

FORMACIÓN Y ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS.

ESTUDIO DE CASO DE UNA PROFESORA DE

CIENCIAS DE SECUNDARIA.

BARTOLOMÉ VÁZQUEZ BERNAL^{1,2}, ROQUE JIMÉNEZ-PÉREZ², VICENTE MELLADO JIMÉNEZ³ Y MATILDE MARTOS CARRASCO⁴

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

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

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

(4) Profesora de Física y Química, Málaga.

Resumen: En el artículo se describe un estudio de caso, centrado en el análisis de la reflexión de una profesora de educación secundaria a lo largo de dos cursos consecutivos, incidiendo en los aspectos formativos, así como su influencia en el desarrollo profesional y todo ello bajo la Hipótesis de la Complejidad. El estudio comprende dos niveles metodológicos: uno de naturaleza cualitativa y otro crítico. Analizamos dos campos de estudio: Formación del Profesorado y Didáctica de las Ciencias. Los resultados sugieren que la profesora se encuentra en proceso de volver más complejas sus reflexiones, permitiéndonos aproximarnos a sus posibles perspectivas de desarrollo, resultando de esencial importancia el papel del Conocimiento Didáctico del Contenido y su pertenencia a un grupo de trabajo.

Abstract: We describe a case study focused on the reflection of a secondary education science teacher along two consecutive courses, stressing the training teacher and the influence on teacher professional development, all under the Complexity Hypothesis. The study comprised two methodological levels – one qualitative, and the other critical in nature. We analyze two fields of study: Teacher Education and Science Education. The results suggested that the teacher is in process of becoming more complex hers reflections, allowing us to move closer to hers possible perspectives of development, resulting essential role of Pædagogical Content Knowledge and her membership of a working group.

Palabras claves: formación, reflexión, complejidad, didáctica de las ciencias, desarrollo profesional.

Keywords: teacher education, reflection, complexity, science education, professional development.

1.- Introducción

La fórmula para promover la teórica implicación del profesorado en propuestas desarrollistas de reformas educativas en secundaria a través de los sexenios, supuso, en su momento, una práctica poco afortunada, (Escudero, 2002), abriéndose las puertas a la mercadotecnia formativa. Por un lado transforma el aprendizaje progresivo en moneda de cambio y, por otro, genera una falta de expectativas en los nuevos planes de reformas ya que, como ha quedado claro en los dos lustros pasados, los cursos de actualización didáctico-científicos, desgajados de la práctica docente, producen una escasa influencia en los propios actores encargados de implementarlas. Esto es así, porque las concepciones del profesorado son resistentes al cambio (Porlán y Martín, 2006).

Defendemos que son necesarias investigaciones que ofrezcan una visión global y que ahonden en el análisis y evolución de las concepciones y las prácticas de aula del profesorado de ciencias experimentales (Mellado *et al.*, 2006) y, como se ha repetido reiteradamente, la investigación-acción colaborativa y/o participativa configura un espacio alentador en estos modelos de aprendizaje (Cases, 2001; Revenga, 2001).

La generación de conocimiento teórico, desde las posiciones de indagación y crítica, vienen a romper la tradicional dicotomía investigación-enseñanza, que se refleja en la separación entre mundo académico-universitario y escolar (preuniversitario). El concepto “*conocimiento didáctico del contenido*” se ha convertido en uno de los pilares desde el que se sustenta hoy la DCE, pues debe proporcionar al profesorado, un conocimiento didáctico suficiente para que pudiera planificar la enseñanza de los diferentes tópicos científicos, llevarla al aula y reflexionar sobre su actuación docente (Sánchez y Valcárcel, 2000).

Asumimos el carácter complejo del fenómeno educativo (Herrán, *et al.*, 2005) y esta característica se incorpora al núcleo de nuestras teorías al respecto (Vázquez Bernal, 2006). A lo largo del presente artículo indagamos en aspectos relativos a la formación del profesado y a la Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), ambos desde una óptica reflexiva compartida, abordando la complejidad del fenómeno reflexivo y en la búsqueda de los obstáculos que afectan a su desarrollo profesional.

2.- Fundamentos teóricos

Nuestro trabajo hunde sus raíces en la denominada hipótesis de progresión del conocimiento profesional de los profesores (Porlán *et al.*, 1998; Jiménez-Pérez y Wamba, 2003; Jiménez-Pérez, 2004), que incide en la búsqueda de modelos didácticos personales propios del profesorado. El profesorado 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 (Hashweh, 2003; Tobin, 1998).

La columna vertebral de nuestras investigaciones la conforma lo que denominamos “*Hipótesis de la Complejidad*”, heredera de las aportaciones teóricas en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales y que, al amparo de los modelos de enseñanza centrados en el profesor, han sustentado y apuntalado su evolución. Postulamos por 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 en profesores (Vázquez Bernal *et al.*, 2007a), el análisis de la epistemología en el medio escolar (Vázquez Bernal *et al.*, 2006) y el estudio de las interacciones en el aula (Vázquez Bernal *et al.*, 2007b).

Distinguimos tres dimensiones, tanto para la reflexión como para los procesos de intervención en el aula: *técnica, práctica y crítica*. En nuestra hipótesis, sucesivamente 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 los problemas educativos están incardinados en un contexto social complejo y único (dimensión crítica). En el presente artículo sólo incidiremos en el marco formativo, para analizar y ahondar en aquellos obstáculos que, de acuerdo con nuestras premisas teóricas, impiden la complejidad en la reflexión. El análisis lo abordamos bajo dos estructuras analíticas: la formación del profesorado y papel de la Didáctica de las Ciencias Experimentales (tabla I).

(AQUÍ TABLA I)

A continuación, describiremos la Hipótesis de la Complejidad centrada en cada dimensión.

A.-Estructura de análisis: La formación del profesorado

Dimensión técnica: la categoría constitutiva de esta dimensión es la consideración de la “*la formación del profesor como mera acumulación de créditos*” (código TACU). Al

desarrollar esta categoría, queremos poner en evidencia la visión mercantilista del desarrollo profesional y, en concreto, la formación continua desgajada del contexto (Escudero, 2002).

Dimensión práctica: en contraste con la dimensión anterior, la categoría que conforma esta dimensión es “*el reconocimiento de lo personal como punto de partida en la mejora en el profesor*” (código PPER). Se reconoce en esta categoría la necesidad del conocimiento personal, entendido como motivado y autodirigido, como premisa indispensable para la mejora profesional del profesorado.

Dimensión crítica: encontramos en esta dimensión “*el reconocimiento del hecho reflexivo común como garante del cambio personal*” (código CREP). El aprendizaje colaborativo proporciona una herramienta indispensable para los procesos de cambio y mejora en el profesorado. El análisis, la evaluación, modificación,... en conjunto con otros colegas y miembros de la comunidad, son factores esenciales para el crecimiento profesional (Marcelo, 2001), pues puede proporcionar respuestas a los desafíos de una sociedad globalizada para la realización de una sociedad más democrática, libre, creativa, igualitaria y justa.

B.-Estructura de análisis: Papel de la Didáctica de las Ciencias

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 didáctica de las ciencias experimentales, ya que este conocimiento emana de la concepción de que los saberes científicos son suficientes en el aprendizaje

de los alumnos. 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 las materias se asocia con que basta tener el conocimiento de la materia a enseñar, 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 de los alumnos (Prieto *et al.*, 2000).

Dimensión práctica: dentro de la dimensión práctica establecemos dos categorías distintas, “*el interés por la lectura didáctica*” (código PLEC) y “*el conocimiento didáctico del contenido*” (código PDID). 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 didáctica de las ciencias experimentales, 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 didáctica de las*

ciencias experimentales” (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 de profesores, alumnos, padres, administradores y expertos externos.

Centrándonos en el campo de la formación y al papel que desarrolla la Didáctica de las Ciencias Experimentales, mostramos resumidos los problemas planteados en la investigación:

- a) ¿Cuál es el nivel de reflexión en que se encuentra un determinado “*caso*” de acuerdo con las dimensiones establecidas dentro de nuestra Hipótesis de la Complejidad? ¿Cómo es su evolución en el tiempo?
- b) ¿A qué tipo de naturaleza atienden los obstáculos que dificultan la complejidad en la reflexión e impiden un desarrollo deseable?

3.- Metodología de investigación

Confluyen en nuestro trabajo dos niveles de investigación, un primer nivel consistente en un programa de investigación-acción desarrollado en el centro durante dos cursos consecutivos, en el cual, uno de los autores adquiere el rol de “*facilitador*”, asesorando en los aspectos metodológicos característicos de la investigación-acción (Vázquez Bernal *et al.*, 2008). Simultáneo a este proceso, se desarrolla otro nivel de investigación complementario, donde el propio facilitador actúa de “*investigador*”, con el alejamiento necesario para que, 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. El profesorado participante pertenece a los departamentos de ciencias experimentales de un centro educativo público rural situado en la provincia de Huelva, con experiencias que oscilan entre los ocho y doce años. Ana, nuestro caso de estudio en este artículo, es licenciada en Químicas, su experiencia como profesora abarca doce años.

Desde una perspectiva que pretende el rigor metodológico, nuestro trabajo atiende a un vector de investigación que 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 de fuentes de información (tabla II), según el contexto donde ésta se realiza: introspectiva, interrogativa y grupal.

(AQUÍ TABLA II)

Aparecen clasificados en la tabla III una síntesis de los instrumentos utilizados en la investigación, denominados 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).

(AQUÍ TABLA III)

El proceso de la información tuvo un apoyo importante en un software informático específico: el programa AQUAD (Huber *et al.*, 2001). 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.

4.- Análisis de los resultados obtenidos

A) Frecuencias de la reflexión en los dos cursos 2001/2002 y 2002/2003

El proceso de codificación consistió en la búsqueda de segmentos de textos dentro de las reflexiones de la profesora, reflexiones que respondían a una determinada categoría de nuestra hipótesis, para lo que le asociábamos un código determinado (ver tabla I). 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.

(AQUÍ TABLA III)

Destacamos de los resultados anteriores el elevado número de 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 las categorías asociadas a los códigos PDID y PPER, la primera con un descenso, también evidente, en el segundo año, mientras que la segunda prácticamente se mantiene. Por último, en la dimensión crítica encontramos la relevancia, del código CREP, que también asciende de manera muy notable en el segundo curso. Estos resultados numéricos nos muestran el desplazamiento desde la dimensión técnica a la práctica/crítica de las reflexiones de la profesora, dentro de los campos analizados.

B) Análisis del contenido de la reflexión

Mostraremos algunos de los resultados más significativos referidos al contenido de la reflexión, en forma de los segmentos de textos codificados, a lo largo de los dos cursos de implementación de la investigación.

-Desde la formación del profesorado

Dimensión técnica: Dimensión técnica: algunos de los siguientes extractos muestran lo que consideramos el aspecto técnico del marco formativo, la consideración de la formación del profesor como acumulación de créditos (código TACU). Este aspecto técnico, surge en diversas ocasiones, dando una visión que, como ella misma expresa, produce un efecto acumulativo de la formación:

“1604 F: Podemos asistir a las jornadas que se celebran en junio sobre grupos de trabajo. 1606 ¿Qué decís?”

1607 A: Yo a largo plazo no lo sé, pero todo lo que sea acumular horas, cuantas más mejor.” **R-2001**

* 1604: línea de texto en el programa AQUAD; A: Ana; F: Facilitador; D: Diario; M memoria; E: entrevista final; R: reuniones del grupo de trabajo.

Dimensión práctica: en contraste con la dimensión anterior, encontramos diversas evidencias en ésta, cuya categoría es el reconocimiento de lo personal como punto de partida en la mejora en el profesor (código PPER). Esa reflexión sobre lo que ha venido haciendo, se traduce en intentar poner en práctica modos de actuar distintos, como expresa en el extracto siguiente, donde piensa que tal vez convendría dirigir más las actividades de los alumnos en el aula:

“904 Pues yo llegué a una conclusión, era que
-> (904- 911): PPER
905 la otra forma a mí no me iba bien, les daba
906 mucho tiempo para trabajar y al final ya me
907 harté, de que el tiempo que les daba para
908 trabajar era para tontear y al final también y
909 al final también hago un poco lo que tú, voy

910 a dirigirles el trabajo. Y me respondieron
911 mejor, se enteraban mejor. Claro, les daba
912 media hora para hacer ejercicios y había 3
913 que hacían ejercicios, el resto esperando a
914 que se lo explicaras. Y hasta que tú se lo
915 explicabas, no prestaban atención.” **R-2002**

Dimensión crítica: dentro de la categoría constituyente, el reconocimiento del hecho reflexivo común como garante del cambio personal (código CREP). En el siguiente extracto de la reflexión, comenta la memoria del curso anterior y vuelve a reiterarse en

esos aspectos, reconociendo que el hecho de poder reflexionar sobre su práctica docente es positivo y ha influido en ella:

“326 F: ¿Qué ha supuesto la experiencia para mi
-> (326- 336): CREP
327 práctica educativa? A: La valoro positivamente
328 porque me ha permitido descubrir aspectos
329 de mi propio quehacer diario en los que no
330 había reparado, he visto otras formas de

331 trabajar bastante diferentes a la mía y me ha
332 obligado a reflexionar sobre mi labor
333 docente. Si quieres cumplir algo.
334 El hecho de verme y ver a Carmen y ha
335 Miguel. Bueno hay cosas que no me bajo
336 del burro y sigo haciéndolas igual.” **R-2002**

-Papel de la Didáctica de las Ciencias Experimentales

Dimensión técnica: encontramos múltiples evidencias de lo que hemos denominado resistencia a la lectura didáctica (código TRES). Esta resistencia, creemos que surge ante la escasa familiaridad de la profesora con términos surgidos de la investigación didáctica en ciencias y se produce tras la lecturas de artículos leídos en el grupo de trabajo. En el extracto siguiente llega a considerar el lenguaje específico como una “*idealidad*”:

“8 A: La unidad didáctica me parece de una
-> (8- 9): TRES
9 idealidad...
10 F: Te refieres a la unidad teórica.
11 A: Sí, a la teórica. Y es lo de siempre, todo

-> (11- 14): TRES
12 es maravilloso, para una disponibilidad
13 estupenda, todo el mundo muy dispuesto a
14 trabajar, de una utopía, en fin...Aunque hay
15 algunas cosas...” **R-2001**

Dentro de la dimensión técnica también encontramos, como constituyente de la estructura didáctica de las ciencias, la inseguridad en el dominio curricular de la materia impartida (código TDOM). Así, se percibe en la reflexión grupal, donde, una vez más, muestra animadversión e incredulidad por las investigaciones en el área de las didácticas de las ciencias o inseguridad:

“88 La filosofía de esta gente de todo
-> (88- 90): TDOM
89 práctica todo práctica y los alumnos extraña
90 la teoría casi por ellos mismos.” **R-2001**
...
“2505 A mi me entró un inspector y vino dos

-> (2505-2509): TDOM
2506 veces a tercero, pero una a segundo de
2507 bachillerato, y yo pensaba, como me
2508 equivoque en algo, porque tercero lo
2509 dominas más o menos, pero en segundo...” **R-2001**

Dimensión práctica: en la dimensión práctica encontramos integradas las categorías interés por la lectura didáctica (código PLEC), sobre el que no hallamos reflexiones en ninguno de los dos cursos de investigación y el conocimiento didáctico del contenido (código PDID). Como muestra de algunas de las reflexiones asociadas a esta última

categoría, mostramos algunas de ellas, por ejemplo, cuando la profesora utiliza la palabra “*didáctica*” de forma explícita con convencimiento o cuando habla sobre los niveles de formulación más adecuados de un contenido concreto:

“... Creo que puede ser didáctico
-> (106- 108): PDID
107 experimentar con lo que hoy hemos
108 trabajado de forma teórica.” **D-2002**

215 diferenciación entre disolución y sustancia
216 pura. Si hace falta recurrir, a los modelos
217 moleculares. No lo sé. Depende de a qué,
-> (217- 218): PDID
218 nivel necesitan la explicación.” **D-2002**

...
“214 En la próxima sesión seguiremos con la

Dimensión crítica: respecto a esta dimensión, encontramos la categoría de pertenencia a una comunidad de profesionales, donde se intercambien experiencias en didáctica de las ciencias (código CEXP). Hallamos un reconocimiento explícito, en la reflexión interrogativa y otra en la grupal, sobre el valor el trabajo en equipo del profesorado y rechaza el *individualismo* como algo “*muy difícil*”:

“123 F: Pertenencia a una comunidad de
-> (123- 129): CEXP
124 profesionales donde se intercambien
125 experiencias en didáctica de las ciencias.

126 Te parece importante también, ¿no?
127 A: Lo mismo que el trabajo en equipo del
128 profesorado, es muy interesante, ir tú sólo
129 es muy difícil.” **E-2002**

C) *Análisis de Vínculos*

La generación de teorías sobre la base de datos cualitativos confiere al programa AQUAD una de sus más eficaces potencialidades. El análisis de vínculos (AV) es un proceso complementario al cálculo de frecuencias. 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 entre las diferentes categorías. Los hallazgos se muestran en la figura 1.

(AQUÍ FIGURA 1)

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 del código PDID (35 en el primer año), pensamos que esta vinculación podría jugar un papel importante en el desarrollo de la profesora. Sin embargo, la estabilidad de la vinculación 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 se puede desarrollar un posible estado de evolución en la reflexión de la profesora, pudiéndose emplear como zona de desarrollo profesional.

Para finalizar con este apartado, existen otras vinculaciones del código PPER con otras categorías, no analizadas en este estudio, de naturaleza crítica. El sentido de la asociación nos informa de la posibilidad de crecimiento en lo reflexivo, partiendo desde lo personal, canalizándose hacia la superación de las desigualdades sociales a partir de la propia escuela y la crítica a la administración.

Resultados globales para la Reflexión

En la primera estructura de análisis, *la formación del profesorado*, coexisten, durante los dos cursos, las tres categorías en sendas dimensiones en la profesora, mostrando lo complejo del marco en que nos movemos, donde se entremezclan las

esferas personal, profesional e institucional y que obedecen a desarrollos paralelos en el que subyacen intereses contrapuestos. Por un lado, la presión administrativa, la acumulación de puntos que le permitirá, en el caso concreto de la profesora, hallar un “*destino más acorde con su vida familiar*”. Por otra parte, el acicate personal y profesional, del cual la profesora es consciente, donde la crítica común es necesaria e indispensable en los procesos de mejora del profesorado, tanto desde el punto de vista personal, como satisfacción propia y desde la mejora profesional, que proporciona una mayor riqueza y comprensión de los procesos educativos.

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 2 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.

(AQUÍ FIGURA 2)

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 expresaría que no existe complejidad y una punteada que se está en tránsito.

5.- Conclusiones

Los resultados de nuestro caso objeto de estudio en este trabajo, la profesora Ana, muestran un grado de complejidad o evolución evidente, aunque coexistan aspectos relativos a las tres dimensiones de nuestra Hipótesis. El análisis de vínculos se ha revelado como un aspecto importante acerca de algunas de sus concepciones, así como proveer una dirección de desarrollo para su profesión. En este sentido, los obstáculos para la complejidad en la reflexión, en los ámbitos de la formación del profesor y la DCE, obedecen a concepciones fuertemente arraigadas en la profesora que han ido evolucionando a la par que su desarrollo profesional, más allá de una formación basada en una visión administrativa (código TACU) . Así, el interés que puede mostrar por las teorías emergentes relacionadas con el Conocimiento Didáctico del Contenido (código PDID) está fuertemente mediatizado por su arraigada formación disciplinar en las Ciencias Químicas, lo cual produce una interesante pugna entre teorías rivales. El tipo de soporte personal, social y profesional que puede aportar el grupo de investigación, es positivo y necesario y puede repercutir, sustancialmente, en las expectativas abiertas para su desarrollo como profesora.

El hecho personal y reflexivo común (códigos PPER y CREP) resultan imprescindibles para enriquecer el conocimiento profesional, imbuido éste de sus diversos componentes (conocimientos científico, cotidiano y escolar), donde confluyen,

además de sus concepciones, las capacidades y actitudes que muestra durante su desarrollo. Esta coexistencia de conocimientos es esencial para superar las fuertes resistencias que se le presentan: así su visión negativa hacia las lecturas didácticas (código TRES) ha retrocedido de forma ostensible, si bien, su interés a nivel explícito es todavía inexistente (código PLEC). Por su parte, la inseguridad en el dominio curricular de la materia (código TDOM) también ha descendido visiblemente, aunque no ha ido parejo con un aumento en el interés hacia el Conocimiento Didáctico del Contenido (código PDID).

El modelo de formación utilizado en nuestra investigación, ahonda en la socialización de los profesores, la experimentación curricular y la construcción de conocimiento práctico (Vianna y Pessoa, 2001; Sanmartí, 2002), así pensamos que, sin duda alguna, los grupos de I/A son una fórmula sugerente en estos modelos formativos y para el desarrollo profesional (Latorre, 2003). En este sentido, el proceso de cambio conceptual, metodológico y actitudinal, en el cual la profesora está inmersa, se visualiza en la estructura del papel que juega la DCE y nos comunica la influencia que en diversos aspectos analizados posee (código CEXP). Dentro de las expectativas que se abren, el apoyo y la labor continuada en ambientes de innovación curricular y abiertos al exterior, ha de conjugar todos los procesos citados, aprovechando el escenario privilegiado que, a nuestro juicio, proporciona la didáctica de la ciencias experimentales, tanto por su nivel de desarrollo actual como por su implicación ideológica y socializadora de los profesores y alumnos.

6.- Referencias bibliográficas

- 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.
- CASES, I. (2001). Un estudio de casos sobre el crecimiento personal del profesorado. En F. Imbernón (coord.). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*, pp. 119-142. Barcelona: Graó.
- 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.
- ESCUADERO, J.M. (2002). *La reforma de la reforma. ¿Qué calidad, para quienes?* Barcelona: Ariel.
- HASHWEH, M.Z. (2003). Teacher accommodative change. *Teaching and Teacher Education*, 19(4), 421-434.
- HERRÁN, A. de la, HASHIMOTO, E. y MACHADO, E. (2005). *Investigar en educación. Fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas*. Madrid: Dilex S.L.
- HUBER, G.I., FERNÁNDEZ, G. y HERRERA, L. (2001). *Análisis de datos cualitativos con AQUAD cinco para Windows*. Grupo Editorial Universitario: Granada.
- JEANPIERRE, B., OBERHAUSER, K. y FREEMAN, C. (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.
- LATORRE, A.; RINCÓN, D. DEL; ARNAL, J. (1996). *Bases metodológicas de la investigación educativa*. Barcelona: Hurtado.
- LATORRE, A. (2003). *La investigación-acción. Conocer y cambiar la práctica educativa*. Barcelona: Graó.
- MARCELO, C. (2001). La función docente: nuevas demandas en tiempos de cambio. En C. Marcelo (Ed.). *La función docente*, pp. 9-26. Madrid: Síntesis.

- MELLADO, V. (2000). *Proyecto Docente de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Extremadura. Documento Inédito.
- MELLADO, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), 343-358.
- MELLADO, V., RUIZ, C., BERMEJO, M. L. y JIMÉNEZ-PÉREZ, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers. *Science & Education*, 15(5), 419-445.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- PORLÁN, R. y MARTÍN, R. (2006) Alambique 1996-2006. ¿Cómo progresa el profesorado al investigar problemas prácticos relacionados con la enseñanza de la ciencia? *Alambique*, 48, 92-99.
- PRIETO, T., BLANCO, A. y GONZÁLEZ, F. (2000). *La materia y los materiales*. Madrid: Síntesis.
- REVENGA, A. (2001). Investigación-acción en la enseñanza secundaria. Experiencia autoformativa en la clase de ética. En F. Imbernón (coord.). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*, pp. 71-101. Barcelona: Graó.
- SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M.V. (2000). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique*, 24, 78-76.
- SANMARTÍ, N. (2002). Necesidad de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza en las ciencias. *Pensamiento Educativo*, 30, 35-61.
- TOBIN, K. (1998). Issues and trends in the teaching of science. En B.J. Fraser y K. Tobin (eds.): *International Handbook of Science Education*, pp. 129-151. Dordrecht: Kluwer A. P.
- 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., MELLADO, V. Y TABOADA, C. (2006). El análisis de la epistemología en el medio escolar. Estudio de un caso. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, v. 11, n° 31, 1259-1286.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R., Y MELLADO, V. (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 TABOADA, C. (2007b) Un análisis de las interacciones en el aula. Estudio de caso de una profesora de Ciencias de Secundaria. *Investigación en la Escuela*, n° 61, 69-84
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R., Y MELLADO, V. (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. y MELLADO, V. (2008). ¿Cómo podemos llevar a cabo una investigación-acción para mejorar la práctica en el aula de ciencias? *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(1). [Site: <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>].
- 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>.

TABLAS Y FIGURAS

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

La formación del profesorado	Dimensión Técnica: La formación del profesor como mera acumulación de créditos (TACU)
	Dimensión Práctica: Reconocimiento de lo personal como punto de partida en la mejora del profesor (PPER)
	Dimensión Crítica: Reconocimiento del hecho reflexivo común como garante del cambio personal (CREP)
Papel de la Didáctica de las Ciencias Experimentales	Dimensión Técnica: Resistencia a la lectura didáctica (TRES); inseguridad en el dominio curricular de la materia impartida (TDOM)
	Dimensión Práctica: Interés por la lectura didáctica (PLEC); conocimiento didáctico del contenido (PDID)
	Dimensión Crítica: Pertenencia a una comunidad de profesionales donde se intercambien experiencias en didáctica de las ciencias experimentales (CEXP)

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 profesores	Memorias y entrevistas	Registro de reuniones

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

<i>Tipos de Instrumentos</i>	<i>Análisis de la Reflexión</i>
Primer Orden	<ul style="list-style-type: none"> • Diarios • Memorias • Reuniones del Grupo de Trabajo
Segundo Orden	<ul style="list-style-type: none"> • Categorías Marco Contextual
Tercer Orden	<ul style="list-style-type: none"> • Síntesis gráfica de la Complejidad

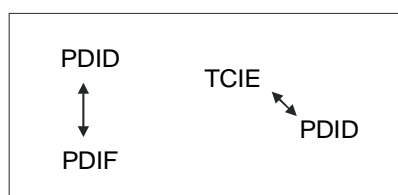


Figura 1. Vinculaciones prácticas de Ana en los cursos 01/02 (izqda.) y 02/03 (dcha.).



Figura 2. Evolución de la Complejidad para la reflexión de Ana.

DATOS PERSONALES

BARTOLOMÉ VÁZQUEZ BERNAL pertenece al Cuerpo de Profesores de Física y Química de Enseñanza Secundaria. Licenciado en Ciencias Químicas y Doctor por la Universidad de Huelva. Profesor asociado al Dpto. de Didáctica de las Ciencias y Filosofía de la Universidad de Huelva. Su campo e interés de investigación se centra en la formación y desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales, sobre el que ha publicado diversos trabajos.

ROQUE JIMÉNEZ-PÉREZ es Catedrático de Universidad del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Facultad de Educación de la Universidad de Huelva, Licenciado y Doctor en Ciencias Químicas. Su campo de investigación es la formación y desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales y la didáctica del patrimonio, sobre los que ha publicado numerosos trabajos.

VICENTE MELLADO JIMÉNEZ es Catedrático de Universidad del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Facultad de Educación de la Universidad de Extremadura. Es Licenciado en Ciencias Físicas, Doctor en Filosofía y Educación y Maestro de Enseñanza Primaria. Su campo de investigación es la formación y desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales, sobre el que ha publicado numerosos trabajos.

MATILDE MARTOS CARRASCO pertenece al Cuerpo de Profesores de Física y Química de Enseñanza Secundaria con destino en un Instituto de Secundaria de la provincia de Málaga. Licenciada en Ciencias Químicas ha participado en grupos de innovación y experimentación curricular. Ha publicado artículos sobre el desarrollo profesional del profesorado de ciencias experimentales y ha intervenido en diversos encuentros del profesorado relativos a la investigación-acción.