

LOS OBSTÁCULOS PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL DE UNA PROFESORA DE ENSEÑANZA SECUNDARIA EN CIENCIAS EXPERIMENTALES

VÁZQUEZ BERNAL, BARTOLOMÉ¹; JIMÉNEZ PÉREZ, ROQUE¹ y MELLADO JIMÉNEZ, VICENTE²

¹ Departamento de Didáctica, Ciencias y Filosofía, Universidad de Huelva

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz

bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

rjimenez@uhu.es

vmellado@unex.es

Resumen. Este trabajo es un estudio de casos de una profesora de ciencias experimentales, con el objetivo de determinar los obstáculos que surgen de la interacción entre la reflexión y la práctica de aula, así como su influencia en su desarrollo profesional. El estudio se efectúa en dos planos diferentes, una investigación de orientación cualitativa y otra de naturaleza crítica, orientado hacia el desarrollo profesional. Los instrumentos de análisis fueron de diversa índole, destacando significativamente entre ellos el horizonte de la integración. Los resultados mostraron que la profesora analizada, al final de los dos cursos de investigación, se encontraba en proceso de evolucionar de forma más compleja su práctica de aula, mostrando un grado de integración notable con los procesos reflexivos.

Palabras clave. Reflexión-práctica de aula, obstáculos, desarrollo profesional y complejidad.

The obstacles for the professional development of a secondary Science teacher

Summary. This article is a case study of a secondary Science teacher and deals with the interaction between reflection and classroom practice and its influence on professional development. The study was carried out from two different viewpoints: a study with a qualitative orientation on the one hand, and collaborative action research on the other, to form the backbone of professional development. The analysis instruments were of diverse nature, between them the reflection-practice integration horizon. The results showed that teacher was in process of evolving of more complex her classroom practice, showing a degree of remarkable integration with the reflective processes.

Keywords. Reflection-classroom practice, obstacles, professional development and complexity.

INTRODUCCIÓN

Caracterizamos el conocimiento profesional deseable como un saber que integra teoría y experiencia práctica, con una epistemología singular dentro de un marco interpretativo específico. Las fuentes de las que emana el saber profesional deseable son las metadisciplinas (cosmovisiones, perspectivas epistemológicas y ontológicas), las propias disciplinas y la experiencia. Las teorías prácticas se obtienen por la integración de estas fuentes y constituyen el contenido de este conocimiento profesional (Porlán y Rivero, 1998).

El trabajo que presentamos en este artículo se enmarca en la línea de investigación denominada «*Concepciones del profesor sobre la disciplina y su enseñanza*», insertada en ese amplio campo denominado, de forma genérica, «*Paradigma centrado en el pensamiento del profesor*» (Clark y Peterson, 1986). En la búsqueda de una perspectiva que integre los intereses de alumnos y profesor, nos decantamos por un modelo sistémico, constructivista y crítico, como principios orientadores de la investigación didáctica (Jiménez Pérez, 2004).

En un trabajo anterior (Vázquez et al., 2007a), analizamos la forma en que la reflexión orientada a la acción influye en el desarrollo profesional (DP) de profesoras de enseñanza secundaria, vertebrado en torno a la didáctica de las ciencias experimentales (DCE). En éste trabajo, considerado como continuación del anterior, incidiremos en el análisis de los procesos de intervención en el aula y en su interacción con los procesos reflexivos. De forma especial abordamos el concepto de «obstáculo», ya que su comprensión, búsqueda y análisis se ofrece como oportunidad en el desarrollo gradual del profesorado, como mostraremos en el marco teórico y en los propios resultados de la investigación.

Una aproximación teórica al desarrollo profesional (DP), con la que nos sentimos bastante identificados, se debe a Bell (1998), quien considera que el desarrollo posee tres perspectivas: social, personal y profesional. Estos tres aspectos son interactivos e interdependientes, implicando al DP la atención a los propios sentimientos asociados al cambio, el profesional afectando a los conceptos y creencias construidos como profesor de ciencias y el social centrándose en las relaciones con otros profesores y con sus propios alumnos. Estas perspectivas son implementadas en nuestro modelo teórico en tres áreas o esferas: la primera, a las que denominamos de los saberes, asociada al conocimiento profesional de la práctica (Estepa, 2004; Porlán, et al., 1998a); la segunda, esfera del saber hacer, dentro del terreno procedimental, se estructura a través de la innovación curricular mediante la investigación-acción (Stenhouse, 1987; Gimeno, 1988); por último, la esfera del ser, indaga en la actitudes con la búsqueda de la identidad como individuo perteneciente a una comunidad de aprendices en continua evolución (Stoll et al., 2004).

Como expresamos en su momento, incidimos en determinadas ideas asociadas al concepto de pensamiento complejo (Bonil et al., 2004; Bonil y Pujol, 2008; Morin, 1995), multidimensionalidad e interacción para concretar nuestra propuesta teórica. En estos términos, auspiciamos tanto la complejidad de los procesos reflexivos como los referidos a la práctica de aula, sostén dialéctico de teoría y práctica (Vázquez Bernal et al., 2006a). Esta interacción permite la generación de teorías prácticas contextualizadas y el conocimiento de los obstáculos que impiden un mayor desarrollo profesional del profesorado.

MARCO TEÓRICO

La práctica de aula es consustancial a los procesos reflexivos, y aunque no tratemos de forma específica en el artículo dichos procesos, sí parece conveniente describir de forma breve nuestras posiciones teóricas en torno a ellos. Con relación al desarrollo profesional, las diferentes interpretaciones se situarían en torno a una de naturaleza vertical, el conocimiento «para» la práctica, creado en el mundo experto universitario y trasvasado al mundo escolar; y otra de vertiente horizontal, surgido en

las comunidades escolares y de origen eminentemente práctico, el conocimiento «en» la práctica. La versión intermedia, el conocimiento «de» la práctica, implicaría el desarrollo de teorías prácticas fundamentadas y contextualizadas en ámbitos amplios de actuación y desarrollo (Cochran-Smith y Lytle, 2003). Esta última interpretación es la que sustenta nuestra posición teórica, por su posibilidad de integrar teoría y experiencia práctica para un conocimiento profesional deseable. Desde el punto de vista de la investigación, creemos que la realizada «por» y «con» los profesores tiene un efecto transformador muy superior que la realizada en ámbitos académicos «para» y «sobre» los profesores (Ritchie, 2008). La investigación-acción, con grupos de profesores de ciencias en sus propios centros, apoya y estimula los cambios de los profesores participantes, los cuales se convierten en agentes activos de su propio desarrollo profesional y del de los demás participantes, en un proceso de mutua colaboración (Bañas et al., 2009).

Actualmente, las investigaciones del pensamiento del profesor están asumiendo un enfoque más dialéctico. Y, en el caso singular de la DCE, algunos investigadores abogan por trabajos que se contextualicen con la formación y perfeccionamiento del profesorado, tanto en la formación inicial (Martín del Pozo, 2000; Martínez et al., 1999, 2001; Mellado, 1996; Monereo et al., 1994), como en ejercicio, así como en las tipologías de desarrollo profesional y en la investigación en la acción (Elórtégui et al., 2002). Por tanto, partimos de la necesaria integración entre calidad de reflexión en los profesores, como generador de conocimiento, y práctica de aula. Ésta, desde nuestro punto de vista, ha de redundar en un grado de mayor complejidad –mayor interactividad–, en el desarrollo/conocimiento profesional. Este proceso de integración entre reflexión y práctica fomentará también una mayor integración entre las concepciones y las prácticas de los profesores; concepciones y prácticas que en ocasiones se encuentran desfasadas, cuando no en abierta contradicción, y los cambios en alguna de ellas no necesariamente repercuten en la otra (Farré y Lorenzo, 2009; Fernández et al., 2009; Freitas, Jiménez y Mellado, 2004; Mellado, 1998)

Consideramos la hipótesis de la «complejidad» heredera de desarrollos teóricos precedentes en el campo de la DCE, especialmente de los diversos enfoques que han ido refinándose con el avance de esta disciplina. Ya en un artículo anterior (Vázquez et al., 2007c), tratamos con profundidad nuestra propuesta teórica, donde caracterizamos la capacidad de reflexión del profesorado y los procesos de intervención en el aula, compartiendo presupuestos teóricos con la denominada «hipótesis de progresión sobre el conocimiento profesional de los profesores» (Jiménez y Wamba, 2003; Porlán y Rivero, 1998b; Wamba, 2001). En esta hipótesis, se vinculan tres niveles diferentes de formulación a posibles evoluciones de las concepciones (Wamba, 2001): niveles inicial, de transición y de referencia, lo que daría lugar a «progresiones» simples o complejas de las concepciones de los profesores, con relación a unas categorías previamente establecidas, con el fin de un desarrollo profesional deseable.

Otro pilar importante está asociado a la capacidad de reflexión en relación con la práctica de aula. En este sentido, Van Manen (1977) desarrolló los aspectos centrados en la propia reflexión, y distinguió tres niveles, a los que denominó de racionalidad técnica, práctica y crítica, caracterizados por la aplicación eficiente y eficaz del conocimiento educativo, en el primer nivel; la acción unida a compromisos de valor particular, en el segundo y, por último, la incorporación de criterios morales y éticos, en el tercero. Nosotros, con la incorporación de los autores citados en el párrafo anterior y la aportación de autores más actuales, distinguimos tres dimensiones: *técnica, práctica y crítica*. Cada dimensión añade una complejidad creciente a los procesos implicados, discurriendo desde los intereses instrumentales hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación, pasando por la resolución de problemas prácticos.

En nuestro trabajo adquiere una significación especial el concepto de obstáculo. En sus términos más genéricos, dos son los grandes orientadores teóricos de este campo de investigación: Bachelard (1948) y Piaget (1969). Su unificación es muy difícil al estar confrontadas dos epistemologías de naturaleza distinta, una epistemología histórica, encarnada por el primero, para quien «*se conoce en contra de un conocimiento anterior*», y otra genética representada por el segundo, quien sustituye los obstáculos por los esquemas, de forma que éstos son instrumentos de conocimiento de que dispone un sujeto para comprender e interpretar la realidad exterior. Compartimos las orientaciones de Astolfi (1999), quien las considera complementarias, «*convocadas al servicio de cuestiones didácticas*». En estos términos, el autor expresa seis características de los obstáculos: interioridad del obstáculo, facilidad, positividad, ambigüedad, polimorfismo y recurrencia. Otra importante aportación son las ideas de Porlán y otros (1998b) quienes acuñan el concepto de obstáculo epistemológico como aquel que impide el conocimiento profesional y que podemos resumir en las siguientes tendencias-obstáculos: fragmentación y disociación entre teoría-acción y/o entre lo explícito-tácito; simplificación y reduccionismo; conservación-adaptativa y rechazo a la evolución-constructiva; uniformidad y rechazo a la diversidad.

Definimos, pues, obstáculos como las creencias, más o menos elaboradas, y los conocimientos prácticos personales estables y consolidados en la actividad profesional, resistentes al cambio. Desde nuestra visión, el obstáculo se contempla como una oportunidad en el desarrollo gradual del profesorado a partir de lo que ya piensan y hacen, de los problemas reales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, de las preocupaciones cotidianas del profesor, potenciando y apoyando la motivación, la disponibilidad, la colaboración y el compromiso de los profesores en su propio DP (Mellado, 2003).

En términos operativos consideramos seis grandes marcos analíticos: *ideológico, formativo, psicológico, contextual, epistemológico y curricular*. Estos marcos son instrumentos que nos van a permitir «*percibir*» la

parcela de realidad que investigamos y mirar a través de nuestro instrumento para, utilizando una metáfora óptica, a modo de «*lentes*», centrar la atención en los aspectos que nos interesan, en el caso de este trabajo el referido a los obstáculos. Sería, en palabras de Giere (2006), como considerar un objeto desde varios puntos de vista, con lo cual se producirían distintas perspectivas de ese objeto, aunque habría que admitir cierto grado de contingencia.

A los obstáculos que pertenecen al contexto propio de la reflexión los denominamos «*exclusivos*» (marcos ideológico y formativo), mientras que los «*inclusivos*» (resto de marcos) afectan a la reflexión y a la práctica de aula y, por tanto, están inscritos en la interacción entre ambos. Los primeros actúan dificultando la complejidad de la reflexividad y promoviendo aquellos obstáculos que dificultan la mejora de la práctica. Trataremos de establecer, en este sentido, los obstáculos inclusivos que afectan tanto a la reflexión como a la práctica del profesorado en los diferentes marcos. Para mostrar nuestro modelo teórico de referencia incluimos, en la tabla 1, cómo quedaría nuestra hipótesis de la complejidad en el marco curricular y estructura fuentes de información (la tabla completa puede hallarse en Vázquez et al., 2007a). Los obstáculos se asocian a la dimensión técnica.

Tabla 1
Estructuras, categorías y códigos para el análisis del marco curricular.

ESTRUCTURA (Marco curricular)	CATEGORÍAS DENTRO DE CADA DIMENSIÓN	CÓDIGO
Materiales curriculares o fuentes de información para el profesor	Dimensión técnica: Utilización del texto como fuente principal de información	TTEX
	Dimensión práctica: Utilización de distintas fuentes de información	PFUE
	Dimensión crítica: Problemas sociales relevantes	CREL

En la tabla 2 describimos los supuestos teóricos de estos obstáculos. En la primera columna se incluyen, además de los autores de referencia, los trabajos de los autores de este artículo donde se encuentran desarrollados. El resultado es un catálogo de obstáculos que derivan de propuestas de otros autores, algunos originales hallados en la investigación. Además, se especifican algunos de nuestros trabajos para una comprensión más profunda del análisis efectuado. Cada obstáculo afecta al profesor/a desde la visión que aporta cada marco de referencia.

Tabla 2
Fundamentación teórica de los obstáculos.

MARCOS	ESTRUCTURAS / SUBESTRUCTURAS	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA
Psicológico (Pozo y Gómez, 1998; Mintzes et al., 2000; Macías et al., 1999)	El aprendizaje escolar	El primer obstáculo lo representa la consideración por el profesor del papel de la memoria como principal garante del aprendizaje. La crítica a esta forma de aprendizaje puramente mecánico se corresponde a lo que Pozo y Gómez denominan (1998) «enseñanza tradicional», asociado al aprendizaje pasivo por parte del alumnado. En este mismo contexto, otro obstáculo se asocia a la importancia de la asimilación de conceptos científicos difíciles. Se aduce que el diseño de estrategias de asimilación sólo deben utilizarse cuando los conceptos nuevos que se introducen son poco inclusivos y que tiendan a dar calidad a una estructura de conocimiento que ya se posee (Mintzes et al., 2000).
	Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje	Dentro del bloque asociado al marco psicológico, derivar los obstáculos al aprendizaje sólo a la falta de comprensión por el alumnado implica desconocer que, por ejemplo, la simple lectura de textos implica el uso de conocimientos previos y de procesos dinámicos que organicen la información (Macías et al., 1999).
Contextual (Huertas, 1999; Bell, 1998; Jones y Carter, 2000; Osborne y Collins, 2001; Vázquez et al., 2007b; Jiménez Pérez et al., 2008)	Motivación del alumno	Para el marco al que llamamos contextual, a veces se justifica la motivación del alumnado como un hecho que atañe sólo a ellos, obviando los aspectos relacionados con ciertas características del profesor, el formato y contenido de los mensajes, la recepción del mensaje por el sujeto y el proceso de interiorización de dicho mensaje (Huertas, 1999).
	Ambiente de aula	Otro obstáculo, muy extendido, es asociar control y disciplina con competencia profesional. El uso de actividades nuevas, en contextos de innovaciones curriculares, puede hacer desplomar este binomio técnico, como augura Bell (1998), haciendo que el profesorado sienta una pérdida de control.
	Organización social	Relacionado con el control se halla el pensamiento de que es la competitividad la verdadera impulsora del aprendizaje, olvidando que los compañeros pueden proporcionar un conflicto cognitivo importante y promover la reconstrucción de conocimientos (Jones y Carter, 2000).
	Organización temporal	Por último, dentro del bloque contextual, se achaca a la falta de tiempo la excusa para realizar actividades menos tradicionales y divergentes. Osborne y Collins (2001) ponen de manifiesto que una de las razones que produce más grado de insatisfacción en los docentes es la falta de discusión, la falta de tiempo para divergir, expresando que no se dan oportunidades para que el alumnado establezca sus intereses.
Epistemológico (Banet et al., 2002; Elliot, 1999; Imbernón, 2002; Opendacker, 1990; Candela, 1997; Vázquez et al., 2006a)	El conocimiento escolar	A nuestro juicio constituye un obstáculo pensar que existe continuidad entre conocimiento científico y cotidiano y que son epistemológicamente similares, siendo posible la transferencia de un conocimiento a otro. Sabemos que la enseñanza debe enriquecer el conocimiento cotidiano, haciéndolo más complejo y favoreciendo la interpretación y actuación de los sujetos en el mundo que los rodea (Banet et al., 2002).
	Criterios de selección de las fuentes de información	Otro obstáculo está relacionado con la forma en que se seleccionan las fuentes de información y tiene su origen en el interés por la predicción y el control de los hechos por la denominada racionalidad técnica (Elliot, 1999).
	Utilidad del conocimiento escolar	Este obstáculo se vincula al cumplimiento de los objetivos y las programaciones, ignorando que, en la relación formativa, existen intercambios complejos y no una interacción única (Imbernón, 2002).
	Construcción del conocimiento	En otro aspecto, la unicidad en el proceso de construcción del conocimiento por parte del profesorado no es reprochable sólo por cuestiones éticas o ideológicas (Opendacker, 1990), sino porque también el exceso de información unilateral lleva asociado el peligro de exceder la capacidad de memoria del alumnado. En otro obstáculo relacionado con el anterior, desarrollamos la noción de refuerzo de las ideas del profesor a lo largo del proceso de enseñanza. Se busca, ante todo, confirmar quién es el verdadero constructor del conocimiento dentro del aula, desde la óptica de la racionalidad técnica. Para Candela (1997), el efecto que las contribuciones del alumnado tienen en la interacción dinámica no ha sido considerado adecuadamente.

<p>Curricular</p> <p>(Perales y Salinas, 2004; Wamba, 2001; Martínez y García, 2003; Alonso et al., 1995; Mayós, 2003; Porlán et al., 2001; Sanmartí, 2003; Vázquez et al., 2006b; Vázquez et al., 2007d; Vázquez et al., 2008)</p>	Tipos de problemas	En el marco curricular, pensamos que es un obstáculo importante la utilización excesiva de resoluciones mecánicas de problemas por parte del profesor, ya que impide una adecuada comprensión conceptual (Perales y Salinas, 2004).
	Secuencia de actividades	Un obstáculo importante, relacionado con el uso de problema cerrados, es aquel en el que el profesor inicia, en la mayoría de los casos, las actividades predeterminadas de antemano y los alumnos actúan ante estas cuestiones resolviendo, respondiendo ya sea por escrito u oralmente; a continuación, el profesor interviene para cuestionar o poner en duda las respuestas, en función de su grado de aceptación de las diferentes respuestas de sus alumnos (Wamba, 2001).
	Fuentes de información	Otro obstáculo importante lo constituye el hecho de considerar el libro de texto como fuente principal de información. Algunas investigaciones sobre libros de texto han puesto en evidencia que, aunque las editoriales realizan intentos de publicar materiales innovadores, están fuertemente sometidas a las leyes del mercado (Martínez y García, 2003).
	Objeto (Qué evaluar)	Para finalizar, dedicamos en el marco curricular un apartado especial a la evaluación. Así, un obstáculo proviene de la creencia en la objetividad y precisión de su actividad evaluadora, debido a la naturaleza, también supuestamente objetiva, de los conocimientos científicos (Alonso et al., 1995).
	Finalidad (Para qué evaluar)	Desde el enfoque técnico, la sanción incluye el deseo de clasificar, de seleccionar a los «mejores» del sistema educativo, a nuestro juicio un obstáculo pernicioso. Como explica Mayós (2003), al finalizar la educación obligatoria, debería conseguirse que todos los alumnos y alumnas alcanzaran aquellas competencias básicas que les han de permitir progresar de manera autónoma e integrarse social y laboralmente.
	Participación (Quiénes participan en la evaluación)	Porlán et al. (2001) observan un obstáculo en la concepción del profesor como único garante del proceso de aprendizaje y resaltan el trasfondo ideológico que lo sustenta.
	Instrumentos (Cómo evaluar)	Por último, el uso del examen final como acto fundamental del proceso evaluativo añade otro obstáculo al proceso de la evaluación, como argumenta Sanmartí (2003), acto que sólo tenía todo su sentido en el marco de un modelo de enseñanza para unos pocos.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Contexto de la investigación

Para desarrollar nuestro trabajo, centrado en la identificación de obstáculo en el DP, decidimos llevar a cabo un estudio en un contexto natural, de ahí nuestra elección de la muestra: un centro público de Andalucía (España), en el que participó todo el profesorado de ciencias experimentales del centro (seis en total). Este profesorado estaba interesado en la innovación curricular y la mejora de su práctica educativa, dadas las dificultades que detectaban en el aprendizaje de su alumnado. Uno de los investigadores del artículo actuó como «facilitador» del grupo de trabajo, realizando tareas de asesoramiento y coordinación. El profesorado eligió un nivel educativo problemático para ellos: 3.º de ESO (14-15 años) y, por consenso, se eligió trabajar el tópico de las disoluciones, dentro de la Química. Dados los problemas de estabilidad del profesorado en el centro, se pactó el compromiso de realizar un programa de investigación-acción durante dos cursos consecutivos, que implicaba preparar una unidad didáctica (UD) desde el inicio del curso académico, desarrollar en cuatro semanas la UD y analizar los resultados el resto del curso. Por consenso se eligió como UD «La estructura de la materia y las disoluciones».

contenido que consideraban clave por su carácter integrador de las diversas ciencias de la naturaleza. La investigación-acción estimula la cooperación y proporciona apoyos emocionales entre los profesores participantes (Nelson, 2009).

Solapado a este nivel de investigación, se desarrolló otro complementario, un estudio de casos para informar, entre otros objetivos, de los obstáculos en el DP del profesorado en estos ambientes de experimentación e innovación. En el artículo sólo mostramos el caso de Ana, profesora licenciada en Química y con experiencia de doce años cuando se inicia en el grupo de trabajo, aunque realizamos el estudio completo de otro caso que, por razones de espacio, no presentamos.

Instrumentos de recogida y análisis de datos

Para Porlán y Rivero (1998b), es necesaria la observación «crítica de la práctica», mientras que López Ruiz (1999) aboga por proporcionar suficientes fuentes de contraste para transformar conocimiento empírico en teorías prácticas. En un trabajo anterior analizamos las reflexiones del profesorado, con los siguientes instrumentos como fuentes de información: diarios durante el desarrollo de la unidad didáctica (promedio de 24 sesiones por curso),

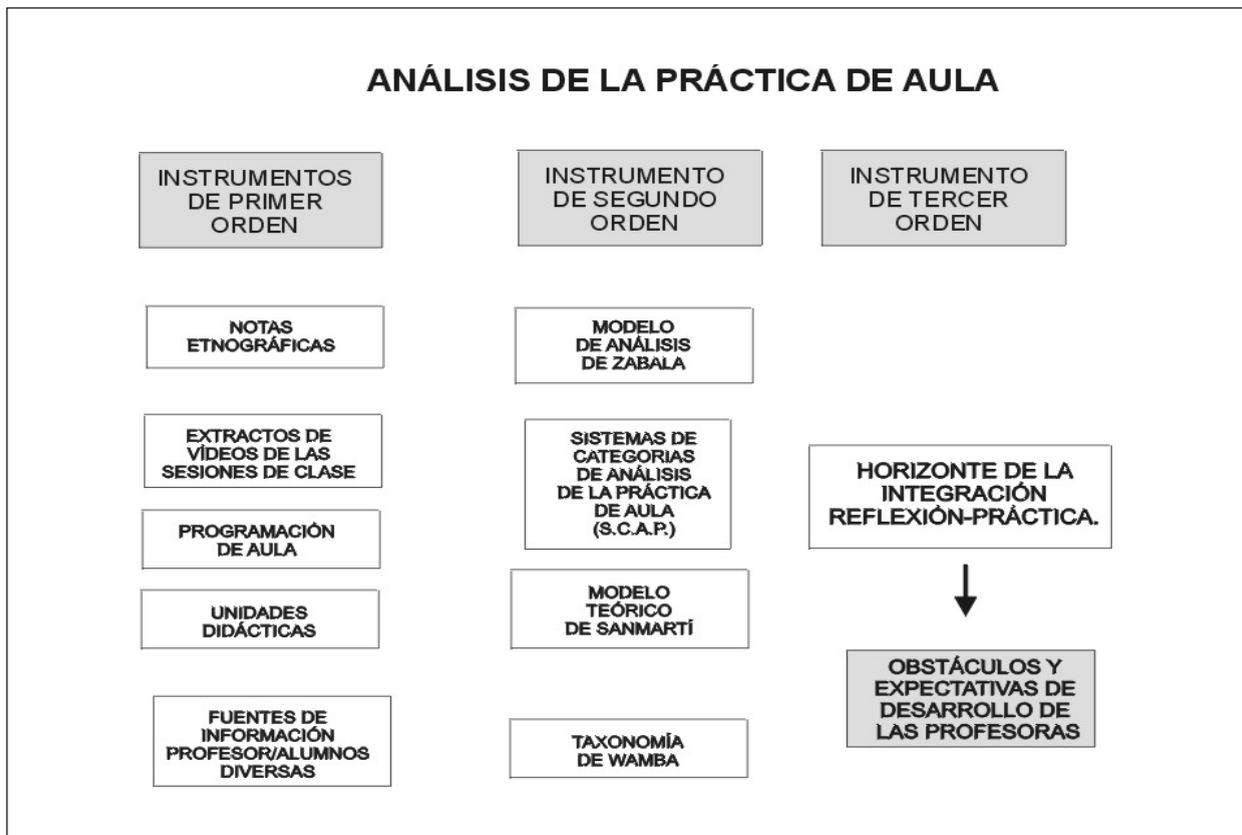
entrevistas al inicio y final del programa de investigación-acción, grabaciones de las reuniones semanales del grupo (con un promedio de una hora media en cada uno de los dos cursos). El análisis del discurso verbal generado en las reuniones es un importante elemento ya utilizado en contextos de innovación para el desarrollo profesional del profesorado de ciencias (Couso y Pintó, 2009). Para el análisis de la reflexión elaboramos un sistema de categorías, SCAR (*Sistema de Categorías para el Análisis de la Reflexión*), que hunde sus raíces en nuestra hipótesis de la complejidad y supone su plasmación metodológica (los resultados para el caso Ana y la tabla completa puede hallarse en Vázquez et al., 2007a).

Al ser la práctica de aula un proceso diferenciado, adaptamos el SCAR para su implementación sin embargo, para algunas «estructuras» que nos parecían más singulares, recurrimos a modelos de análisis propuestos por otros autores (*Aprendizaje Escolar*: Zabala, 1995; *Tipos de Problemas y Secuencia de Actividades*: Wamba, 2001; *Organización Temporal*: Sanmartí, 2003). Para favorecer la visualización completa de los instrumentos empleados en la investigación, mostramos en la figura 1 una síntesis de los mismos. Primer orden para la recogida de datos, segundo orden para los sistemas de categorías, modelos teóricos y taxonomías empleadas para analizar los datos;

y tercer orden dedicado a la presentación e interpretación de datos. Un instrumento de especial relevancia fueron los registros etnográficos (RE) de las sesiones de implementación de la UD. En este punto el facilitador/investigador principal obtuvo la gran mayoría de los RE; sin embargo, una parte de ellos fueron realizados por el profesorado del grupo de trabajo, dado su interés por el trabajo de aula de sus compañeros. Estos RE fueron de consulta pública por todo el grupo y supuso un motor relevante en la dinámica colaborativa de dicho grupo. Las cámaras de vídeo actuaron también como doble instrumento, al igual que los RE, pues cada profesor podía ver las cintas del resto de sus compañeros y, además sirvieron como fuente de apoyo a los RE para la investigación. Otros instrumentos relevantes empleados como fuentes de información fueron las producciones propias del profesorado (programaciones didácticas, unidades didácticas, pruebas de evaluación, etc.).

Buena parte del trabajo se centró en el análisis de los RE que actuaron como unidades de información. Parte del procesamiento de la información se realizó con el programa informático AQUAD, sobre todo, en el análisis de la práctica de aula, en la codificación, opciones de búsqueda y cálculo de frecuencia de las unidades de información (Huber et al., 2001).

Figura 1
Instrumentos de recogida, análisis y representación de datos.



RESULTADOS

Por razones obvias de extensión, en el anexo se encuentra una muestra de cómo se efectuó el análisis de la práctica de aula para el marco curricular/estructura de análisis fuentes de información (en concreto, para el alumnado). Se codificaron las unidades de información y se confrontaron los resultados en las dimensiones encontradas. A partir del número de estas codificaciones y su proporcionalidad, se consideraba si la profesora estaba en una dimensión determinada o en tránsito. El mismo proceso se siguió los dos cursos que duró el grupo de trabajo, emitiéndose juicios parciales para la reflexión (Vázquez et al., 2007a) y la práctica de aula, donde se situaba a una profesora en una determinada dimensión en base al esfuerzo de codificación previo, con lo cual teníamos una visión de la evolución de los obstáculos (categorías técnicas). A continuación, se procedió a comparar los resultados obtenidos en la reflexión y práctica de aula, buscando aquellos obstáculos de especial persistencia, a los que denominamos núcleos duros. En la tabla

3 se muestran las conclusiones parciales de las fuentes de información en el marco curricular del 2.º curso.

El horizonte de la integración entre reflexividad y práctica de aula – Caso de Ana

A modo de síntesis, hemos representado la integración entre reflexividad y práctica de aula (Figura 2). Se trata, por tanto, de un nuevo instrumento al que denominamos *horizonte de la integración* que, empleando una metáfora, sería como una «foto» del final de proceso. En el eje horizontal, se han distribuido todas las estructuras/subestructuras inclusivas de la reflexión y la acción en el aula de la profesora Ana. En el eje vertical se han situado tres zonas correspondientes a las dimensiones crítica, práctica y técnica. Entre ellas existen dos zonas intermedias, representadas por líneas de puntos, que simbolizan el tránsito hacia las dimensiones prácticas o críticas. A la vez, la posible integración (izqda.) o desintegración (dcha.) se representa con el símbolo de la figura 3.

Tabla 3
Conclusiones parciales para fuentes de información en el marco curricular (Curso 2º).

REFLEXIÓN	Pensamos que la profesora ha vuelto más compleja su reflexión hacia la dimensión práctica, debido al escaso número de referencias a la utilización del libro de texto como fuente principal de información y, aunque le conceda una importancia fundamental en la entrevista final, en sus reflexiones su importancia es menor. En cambio, en la misma línea que el curso pasado, prosiguen sus reflexiones hacia la utilización de materiales curriculares diversos. Así se centra en el uso del laboratorio, las TIC, el vídeo en el aula, documentos comerciales y el uso de modelos moleculares. Por último, aunque existe una referencia al uso de problemas relevantes, su consideración hay que entenderla en el mismo contexto que la realizada para la dimensión técnica, la entrevista final, por lo que su validez es pequeña, estimando que el inicio hacia la dimensión crítica es todavía incipiente.
PRÁCTICA DE AULA	Compagina diversas fuentes, sin renunciar a la UD. Por tanto, pensamos que la profesora va volviendo más compleja su práctica docente en este aspecto. Por otro lado, por su utilización de problemas sociales y medioambientales relevantes, a partir de noticias de periódicos, revistas y medios de comunicación escritos en general, pensamos que ha iniciado el tránsito hacia la dimensión crítica.

Figura 2
Horizonte de la integración reflexión-práctica en Ana.

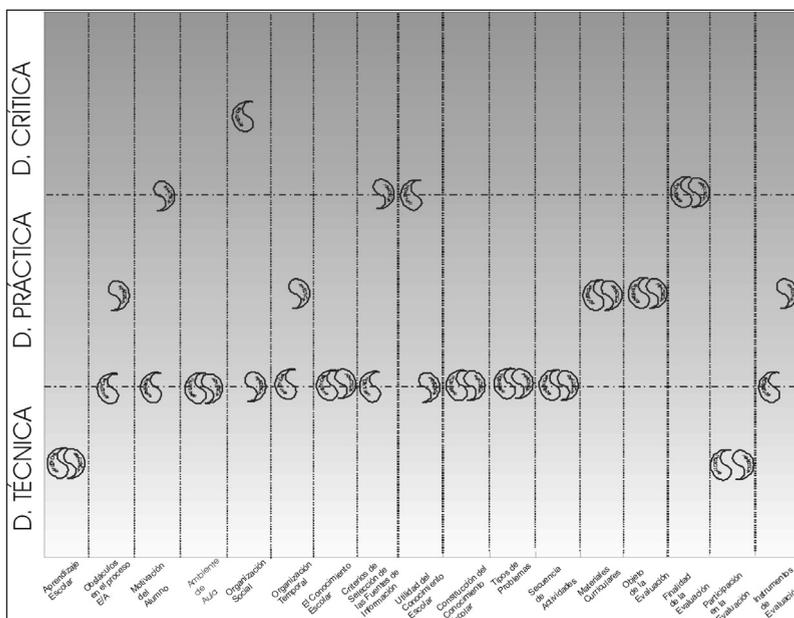


Figura 3
Representación del grado de integración.



1) *La perspectiva de la integración*: existe un grado de integración total en los siguientes ámbitos de estudio: aprendizaje escolar, ambiente de aula, conocimiento escolar, construcción del conocimiento escolar, tipo de problemas, secuencia de actividades, materiales curriculares del profesor y alumnos, objeto de la evaluación, finalidad de la evaluación y participación de la evaluación. Perteneciendo, sin distinción, a todos los marcos analizados. Se observa, por su parte, un grado de integración parcial en los ámbitos que prosiguen: obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, organización temporal e instrumentos de evaluación. En cambio, la desintegración es apreciable en los ámbitos restantes: motivación del alumno (más compleja la práctica), organización social (más compleja la reflexión), criterios de selección de las fuentes de información (más compleja la práctica), utilidad del conocimiento escolar (más compleja la reflexividad). Estos ámbitos pertenecen, por su parte, a los marcos contextual y epistemológico, respectivamente.

2) *La perspectiva de la evolución de la complejidad*: se distingue una zona de tránsito comprendida entre la dimensión técnica y la práctica, donde se hallan la mayoría de las estructuras o subestructuras analizadas. En una segunda zona, en la dimensión puramente técnica, se encuentran sólo dos representaciones: el aprendizaje escolar y la participación en la evaluación. Por último, una zona de tránsito comprendida entre la dimensión práctica

y la crítica, donde medran la finalidad de la evaluación y los materiales curriculares, ambas estructuras integradas, así como aspectos parciales, que coinciden con los objetos menos integrados del punto tres anterior.

En el caso de Ana, habrá que seguir prestando especial atención a los dos aspectos que permanecen en la dimensión técnica. Uno de ellos es su concepción del aprendizaje escolar, ya que investigaciones anteriores han señalado que un factor fundamental que estimula el progreso del profesorado es la toma de conciencia de las ideas de los estudiantes (Da Silva et al., 2007). El segundo aspecto que permanece en la dimensión técnica, y sobre el que es necesario seguir interviniendo, es la participación en la evaluación, ya que el papel asignado a la evaluación, y más aún, a la autoevaluación y a la coevaluación, puede incidir decisivamente en el proceso de construcción del conocimiento para los alumnos (Sanmartí y Alimenti, 2004).

Por razones de espacio, nos centraremos en mostrar aquellos resultados más dignos de reseñar, con especial énfasis en los obstáculos más sobresalientes, surgidos de la comparación entre reflexión y práctica de aula, ya que, según nuestra premisa teórica, el conocimiento de los obstáculos y su naturaleza nos va a permitir profundizar más en el desarrollo profesional de la profesora Ana. En la tabla 4 se muestran resumidos los obstáculos hallados en cada estructura o subestructura de análisis

Tabla 4
Obstáculos y perspectivas de desarrollo profesional de Ana.

MARCOS	ESTRUCTURAS / OBSTÁCULOS	OBSTÁCULOS Y PERSPECTIVAS DE DESARROLLO
Psicológico	El aprendizaje escolar <i>Papel de la memoria como principal garante del aprendizaje; la asimilación como garante del aprendizaje</i>	Aunque su concepción principal se relaciona con la asimilación de contenidos (núcleo duro), debido al papel que concede a la memoria, existen leves indicios de que este núcleo duro de sus pensamientos comienza a considerar la construcción de significados como modelo alternativo de aprendizaje.
	Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje <i>Alusión a la falta de comprensión del alumnado</i>	El grupo de trabajo le sirve para generar el debate interno entre concepciones diferentes: incapacidad del alumnado para comprender, por una parte, y obstáculos de naturaleza epistemológica.
Contextual	Motivación del alumno <i>Esfuerzo individual del alumno como factor intrínseco del alumno; motivación ya dada en los grupos de alumnos</i>	Fruto de la negociación con el resto del profesorado del grupo de trabajo, posee un grupo que se acerca a lo que ella considera ideal, reducido y con deseos de aprender, a pesar de su teórica menor capacidad, lo que le lleva a iniciar nuevas dinámicas en el aula, con elevada participación del alumnado.
	Ambiente de aula <i>Disciplina y control de la clase</i>	Aunque la disciplina del alumnado en la dinámica de la clase es importante para ella, posee la capacidad de llegar a acuerdos con el alumnado, aunque sean verbales. El debate en el grupo de trabajo y la posibilidad de observarse en vídeo supuso un estímulo para la profesora.
	Organización social <i>La competitividad como impulsora del aprendizaje</i>	La forma predominante de organización social del aula es el trabajo en equipo de los alumnos, si bien usa esporádicamente agrupamientos individuales.
	Organización temporal <i>La falta de tiempo caracteriza la forma de intervención en el aula</i>	La profesora se adapta al tipo de alumnado al que atiende. En grupos numerosos, se muestra preocupada por el tiempo, mientras que en grupos poco numerosos, da lugar al pensamiento divergente entre el alumnado.

Epistemológico	El conocimiento escolar <i>El conocimiento científico como conocimiento único de los contenidos escolares</i>	Los contenidos escolares están estructurados en función del conocimiento científico, lo cual no es sorprendente por la elevada especialización en la formación inicial de la profesora, química, aunque sin olvidar la importancia que concede al conocimiento basado en la experiencia de sus alumnos, fruto del debate en el seno del grupo de trabajo y compatible con su perfil constructivista respecto a la ciencia, relativista, empirista moderada y poseedora de una visión explicativa y provisional de la ciencia.
	Criterios de selección de las fuentes de información <i>La eficacia acrítica y su papel en la mejora</i>	Aunque orienta sus intervenciones al desarrollo de una eficacia docente ausente de crítica: adelantar la finalización de un actividad, dar la respuesta correcta al pensar que los alumnos no darán con ella (núcleo duro),..., comienza a aflorar cierto grado de insatisfacción al respecto. El grupo de trabajo es responsable de esta nueva actitud.
	Utilidad del conocimiento escolar <i>Preocupación por alcanzar los objetivos y la programación</i>	Comienza a tomar cuerpo la preocupación por formar ciudadanos con capacidad crítica, como se muestra al trabajar acontecimientos de la vida real como la «catástrofe del Prestige» y dedicar varias sesiones para ello, además de interesarse por problemas relevantes para sus alumnos, algunos en situación de alto riesgo, como es el tratamiento de las drogas y su consumo. Todas estas actividades fueron consensuadas en el grupo de trabajo.
	Construcción del conocimiento <i>El profesor como único constructor del conocimiento escolar; refuerzo de las ideas presentadas por el profesor</i>	Los canales abiertos hacia la negociación con los alumnos, en la construcción de significados, se encuentran cerrados, por ahora, siendo éste un obstáculo más, a pesar de su visión epistemológica de la profesora en torno al conocimiento científico, su construcción (relativista y empirista moderada) y finalidad (la comprensión de la realidad).
Curricular	Tipos de problemas <i>Utilización única problemas de respuestas cerradas</i>	Debido al intercambio de ideas en el grupo de trabajo, la profesora comienza a interesarse por los problemas socioambientales, si bien persiste su intención de desarrollarlas con un carácter cerrado a imagen de como plantea las actividades de problemas cerrados numéricos clásicos. El empleo de este tipo de actividades es otro obstáculo importante.
	Secuencia de actividades <i>Actividades rígidas</i>	Su adaptación al contexto del aula con su alumnado de «diversificación», proponiendo actividades que le permitan cierto grado de flexibilidad, nos indica que indica su elección de una mayor complejidad en este aspecto, aunque persistan esquemas de secuencias rígidas.
	Fuentes de información <i>Utilización del texto como fuente única de información</i>	El intercambio de experiencias con el profesorado del grupo ha hecho posible un uso evidente de otras fuentes de información como son la lectura, crítica y debate de artículos sobre conocimiento didáctico del contenido, trabajos prácticos y metacognición, materiales elaborados en soporte de vídeo y documentos de la vida cotidiana. Reformula la unidad y emplea problemas sociales y medioambientales relevantes y nuevas tecnologías como Internet.
	Objeto (Qué evaluar) <i>Creencia en la objetividad de la evaluación</i>	Aborda la evaluación de forma poco restrictiva. En contraste con el curso pasado, su interés por la evolución de las ideas de los alumnos muestra con claridad su posición en esta dimensión. Por último, su interés por el trabajo personal de cada alumno y su evaluación de trabajos personales individualizados hace evidenciar el tránsito hacia una mayor complejidad en la evaluación de las destrezas individuales.
	Finalidad (Para qué evaluar) <i>Evaluación sancionadora</i>	Su idea de la evaluación y su fin es de ofrecer una visión global del proceso de enseñanza-aprendizaje sumativa, que le permita inferir, al final de este proceso, una imagen del alumno no sólo como consumidor de información, sino como individuo capaz de realizar procedimientos específicos del trabajo escolar en ciencias. Junto a ello, la dinámica del grupo de trabajo ha hecho posible que surja la idea de una evaluación formativa centrada en el alumno y en la inserción social de algunos de su alumnado de diversificación.
	Participación (Quiénes participan en la evaluación) <i>El profesor como garante exclusivo del proceso de evaluación</i>	Estimula la participación del alumnado sólo en lo concerniente a la fecha de los exámenes, lo que constituye un obstáculo importante, además de un asunto no negociable en el grupo de trabajo. Por otro lado, parece disminuir la tentación de realizar exámenes continuos y hacer un seguimiento más diario de los trabajos de los alumnos, tal vez porque el escaso número de ellos le permite evaluar de esa forma.
	Instrumentos (Cómo evaluar) <i>Utilización del examen final</i>	Existen pautas de desarrollo hacia posturas que consideren la individualidad de cada alumno y la toma de conciencia por parte de éste en su proceso formativo. La negociación en el grupo de trabajo ha permitido que asuma, en el segundo año, una mayor variedad de instrumentos: prueba inicial, trabajos elaborados en clase, observación diaria e individualizada de cada alumno y exámenes diversos.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Uno de nuestros objetivos fue determinar el nivel de desarrollo de la profesora objeto de investigación en función de sus intervenciones en el aula y su evolución en el tiempo (Vázquez et al., 2007b). Esperábamos cambios poco espectaculares, aunque siendo el contexto de la práctica diferente al de la reflexión, preveíamos resistencias de naturaleza distinta.

El análisis global de la práctica de aula muestra una complejidad perceptible desde la dimensión técnica hacia la práctica. Sin embargo, en aspectos concretos del análisis, surgen las singularidades de los obstáculos. De esta forma, los ámbitos de estudio como el aprendizaje escolar y la participación en la evaluación, se revelan como obstáculos muy persistentes en Ana. En el espectro opuesto, ámbitos como motivación del alumno, los criterios de selección de las fuentes de información y la finalidad de la evaluación se debaten entre la dimensión crítica o bien se hallan en tránsito hacia ella. El resto de los escenarios de análisis muestran un inequívoco estatus en la dimensión práctica o se encuentran en vías de adquirirlo. La indagación sobre la procedencia, en cuanto a los marcos originales, no muestra una alineación característica, a través de la cual podamos inferir que algunos marcos se hacen más complejos que otros. Así, los ámbitos más resistentes al cambio pertenecen a los marcos psicológico y curricular. En cambio, los más complejos, en los términos de la hipótesis de la complejidad, se inscriben en el marco curricular, epistemológico y curricular. Se desprende que los aspectos más resistentes al cambio forman parte de teorías bien asentadas en la profesora, como son sus concepciones sobre el aprendizaje de los alumnos y la posibilidad de que éstos ahonden en su autoevaluación. El estudio nos ha permitido poner en evidencia cómo algunos obstáculos permanecen en el tiempo, núcleo duro, y otros van cambiando y son susceptibles de evolucionar. En este sentido, Ana destaca en su posición crítica respecto a la discriminación educativa hacia alumnos deprimidos socialmente, sus opciones de compromisos sociales con el entorno y sus ideas sobre cuáles son las finalidades de la evaluación. Como habíamos previsto, aunque los cambios son lentos y graduales, afectan más a unos ámbitos que a otros, síntoma de las interacciones múltiples que se establecen y a los diferentes condicionantes

a que se ve sometida la profesora en todo el proceso (Vázquez et al., 2008). Queda fuera del análisis de este trabajo la influencia que los obstáculos ideológicos y formativos ejercen sobre el resto de los obstáculos analizados en la profesora, aunque su tratamiento podría informarnos sobre la sutil naturaleza de tal influjo.

El proceso de cambio en el cual la profesora se halla inmersa está catalizado por la didáctica de las ciencias experimentales, indicándonos la influencia que en diversos aspectos analizados posee. Se muestra esta influencia en ámbitos que van desde la motivación del alumno (las ciencias experimentales poseen un estatus privilegiado en este aspecto), al poder ejercido en la evaluación (autonomía y participación de los alumnos), pasando por la gestión de la clase, así como intereses epistemológicos (selección de fuentes, utilitarismo frente a emancipación) o de promoción social de los alumnos a través de la evaluación.

Los resultados muestran un desarrollo profesional parcial e incipiente en algunos aspectos. Sin embargo, creemos que la participación de la profesora en el programa ha conseguido implicarla plenamente en su propio desarrollo profesional. En la actualidad, seguimos trabajando con la profesora en programas que tratan de relacionar el desarrollo profesional del profesorado y el aprendizaje del alumnado. Estamos incidiendo en el proceso de construcción de significados y progresión del conocimiento por parte de los estudiantes (Jiménez-Aleixandre y Reigosa, 2006), relacionándolo con el conocimiento didáctico del contenido por parte de los docentes (Friedrichsen et al., 2009; Gárriz et al., 2008).

Finalmente, tratamos de simplificar los procedimientos de análisis para que, sin perder rigor científico, puedan ser utilizados sin dificultad por los profesores participantes. Esto facilitaría, además, la transferencia de los resultados a la formación inicial y a la iniciación a la docencia del profesorado, etapas en las que se forman las estrategias y rutinas en el aula, y que posteriormente es mucho más difícil hacerlas evolucionar.

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Investigación EDU2009-12864 del Ministerio de Ciencia y Tecnología(España) y el Fondo Europeo para el Desarrollo Regional (ERDF).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, M., GIL, D. y MARTÍNEZ, J. (1995). Concepciones docentes sobre la evaluación de la enseñanza de las ciencias. *Alambique*, 4, pp. 6-15.
- ASTOLFI, J.P. (1999). *El error, un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- BACHELARD, G. (1987). *La formación del espíritu científico*. México: Siglo XXI.
- BANET, E., CORDÓN, R. y NÚÑEZ, F. (2002). ¿Aprenden los estudiantes a elaborar e interpretar gráficas durante la educación obligatoria?, en Elórtogui, N. et al. (ed.). Actas de los XX Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales: Relación Secundaria Universidad, 2, pp. 752-764. La Laguna: Universidad de La Laguna.
- BAÑAS, C., LÓPEZ, A., MELLADO, V. y RUIZ, C. (2009). Metacognition and professional development of secondary education science teachers: a case study. *Journal of Education Research*, 3(1/2), pp. 129-148.
- BELL, B. (1998). Teacher development in Science education, en Fraser, B.J. y Tobin, K.G. (ed.). *International Handbook of Science Education*, pp. 681-693. Dordrecht: Kluwer.
- BONIL, J. y PUJOL, R.M. (2008). El paradigma de la complejidad, un marco de referencia para el diseño de un instrumento de evaluación de programas en la formación inicial del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), pp. 5-22.
- BONIL, J., SANMARTÍ, N., TOMÁS, C. y PUJOL, R.M. (2004). Un nuevo marco para orientar respuestas a las dinámicas sociales: El paradigma de la complejidad. *Investigación en la Escuela*, 53, pp. 5-19.
- CANDELA, A. (1997). Demonstrations and problem-solving exercises in school science: their transformation within the Mexican elementary school classroom. *Science Education*, 81, pp. 497-513.
- CLARK, K y PETERSON, P.L. (1986). Teachers' thought process, en Wittrock, C.M. (Ed.). *Handbook of Research on Teaching*. Nueva York: Mc Millan. (Trad. Cast. Procesos de pensamiento en los docentes), en Wittrock, M.C. (ed.). *La investigación de la enseñanza, III. Profesores y alumnos*, pp. 443-539. Barcelona: Paidós educador-MEC, 1990.
- COCHRAN-SMITH, M. y LYTLE, S.L. (2003). Más allá de la certidumbre: adoptar una actitud indagadora sobre la práctica, en Lieberman, A. y Miller, L. (ed.). *La indagación como base de la formación del profesorado y la mejora de la educación*, pp. 65-79. Barcelona: Octaedro.
- COUSO, D. y PINTÓ, R. (2009). Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(1), pp. 5-18.
- DA-SILVA, C., MELLADO, V., RUIZ, C. y PORLÁN, R. (2007). Evolution of the conceptions of a secondary education biology teacher: Longitudinal analysis using cognitive maps. *Science Education*, 91(3), pp. 461-491.
- ELLIOT, J. (1999). La relación entre comprender y desarrollar el pensamiento docente, en Pérez Gómez, A., Barquín Ruiz, J. y Angulo Rasco, J.F. (ed.). *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, pp. 364-378. Madrid: Akal
- ELÓRTEGUI, N., FERNÁNDEZ, J. y MEDINA, M. (2002). Consideraciones sobre la investigación en didáctica de las ciencias de la naturaleza. *Alambique*, 34, pp. 37-46.
- ESTEPA, J. (2004). *Proyecto docente*. Universidad de Huelva: Inédito.
- FARRÉ, A.S. y LORENZO, M.G. (2009). Another piece of the puzzle: the relationship between beliefs and practice in higher education organic chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(2), pp. 176-184.
- FERNÁNDEZ, M.T., TUSET, A.M., PÉREZ, R.E. y LEYVA, A.C. (2009). Concepciones de los maestros sobre la enseñanza y aprendizaje y sus prácticas educativas en clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 27(2), pp. 289-298.
- FREITAS, M.I., JIMÉNEZ, R. y MELLADO, V. (2004). Solving physics problems: The conceptions and practice of an experienced teacher and an inexperienced teacher. *Research in Science Education*, 34(1), pp. 113-133.
- FRIEDRICHSEN, P.J., ABELL, S.K., PAREJA, E.M., BROWN, P.L., LANKFORD, D.M. y VOLKMANN, M.J. (2009). Does Teaching Experience Matter? Examining Biology Teachers' Prior Knowledge for Teaching in an Alternative Certification Program. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(4), pp. 357-383.
- GÁRRIZ, A., NIETO, E., PADILLA, K., REYES-CÁRDENAS, F. M. y TRINIDAD, R. (2008). Conocimiento didáctico del contenido en química. Lo que todo profesor debería saber. *Campo Abierto*, 27(1), pp. 153-177.
- GIERE, R. (2006). *Scientific Perspectivism*. Chicago: Chicago University Press.
- GIMENO, J. (1988). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.
- HIERREZUELO, J. et. al. (1998). *Ciencias de la Naturaleza, Física y Química, 3.º ESO*. Málaga: Elzevir.
- HUBER, G.I., FERNÁNDEZ, G. y HERRERA, L. (2001). *Análisis de datos cualitativos con AQUAD cinco para Windows*. Grupo Editorial Universitario: Granada.
- HUERTAS, J.A. (1999). Cultura del profesor y modos de motivar: a la búsqueda de una gramática de los motivos, en Pozo, J.I. y Monereo, C. (ed.). *Aprendizaje estratégico*, pp. 59-72. Madrid: Aula XXI / Santillana.
- IMBERNÓN, F. (2002). La investigación educativa y la formación del profesorado, en Imbernón, F. (coord.). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*, pp. 11-68. Barcelona: Graó.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P. y REIGOSA, C. (2006). Contextualizing practices across epistemic levels in the chemistry laboratory. *Science Education*, 90(4), pp. 707-733.
- 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., y 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), pp. 113-131.
- JIMÉNEZ PÉREZ, R., VÁZQUEZ BERNAL, B., MELLADO, V. y TABOADA, C. (2008). Reflexión y práctica en el aula: un análisis de la organización temporal. Estudio de caso de una profesora de ciencias de secundaria. *Interacções*, 8, pp. 80-109.
- JONES, M.G. y CARTER, G. (2000). Grupos pequeños e construções partilhadas, en MINTZES, J.J., WANDERSEE, J.H. y NOVAK, J.D.: *Ensinando Ciência para a compreensão. Uma visão construtivista*, pp. 232-245. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- LÓPEZ RUIZ, J.I. (1999). *Conocimiento docente y práctica educativa. El cambio hacia una enseñanza centrada en el aprendizaje*. Archidona (Málaga): Aljibe.
- MACÍAS, A., CASTRO, J. y MATURANO, C.I. (1999). Estudio de algunas variables que afectan a la comprensión de textos de física. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(3), pp. 431-440.
- MARTÍN DEL POZO, M.R. (2000). Una experiencia de formación inicial sobre el comportamiento de los materiales: relato y análisis de las concepciones de los futuros maestros. *Investigación en la Escuela*, 42, pp. 29-43.
- MARTÍNEZ, C. y GARCÍA, S. (2003). Las actividades de primaria y ESO incluidas en libros escolares. ¿Qué objetivos persiguen? ¿Qué procedimientos enseñan? *Enseñanza de las Ciencias*, 21(2), pp. 243-264.
- MAYÓS, C. (2003). Evaluación de las competencias en Cataluña. *Alambique*, 37, pp. 50-57.
- MELLADO, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 289-302.
- MELLADO, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82(2), pp. 197-214.
- MELLADO, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 343-358.
- MINTZES, J.J. y WANDERSEE, J.H. (2000). Reforma e inovação no ensino da Ciência: uma visão construtivista, en Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. y Novak, J.D.: *Ensinando Ciência para a compreensão. Uma visão construtivista*, pp. 44-67. Lisboa: Plátano Edições Técnicas.
- MONEREO, C., CASTELLÓ, M., CLARIANA, M. PALMA, M. y PÉREZ, M.L. (1994). *Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela*. Barcelona: Graó.
- MORIN, E. (1995). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- NELSON, T.H. (2009). Teachers' collaborative inquiry and professional growth: Should we be optimistic. *Science Education*, 93(3), pp. 548-580.
- OPDENACKER, C., FIERENS, H., BRABANT, H. VAN y SEVENANTS, J. (1990). Academic performance in solving chemistry problems related to student working memory capacity. *Internacional Journal of Science Education*, 12(2), pp. 177-185.
- OSBORNE, J. y COLLINS, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *Internacional Journal of Science Education*, 23(5), pp. 441-467.
- PERALES, F.J. y SALINAS, A. (2004). Percepción de estudiantes de Física sobre la dificultad en la resolución de problemas. Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales, pp. 119-124. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- PIAGET, J. (1969). *Psicología y Pedagogía*. Barcelona: Ariel.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998a). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO (1998b). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 271-288.
- PORLÁN, R., MARTÍN DEL POZO, R., MARTÍN, J. y RIVERO, A. (2001). *La relación teoría-práctica en la formación permanente del profesorado*. Sevilla: Díada.
- POZO, J.I. y GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*. Madrid: Morata.
- RITCHIE, S.M. (2008). Editorial: The next phase in scholarship and innovative research in science education. *Research in Science Education*, 38(1), pp. 1-2.
- SANMARTÍ, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Síntesis: Madrid.
- SANMARTÍ, N. (2003). Evaluación externa. ¿Por qué y para qué? *Alambique*, 37, pp. 9-18.
- SANMARTÍ, N. y ALIMENTI, G. (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: Un análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química. *Educación Química*, 15(2), pp. 120-128.
- STENHOUSE, L. (1987). *Investigación y desarrollo del currículo*. Madrid: Morata.
- STOLL, L., FINK, D. y EARL, L. (2004). *Sobre el aprender y el tiempo que requiere. Implicaciones para la escuela*. Octaedro: Barcelona.
- VAN MANEN, M. (1977). Linking ways of knowing with ways of being practical. *Curriculum Inquiry*, 6, 205-228.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ, 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), pp. 133-152.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ, 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*, 11(31), pp. 1259-1286.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y MELLADO JIMÉNEZ, V. (2007a). La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(1), pp. 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*, 61, pp. 69-84.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R. y MELLADO JIMÉNEZ, V. (2007c). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La Hipótesis de la Complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), pp. 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), pp. 649-673.
- VÁZQUEZ BERNAL, B., JIMÉNEZ PÉREZ, R., y MELLADO, V. (2008). 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*, 137-164. Nueva York: Nova Science Publishers, Inc.
- WAMBA, A.M. (2001). *Modelos didácticos y obstáculos para el desarrollo profesional: Estudios de caso con profesores de Ciencias Experimentales en Educación Secundaria*. Proquest Information and Learning: Míchigan (USA).
- ZABALA, A. (1995). *La práctica educativa*. Cómo enseñar. Barcelona: Graó.

[Artículo recibido en septiembre de 2009 y aceptado en octubre de 2009]

ANEXO

Ejemplificación de Análisis de la Práctica de Aula* - Marco Curricular/ Estructura de Análisis Fuentes de Información para el alumnado.

Dimensión técnica: igual que el curso anterior, la fuente principal de información para los alumnos son los apuntes (TTEX) elaborados por los profesores y que consisten en una adaptación bastante revisada de libros de texto basados en programas-guías de Hierrezuelo et al. (1998). Sin embargo, la unidad didáctica ha sido reelaborada, tratando de adaptarse a las nuevas orientaciones y acuerdos que se han tomado en el seno del grupo de trabajo. La primera vez que se utilizan los apuntes, se recoge en el siguiente extracto de las notas etnográficas:

«11,22 h. Da especificaciones de cómo recuperar las partes correspondientes. Añade que el tema lo van a dar fotocopias.

11,23 h. *Le dice a Gema que si sigue su actitud igual de positiva, sus resultados mejorarán y que ella lo verá.* 11,24 h. *La profesora comenta que el año pasado vieron la unidad completa.* R.E. 1 - 2.º Curso.

En resumen, queda patente la importancia que la profesora concede a la UD, como material curricular principal para sus alumnos.

Dimensión práctica: entre la diversidad de fuentes de información para los alumnos (PFUE) se encuentran, de nuevo, la utilización documentales didácticos en formato de vídeo sobre la teoría cinético-molecular y la posterior realización de un cuestionario, sobre la visión de los dos documentos en vídeo, como se muestra en el siguiente extracto de las notas etnográficas:

«Añade que la teoría que viene a continuación la darán mañana. Dice que ahora van a ver el vídeo sobre la TCM, añade: «hay que atender lo que dice». Antonio está inquieto.

12,59 h. *La profesora pide a los alumnos que se acerquen a ver el vídeo. Los alumnos están algo inquietos, especialmente Antonio.*

13,00 h. *La profesora prepara la película. Los alumnos hablan entre ellos.* R.E.7- 2º Curso.

«Proyecta un documental del vídeo Viaje al interior de la materia». R.E. 15 - 2º Curso.

También se emplaza a que los alumnos busquen información en las etiquetas alimenticias, sobre la composición y concentración de determinados alimentos, como se expresa en el siguiente extracto:

«Cuando llegues a casa, observa la composición de algunos alimentos envasados (un mínimo de tres y un máximo de cinco) y contesta:

¿Cuáles son los componentes? ¿Quién es el disolvente y quién el o los solutos? ¿En qué concentración se encuentra cada uno? R.E. 10 - 2.º Curso.

En resumen, queda patente que, junto con la utilización de los programas-guías de actividades, la profesora utiliza otras fuentes de información para los alumnos, como materiales en soporte vídeo y documentos de la vida cotidiana.

Dimensión crítica: se propone como problema social relevante (CREL) la investigación del «hundimiento de una barcaza con petróleo en Algeciras», relacionado con «la catástrofe del Prestige», un asunto de candente actualidad en los medios de comunicación, durante todo el tiempo en que los profesores abordaron el desarrollo práctico de la UD y que se consideró importante para su tratamiento en el aula. Se muestra la primera vez que la profesora comunica a sus alumnos la utilización de tal problema social en el aula:

«8,44 h. *Ella expresa que van a hacer carteles del hundimiento de una gabarra con combustible en Algeciras. Dice que el petróleo es una disolución, que lo verán al final del tema. Ella pide que traigan material para hacerlo mañana, ya que se trata de abordar el problema de la contaminación.* R.E. 11 - 2.º Curso.

Otro problema social relevante lo constituye en el aula el tratamiento relativo al uso de las drogas y a sus efectos en la salud, temática de especial importancia en los jóvenes del aula. El siguiente extracto de las notas se refiere a la primera vez que se trata el asunto en clase:

«8,25 h. *Van a comenzar a leer la página 11 sobre las drogas. Designa a Antonio para leer, que protesta. José se presta voluntario y lee el texto.*

8,26 h. *La profesora expresa que «penséis si merece la pena utilizarlos». La profesora hace un pequeño comentario sobre ello. Después dice que las sustancias de los porros permanecen en la orina de 2 días a 3 semanas. Varios alumnos se interesan por ello.* R.E. 19 - 2.º Curso.

*Para posicionar una categoría en una dimensión debe superar la parte proporcional correspondiente, y para iniciar el proceso de transición entre dimensiones, no debe ser inferior un 5% de la mitad de esa proporción.

The obstacles for the professional development of a secondary Science teacher

VÁZQUEZ BERNAL, BARTOLOMÉ¹, JIMÉNEZ PÉREZ, ROQUE¹ y MELLADO JIMÉNEZ, VICENTE²

¹ Departamento de Didáctica, Ciencias y Filosofía, Universidad de Huelva

² Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz

bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

rjimenez@uhu.es

vmellado@unex.es

Summary

Our study analyzes the intervention processes in the classroom and their interaction with the reflective process addressing the concept of «Obstacle», which offers an opportunity in the gradual development of teachers. Our professional development (PD) model is associated with three areas: Area of Knowledge of the profession practice; area of Know-how or procedures for the development of the teacher and for curricular innovation through action-research; and area of Being or attitudes, of a search for identity as a member of a community of continually evolving learners. Other concepts associated with our work are those of Complex Thinking, multidimensional and interaction.

Within our theoretical framework it is essential what we call «Hypothesis of Complexity», the heir to previous theoretical developments in the field of Science Education, which characterize the capacity of teacher reflection and intervention processes in the classroom. We distinguish three dimensions: technical, practical, and critical. In our hypothesis, each dimension becomes more complex, adding increasing complexity to reflection itself from purely instrumental interests in the technical dimension, through practical problem solving, to the social awareness and emancipating role of education in the critical dimension.

In operational terms we consider six major analytical frameworks: ideological, teacher education, psychological, contextual, epistemological, and curricular. The obstacles are associated with the technical dimension and described the theoretical assumptions of each obstacle, resulting in a catalog derived from proposals by other authors as well as some originals found in the investigation. The research was conducted in a public school with Science teachers, who were interested in curriculum innovation and improving teaching practices. One of the authors acted as a «Facilitator» and was chosen by consensus; the topic of solutions were chosen related to chemistry. At this level of research, we developed a complementary one, a case study to inform, among other objectives, about the obstacles in the PD of teachers in this environment of experimentation and innovation. In the article we show only one case: Ana.

For the analysis of classroom practice has developed a comprehensive system of categories, which is

rooted in our Hypothesis of Complexity hypothesis. The methodological tools employed are classified as follows: first, the collection of data (the ethnographic notes and extracts from the videotapes of the class sessions, and other documentary sources such as the lesson plans and teaching units, ...). Second category systems, theoretical and taxonomic models, and third order is dedicated to the presentation and interpretation of data (Horizon of Integration). Much of the information is summarized in the horizon of integration between classroom reflection and practice, which have distributed the 17 structures inclusive of reflection and action by Professor Ana, about the critical dimensions, practical and technical. The results show that there is a degree of total integration in some fields of study, highlighting: School-Level Learning, Classroom Atmosphere, School-Level Knowledge and Construction of School-Level Knowledge.

In contrast, the decay is clear in other aspects such as Selection Criteria for the Information Sources and Use of School-Level Knowledge. For his part, from the perspective of the evolution of complexity, we highlight key issues related to the loss of authority of the teacher: Classroom Atmosphere and Participation in the Evaluation. Also we made a detailed analysis of the most prominent obstacles, in particular, so-called Hard Core. The overall analysis of classroom practice shows a complexity in terms of our hypothesis, visible from the technical dimension to practice. However, in the specific aspects of the analysis, the singularities arise from the obstacles. It follows that the most resistant to change are part of well established theories on the part of the teacher. In this sense, Anna stands out in her critical stance regarding discrimination in education to students socially depressed. The process of change in which the teacher is immersed is catalyzed by the teaching of experimental science, indicating the influence that has analyzed various aspects. It shows this influence in areas ranging from student motivation (Experimental Sciences have a privileged status in this respect), the power exercised in the evaluation (autonomy and student participation), to manage the class and as epistemological interest (selection of sources, utilitarianism versus emancipation) or social promotion of students through assessment. The results show a partial and incipient professional development in some respects. However, we believe that the involvement of the teacher in the program has managed to involve fully in her own professional development.

