANEY, J. y McARTHUR, J. (2002). Four case studies of prospective science teachers' beliefs concerning constructivist teaching practices. *Science Education*, 86(6), 783-802.
- HASHWEH, M.Z. (2003). Teacher accommodative change. *Teaching and Teacher Education*, 19(4), 421-434.
- HEWSON, P. W., TABACHNICK, B. R., ZEICHNER, K.M y LEMBERGER, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 19 (3), 375-384.
- HERRÁN, A. DE LA, HASHIMOTO, E. y E. MACHADO (2005). *Investigar en educación. Fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas*. Madrid: Dilex S.L.
- HIERREZULO, J. et. al. (1993). *Diseños curriculares de ESO de Ciencias de la Naturaleza*. Málaga: Elzevir.
- HIERREZULO, J. et. al. (1998). *Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, 3ºESO*. Málaga: Elzevir.
- HUBER, G.I., FERNÁNDEZ, G. y HERRERA, L. (2001). *Análisis de datos cualitativos con AQUAD cinco para Windows*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- IMBERNÓN, F. (1998). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional*. Barcelona: Graó.
- IMBERNÓN, F. (2002). La investigación educativa y la formación del profesorado. En F. Imbernón (coord.). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*, 11-68. Barcelona: Graó.
- JEANPIERRE, B., OBERHAUSER, K. Y C. FREEMAN (2005). Characteristics of professional development that effect change in secondary science teachers' classroom practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(6), 668-690.

- JIMÉNEZ PÉREZ, R. (2004). *Trabajo de investigación. La práctica, la reflexión sobre la práctica y el análisis de los obstáculos para el desarrollo profesional de profesores de Ciencias Experimentales*. Documento inédito. Universidad de Huelva.
- 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.
- KEMMIS, S. y McTAGGART, R. (1988). *Cómo planificar la investigación acción*. Barcelona: Laertes.
- KINCHELOE, J.L. (2001). *Hacia una revisión crítica del pensamiento docente*. Barcelona: Paidós.
- LATORRE, A.; RINCÓN, D. DEL; ARNAL, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.
- LÓPEZ RUIZ, J.I. (2000). *Aprendizaje docente e innovación curricular. Dos estudios de caso sobre el constructivismo en la escuela*. Archidona (Málaga): Aljibe.
- LUCIO, R. (2001). *La actividad metacognitiva como desencadenante de procesos autorreguladores en las concepciones y prácticas de enseñanza de los profesores de ciencias experimentales*. Tesis doctoral inédita: Universidad Autónoma de Barcelona.
- MARX, R.W., FREEMAN, J., KRAJCIK, J. y BLUMENFED, P. (1998). Professional development of science education. En B. J. Fraser y K. G. TOBIN (Ed.) *International handbook of science education*, 667-681. Dordrecht: Kluwer.
- MELLADO JIMÉNEZ, V. (2000). *Proyecto Docente de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Extremadura*. Documento Inédito.
- MELLADO JIMÉNEZ, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.
- MELLADO, V., BLANCO, L. y RUIZ, C. (1997). *Aprender a enseñar Ciencias Experimentales en la formación inicial del profesorado. Estudio de casos sobre la enseñanza de la energía*. Badajoz: ICE Universidad de Extremadura.
- MEMBIELA, P. (2002). Investigación-acción en el desarrollo de proyectos curriculares innovadores de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 443-450.
- MINNICK, C. y ALVERMANN, D. (1993). *Una didáctica de las ciencias*. Buenos Aires: Aique.
- NOLEN, S. B. (2003). Learning environment, motivation, and achievement in high school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (4), 347-368.
- MONEREO, C. (2001). La enseñanza estratégica: enseñar para la autonomía. En C. Monereo (coord.). *Ser estratégico y autónomo aprendiendo*, 11-27. Barcelona: Graó.
- MORIN, E. (1995). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- OTERO, L. (1998). Saber/saber hacer: una propuesta para mejorar la evaluación. *Alambique*, 15, 116-117.
- PÉREZ GUTIÉRREZ, J. (1999). El proceso de investigación cualitativa desde el enfoque interpretativo y de la investigación-acción. En L. Buendía, D. González, J. Gutiérrez y M. Pegalajar (1999). *Modelos de análisis de la investigación educativa*, 5-59. Sevilla: Alfar.
- PORLÁN, R. y MARTÍN, J. (1997). *El diario del profesor: Un recurso para la investigación en el aula*. Sevilla: Díada Editora.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. Y M. DEL POZO (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- PRIETO, T., BLANCO, A. y GONZÁLEZ, F. (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis.
- RIVERO, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de ciencias de la Educación Secundaria Obligatoria. Un estudio de casos*. Tesis doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- SÁNCHEZ, G. y VARCÁLCEL, M.V. (1993). Diseño de unidades en el área de experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1), 33-44.

- SÁNCHEZ, G., DE PRO, A. y VARCÁLCEL, M.V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 35-50.
- SUSI, E. (1994). Ciencia y género: autoridad y medida en la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 200-205.
- TABACHNIK, B.R. Y ZEICHNER, K. (1999). Idea and action: action research and the development of conceptual change teaching of science. *Science Education*, 19 (3), 309-322.
- TOBIN, K. (1998). Issues and trends in the teaching of science. En B.J. Fraser y K. Tobin (eds.): *International Handbook of Science Education*. 129-151. Dordrecht: Kluwer A. P.
- TOBIN, K., TIPPINS, D.J. y GALLARD, A.J. (1994). Research on instruccional strategies for teaching science. En D. Gabel (Ed.) *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, 3-44, New York: McMillan.
- VÁZQUEZ BERNAL, B (2006). *La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de profesores de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. [The interaction between reflection and practice in the professional development of a secondary education science teachers: Case study]*. Michigan (USA): Proquest Information and Learning.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R. y MELLADO, V. (2004). *La reflexión sobre las dificultades de los alumnos: una propuesta de formación en el ámbito de la investigación-acción colaborativa. Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 287-292. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R. y MELLADO, V. (2005). *La reflexión sobre las dificultades de los alumnos: una propuesta de formación en el ámbito de la investigación-acción colaborativa. Actas de los XXII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Zaragoza.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., MELLADO, V. MARTOS, M. y TABOADA, C. (2006a). Evolución de la reflexión y práctica de aula en la resolución de problemas. El caso de dos profesoras de ciencias de secundaria. *Campo Abierto*, 25(1), 63-75.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., MELLADO, V. y TABOADA, C. (2006b). El análisis de la epistemología en el medio escolar. Estudio de un caso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, v. 11, nº 31, 1259-1286.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., y V. MELLADO (2007a). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), 73-90.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., MELLADO, V. y C. TABOADA (2007b) Un análisis de las interacciones en el aula. Estudio de caso de una profesora de Ciencias de Secundaria. *Investigación en la Escuela*, nº 61, 69-84
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., y V. MELLADO (2007c). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración reflexión y práctica. La Hipótesis de la Complejidad. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cienc.*, 4(3), 372-393.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., MELLADO, V. y TABOADA, C. (2007d). Análisis de las secuencias de actividades: reflexión e intervención en el aula de ciencias. El caso de una profesora de secundaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias-REEC*, 6 (3), 649-673.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., & MELLADO, V. (en prensa 1). The Professional Development of Secondary Education Science Teachers: A Case Study As Methodological Integration. En Ingrid V. Ericsson (Ed.) *Science Education in the 21st Century*. New York: Nova Science Publishers.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R. y MELLADO, V. (en prensa 2). El programa AQUAD como generador de teorías sobre la reflexión: el caso de una profesora de ciencias en secundaria. *XXI. Revista de Educación*. Universidad de Huelva.

- VIANNA, D.M. y PESSOA, A.M. (2001). Do fazer ao ensinar ciência a importância dos episódios de pesquisa na formação de professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3). Site: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.
- VILLANI, A. y FRANZONI, M. (2000). A competência dialógica 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 didáticos y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria*. Michigan (USA): Proquest Information and Learning.

Recebido em: 31.10.2006

Aceito em 24.01.2008