

EL ANÁLISIS DE LA EPISTEMOLOGÍA DEL CONOCIMIENTO ESCOLAR

Estudio de caso de una profesora de ciencias de secundaria

BARTOLOMÉ VÁZQUEZ BERNAL / ROQUE JIMÉNEZ PÉREZ /

VICENTE MELLADO JIMÉNEZ / CARMEN TABOADA LEÑERO

Resumen:

Se describe un estudio de caso centrado en el análisis epistemológico del conocimiento escolar de una profesora de secundaria; destaca cómo interactúan la reflexión orientada a la acción y la propia acción así como su influencia en el desarrollo profesional, todo ello bajo la hipótesis de la complejidad. El estudio comprende dos niveles, uno de naturaleza cualitativa y otro crítico. Analizamos cuatro campos de estudio: clase de conocimiento, criterios de selección, utilidad y construcción. Los hallazgos sugieren que la profesora se encuentra en proceso de volver más complejos ambos procesos, permitiendo aproximarnos a sus posibles perspectivas de desarrollo.

Abstract:

The article describes a case study centered on the epistemological analysis of a secondary school teacher's scholastic knowledge. Emphasis is placed on the interaction between reflection oriented to action and the action itself, as well as the influence on professional development, according to the hypothesis of complexity. The study includes two levels: one qualitative and the other, critical. We analyze four fields of study: class of knowledge, selection criteria, usefulness, and construction. The findings suggest that the teacher is in the process of making both levels more complex—a process that allows us to approach her possible perspectives of development.

Palabras clave: epistemología, enseñanza de las ciencias, conocimiento escolar, desarrollo del profesor, España.

Key words: epistemology, science teaching, scholastic knowledge, teacher development, Spain.

Bartolomé Vázquez es profesor de física y química de secundaria, IES Jorge Juan, Avda. Duque de Arcos, núm. 111, San Fernando, Cádiz, 11100, España.

Roque Jiménez es docente-investigador del Departamento de Didáctica de las Ciencias y Filosofía de la Universidad de Huelva, España.

Vicente Mellado es docente-investigador del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, de la Universidad de Extremadura, campus Badajoz, España. CE: vmellado@unex.es

Carmen Taboada es profesora de biología y geología de secundaria, Huelva, España.

Introducción

Dentro de la didáctica de las ciencias experimentales existe un debate intenso que gira en torno a la naturaleza epistemológica de los contenidos de enseñanza. Esta discusión se polariza en un *continuum* que oscila entre la transposición didáctica de los saberes propios de cada disciplina –representada por la hipótesis de sustitución– y la integración y enriquecimiento del conocimiento cotidiano. Desde esta última posición se considera que la ciencia escolar posee su propio estatus epistemológico inherente a su carácter social, de forma que el saber escolar determina la integración transformadora de diversos tipos de conocimiento; frente a la dicotomía conocimiento escolar *versus* científico se propone la interacción y evolución conjunta de ambos (García Díaz, 1998).

Nuestras investigaciones parten del carácter complejo del fenómeno educativo (Vázquez, 2005) y esta característica se incorpora al núcleo de nuestras teorías al respecto. Por tanto, emprender estudios de naturaleza compleja precisa de acercamientos de naturaleza conceptual diversa al medio didáctico (De la Herrán, Hashimoto y Machado, 2005). Bajo estas premisas abordamos este artículo ofreciendo una perspectiva esencial, la epistemológica, que consideramos necesario incorporar tanto a las investigaciones sobre la evolución de las concepciones y prácticas de aula del profesorado de ciencias experimentales, como a las que abordan su desarrollo profesional.

Marco teórico

A partir de la búsqueda de modelos didácticos personales propios de cada docente, surgen las propuestas sobre la hipótesis de progresión acerca del conocimiento profesional del profesorado de ciencias experimentales donde, atendiendo a categorías y subcategorías establecidas, se facilita el contraste e identificación de los obstáculos para su desarrollo profesional (Jiménez-Pérez, 2004; Jiménez-Pérez y Wamba, 2003; Porlán y Rivero, 1998; Wamba, 2001). Investigaciones precedentes indican (Mellado, 2003) que los profesores de ciencias experimentados tienen concepciones y conocimientos prácticos muy estables, formados y consolidados a lo largo de su actividad. Sus concepciones cambian difícilmente y, más aún, sus prácticas docentes (Jeanpierre, Oberhauser y Freeman, 2005; López, Rodríguez y Bonilla, 2004) ya que existen obstáculos, tanto en ellos mismos como en el sistema educativo, para la evolución de sus modelos didácticos (Hashweh, 2003; Tobin, 1998).

En los profesores de ciencias con experiencia, el desarrollo profesional no hay que plantearlo como un cambio o sustitución, sino como una progresión gradual de sus modelos didácticos (Jiménez y Wamba, 2003; Valcárcel y Sánchez, 2000), a partir de lo que ya piensan y hacen, de los problemas reales de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, de sus preocupaciones cotidianas y del contexto en el que ejercen su actividad (Mellado *et al.*, 2006). Por otra parte, el desarrollo profesional no puede considerarse aisladamente, sino que debe ir unido al personal y al social (Bell y Gilbert, 1994), considerando los aspectos afectivos y fomentando la colaboración constructiva. La investigación-acción puede contribuir al desarrollo de los docentes, gracias a la acción cooperativa que implica y al trabajo en equipo, mediante el que orientan y autoevalúan sus problemas y toma decisiones para mejorar, analizar o cuestionar la práctica educativa (Imbernón, 2002).

Consideramos que la reflexión y la práctica son dos aspectos que deben avanzar integrados en el desarrollo profesional docente, a través de procesos sucesivos de autorregulación (Copello y Sanmartí, 2001). En nuestro marco teórico ocupa un pilar central la “hipótesis de la complejidad”, que consideramos heredera de las aportaciones teóricas en el campo de la didáctica de las ciencias experimentales basadas en el desarrollo de los modelos de enseñanza centrados en el profesor. Partimos de la necesaria integración entre la calidad de la reflexión en los docentes, como generadora de conocimiento, y la práctica de aula lo que, desde nuestro punto de vista, ha de redundar en un grado de complejidad en el desarrollo profesional. A partir de las aportaciones teóricas sobre la capacidad de reflexión, elaboramos nuestra propuesta de hipótesis de la complejidad (Carr y Kemmis, 1988; Elliot, 1999; Hoyle, 1974; Louden, 1991; Schön, 1998; Tom, 1984; Van Manen, 1977). En ella, diferenciamos tres dimensiones que ocupan el lugar de los niveles descritos por los diversos autores, pero que llevan asociado un concepto algo diferente.

De tal modo, en la creencia de que las metáforas ayudan a la comprensión como fenómeno de síntesis (Feldman, 2002), tanto para la reflexión como para los procesos de intervención en el aula, distinguimos tres dimensiones: técnica, práctica y crítica. En la primera impera la aplicación eficiente y eficaz del conocimiento educativo; según nuestra visión, esto conlleva a un espacio plagado de rutinas y esquemas de acción autoconsistentes, que se retroalimentan a sí mismos. En la dimensión práctica, la acción se une a compromisos de valor particular, donde la resolución de problemas prácticos orienta a la reflexión. Por último, la incorporación de criterios

morales y éticos permite que tales problemas se vuelvan más complejos con todas las posibilidades que las coordenadas sociales nos permiten. Sometemos a revisión nuestras ideas y pensamientos, interaccionando con el contexto y con la ayuda de nuestros compañeros, debatiendo y tratando de movilizar –e incluso remover– las concepciones que sustentan nuestra práctica y afloran en las reflexiones compartidas o en la soledad de la introspección.

En nuestra hipótesis, por tanto, cada dimensión se vuelve más compleja, desde los intereses instrumentales hasta la toma de conciencia social y el papel emancipador de la educación, añadiendo una complejidad creciente a la propia reflexión. En términos operativos consideramos seis marcos analíticos: ideológico, formativo, psicológico, contextual, epistemológico y curricular, mismos que son instrumentos que nos permitirán percibir la parcela de realidad que investigamos.

En el presente artículo sólo incidiremos en el marco epistemológico para ahondar en aquellos obstáculos que, de acuerdo con nuestras premisas teóricas, impiden la integración reflexión/práctica de aula. El análisis lo abordamos bajo cuatro estructuras analíticas: el conocimiento escolar (Astolfi, 2001; García, 1998; Lee, Goh y Chia, 1996; Pozo y Gómez, 1998); los criterios de selección de las fuentes de información (Fenstermacher, 1994; Pérez, 1999; Wamba, 2001); la utilidad del conocimiento escolar (Fourez, 2003; Imbernón, 2002; Roth, 2002); y su construcción (Candela, 1997; Gayford, 1992; Hanrahan, 1998). La hipótesis de la complejidad se traduce en tres dimensiones para cada uno de los aspectos mencionados, con un código asociado a cada categoría (tabla 1).

A continuación describimos, de forma resumida, cada categoría, en el orden presentado en la tabla 1, de forma que permita su ubicación dentro de las estructuras de análisis.

TCIE: desde la óptica de la hipótesis de la compatibilidad, se considera que existe continuidad entre las distintas formas de conocimiento (epistemologías similares), siendo posible la transferencia de un conocimiento a otro, desde el científico al escolar.

PCOT: se estima que los problemas en contextos cotidianos son representados de forma más exitosa que aquellos pertenecientes al ámbito puramente escolar.

PADP: esta posibilidad emerge a través de la hipótesis de la sustitución, que considera incompatibles las epistemologías científicas y escolar, lo que conllevaría a cambios profundos que sólo tendrían lugar en la enseñanza.

TABLA 1
Estructuras, categorías y códigos para el análisis del marco epistemológico

El conocimiento escolar	DT: El conocimiento científico como fundamental de los contenidos escolares DP: Referencia a la experiencia cotidiana del alumno DC: La ciencia escolar posee su propio estatus epistemológico inherente a su carácter social	TCIE PCOT PADP CEPI
Criterios de selección de las fuentes de información	DT: La eficacia acrítica y su papel en la mejora DP: Dar respuestas a las cuestiones abiertas planteadas DC: Toma de decisiones y adquisición de compromisos	TEFI PABI CADQ
Utilidad del conocimiento escolar	DT: Preocupación por alcanzar los objetivos y la programación DP: Adquisición de destrezas básicas en la resolución de problemas DC: La formación de ciudadanos con capacidad crítica para con los avances científicos-tecnológicos	TPRG PDES CCAP
Construcción del conocimiento escolar	DT: El profesor como único constructor del conocimiento escolar Refuerzo de las ideas presentadas por el profesor DP: Atención a intereses del alumnado DC: Negociación con los alumnos sobre aspectos del currículo	TUNI TREF PINT CNEG

D: dimensión, T: técnica, P: práctica, C: crítica.

CEPI: el conocimiento escolar se determina por la integración transformadora de diversos tipos de conocimiento. Se adopta un principio de complementariedad. 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.

TEFI: la racionalidad técnica resalta el protagonismo de la “técnica educativa”, que proviene de un interés por la predicción y el control de los hechos e implica la aplicación de unas reglas determinadas para la consecución del binomio medios-fines.

PABI: las fuentes se seleccionan en atención a un continuo de intereses que va, desde las cuestiones abiertas que se plantean dentro del aula, hasta las actividades o problemas seleccionados como tareas de aplicación, de elaboración y verificación de la teoría y/o de complementación con el trabajo práctico.

CADQ: si concebimos la función docente como intervención cultural, en un espacio de vivencias que reproducen y recrean la cultura de la comunidad,

esta concepción desemboca, inevitablemente, en compromisos de actuación pública.

TPRG: circunscribimos esta preocupación como una consecuencia de los programas de investigación centrados en el proceso-producto.

PDES: para la formación del alumno se concibe como positivo el desarrollo de capacidades heurísticas, en la creencia de que, una vez adquiridas en el medio escolar, podrán transferirse al mundo externo, esto es, a la sociedad.

CCAP: la educación en la ciencia para la acción y para la relevancia social tiene como objetivo ayudar a formar futuros ciudadanos para la acción y considera a los adolescentes como ciudadanos que pronto tendrán su lugar en la sociedad como adultos.

TUNI: desde las posiciones de verticalidad, en la generación del conocimiento las competencias del alumnado en esta cadena son mínimas y reducidas; simplemente deben reproducir, lo más literal posible, las informaciones provenientes del profesor.

TREF: se busca, ante todo, confirmar quién es el verdadero constructor del conocimiento dentro del aula desde la óptica de la racionalidad técnica. Las actividades propuestas derivan, no en la divergencia, sino en la convergencia ante los contenidos escolares que “deben ser aprendidos”.

PINT: se valora la atención a los intereses de los alumnos a la hora de instrumentar los contenidos en el aula, promoviendo la motivación y la comprensión del estudiantado.

CNEG: este principio está sustentando en la idea de educar en la autonomía, el aprendizaje consciente o aprender a aprender y la autorregulación.

Problemas de investigación

Nuestro trabajo se enmarca en una investigación más amplia con un grupo de docentes de ciencias de secundaria (Vázquez, 2005). En el presente artículo nos centraremos en el caso de una profesora de ciencias naturales, de nombre supuesto Marina. La elegimos por la riqueza de matices que muestran los resultados en este marco y por la motivación y deseo expreso de Marina de continuar su desarrollo profesional.

Los problemas que nos hemos planteado en la investigación respecto del marco epistemológico son los siguientes:

- a) ¿Cuál es el nivel de reflexión en que se encuentra Marina de acuerdo con las dimensiones establecidas dentro de la hipótesis de la complejidad?

- b) ¿Qué nivel de desarrollo muestra en función de sus intervenciones en el aula?
- c) ¿Hay grado de convergencia entre los procesos reflexivos y su práctica docente en el aula?
- d) ¿Cuál es la naturaleza de los obstáculos que dificultan la integración entre reflexión y práctica de aula e impiden un desarrollo profesional deseable?

Metodología de investigación

Nuestra investigación está caracterizada por un vector con los siguientes constituyentes: aplicada, transversal-longitudinal, descriptiva, explicativa, cualitativa, de campo, ideográfica y orientada al descubrimiento. Llevamos a cabo el trabajo en un Instituto Público de Educación Secundaria de un pueblo situado en la provincia de Huelva, al sur de España.

En este trabajo confluyen dos niveles de estudio, el primero consiste en un programa de investigación-acción, con ciclos sucesivos de planificación, actuación, observación y reflexión, desarrollado en el centro durante los cursos 2001-2002 y 2002-2003, donde uno de los autores adquiere el rol de “facilitador”, en el sentido de asesorar en los aspectos metodológicos propios de la investigación-acción (I-A): facilitar materiales, contribuir a crear climas adecuados de trabajo, coordinar actividades, establecer contactos y actuar como apoyo en momentos de incertidumbre, aunque todo bajo la premisa de no prefigurar y forzar las metas para el cambio, esto es, no obligar a los profesores a discurrir en una dirección predeterminada, lo que hemos denominado no-intervencionismo. El grupo de profesores participantes pertenecían a los departamentos de ciencias experimentales del centro educativo, con una experiencia que oscilaba entre los ocho y doce años. Marina, el caso que presentamos en este artículo, es licenciada en Geología, su experiencia magisterial era de ocho años cuando se implicó en el grupo de trabajo, en el curso académico 2001-2002.

El trabajo con el profesorado incluía diversas actividades como la realización de cuestionarios y entrevistas durante las fases iniciales y finales del proceso, reuniones semanales durante los dos años de la I-A (recogidas en grabaciones de audio y transcritas), diarios realizados por los docentes durante el periodo de ejecución de las unidades didácticas, grabaciones en audio de tales sesiones, notas etnográficas del facilitador y memorias al final de cada ciclo de I-A del profesorado. Hemos de aclarar que los miembros

del grupo tenían acceso a las cintas de audio, video, diarios y cuanto material hiciera falta, tanto de sí mismos como del resto del equipo. También se realizaron actividades de evaluación conjuntas para el alumnado y cuestionarios, cuyos resultados eran analizados en el grupo.

Simultáneamente y solapado a ese nivel de investigación, se desarrolla otro complementario, donde el facilitador actúa, en el sentido tradicional de la palabra, como “investigador”, con el alejamiento necesario del que hablábamos para –a través de una metodología interpretativa centrada en un estudio de casos– contribuir, entre otros objetivos, a la comprensión de los procesos que se ponen en práctica en grupos de profesores comprometidos en la innovación curricular y en la mejora profesional. Los datos provenientes del alumnado no se emplearon en este segundo nivel de investigación, ya que estábamos centrados en el trabajo docente.

Elegimos la unidad didáctica “La estructura de la materia y las disoluciones”, ya que sus contenidos son considerados clave por su carácter integrador de las diversas ciencias de la naturaleza, debido a la diversidad de los componentes del grupo de trabajo en cuanto a su formación inicial, químicos y geólogos, mostrando este contenido un espacio conceptual común a estas disciplinas. Los criterios de calidad cobraron especial significación (credibilidad, transferibilidad, consistencia y neutralidad), así como el contraste de los datos desde diferentes ángulos, las triangulaciones. De esta forma, para el análisis de la reflexión, distinguimos tres formas diferentes de ella, según el contexto donde ésta se realiza: introspectiva, interrogativa y grupal (tabla 2).

TABLA 2
Formas de reflexión utilizadas en la investigación

Tipo de reflexión	Núm. de participantes	Orientada a	Documentos analizados
Introspectiva	Uno	Indagación	Diarios de profesores
Interrogativa	Dos	Declaración	Memorias y entrevistas
Grupal	Más de dos	Interacción	Registro de reuniones

La tabla 3 muestra una síntesis de los instrumentos utilizados en la investigación. Los de primer orden se refieren a la recolección de datos; los de segundo, a los sistemas de categorías, modelos teóricos y taxonomías empleadas

para analizar los datos; y los de tercer orden se dedican a la presentación e interpretación de los datos globales.

TABLA 3
Instrumentos de recolección de datos, análisis y presentación de datos

Análisis	Instrumentos		
	<i>Primer orden</i>	<i>Segundo orden</i>	<i>Tercer orden</i>
De la reflexión	<ul style="list-style-type: none"> • Diarios • Memorias • Reuniones del grupo de trabajo • Cuestionario de concepciones iniciales declaradas (CID) • Cuestionarios finales • Entrevistas semiestructuradas 	<ul style="list-style-type: none"> • Categorías marco epistemológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresión gráfica de la complejidad de la reflexión • Horizonte de la integración
De la práctica en el aula	<ul style="list-style-type: none"> • Notas etnográficas • Extracto de videos de las sesiones de aula • Programación de aula • Unidades didácticas • Otras fuentes de información 	<ul style="list-style-type: none"> • Categorías marco epistemológico 	<ul style="list-style-type: none"> • Expresión gráfica de la complejidad de la práctica en el aula • Horizonte de la integración

El sistema de procesamiento de la información se realizó, en parte, con el programa informático AQUAD (Huber, Fernández y Herrera, 2001), que sirve para la generación de teorías sobre la base de datos cualitativos. Su empleo en nuestra investigación se centró, principalmente, en la codificación, opciones de búsqueda, asociaciones en formatos de secuencias simples de códigos y verificación de vínculos. Cada segmento de información codificado es la evidencia para la existencia de esa categoría en nuestros datos de forma que, trabajando con ellos y con categorías conceptuales subyacentes, se pueden formular conjeturas sobre las relaciones que parecen existir entre algunas de estas categorías; tales relaciones o *vínculos* facilitan la elaboración de propuestas teóricas sobre lo que está sucediendo en los datos. Aunque el programa AQUAD lo permite, no indagamos en relaciones de causalidad entre las categorías, ya que para ello son necesarios bastantes más casos de estudio de los que disponíamos.

Resultados

Análisis de la reflexión

Frecuencias de la reflexión, cursos 2001-2002 y 2002-2003

En la tabla 4 se muestran los resultados cuantitativos obtenidos de los códigos asociados con las categorías según la tabla 1. Entre paréntesis se especifica el número de codificaciones encontradas. En la complejidad total se incluyen las tres formas de reflexión.

TABLA 4
Evolución de la complejidad en cada dimensión

Estructura	Curso	D. técnica	D. práctica	D. crítica
El conocimiento escolar	2001	TCIE (62) PADP (0)	PCOT (12) PADP (0)	CEPI (0)
	2002	TCIE (97)	PCOT (15) PADP (2)	CEPI (1)
Criterios de selección	2001	TEFI (53)	PABI (1)	CADQ (0)
	2002	TEFI (36)	PABI (3)	CADQ (0)
Utilidad del con. escolar	2001	TPRG (1)	PDES (6)	CCAP (0)
	2002	TPRG (2)	PDES (15)	CCAP (1)
Construcción del conocimiento escolar	2001	TUNI (0) TREF (13)	PINT (5)	CNEG (0)
	2002	TUNI (0) TREF (41)	PINT (8)	CNEG (0)

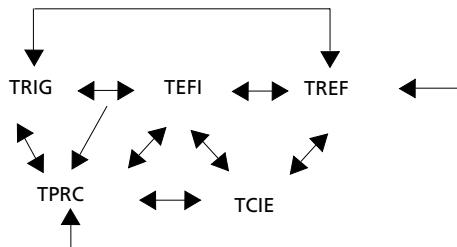
Destacamos las elevadas frecuencias encontradas en la dimensión técnica sobre la consideración del conocimiento científico como fundamental de los contenidos escolares (TCIE) y la preocupación por alcanzar los objetivos y la programación (TPRG), incluso con un aumento en las frecuencias en el segundo curso; por el contrario, desciende la eficacia crítico y su papel en la mejora (TEFI). En la dimensión práctica las frecuencias son menores, pero van en aumento de forma sensible, destacando las referencias a la experiencia cotidiana del alumno (PCOT) y a la adquisición de destrezas básicas en la resolución de problemas (PDES). La dimensión crítica es casi inexistente en los cuatro campos.

Análisis de vínculos

Además del cálculo de frecuencias, el programa AQUAD permitió obtener las vinculaciones de las categorías que aparecen en secuencias agrupadas entre sí (figura 1), en grupos de dos a cuatro de ellas en segmentos del texto en un área de 10 líneas consecutivas (el análisis se realiza mediante la recuperación de estructuras redundantes es un acercamiento heurístico que facilita el descubrimiento de asociaciones). A partir de la vinculación entre códigos, obtuvimos las categorías que destacan por sus elevadas tasas de frecuencia y que denominamos “núcleos duros” y las que, además, se vinculan de forma positiva con otras categorías. En la figura 1 aparecen asociadas algunas categorías que no son objeto de estudio en este artículo, como las secuencias rígidas (TRIG) o el empleo de problemas cerrados (TPRC).

La existencia de estas vinculaciones muestra que TCIE, TPRC, TINC y TEFI constituyen el núcleo duro de las teorías explícitas de Marina durante el segundo curso (en el primero fueron las mismas y, además, TRIG), no en vano, se encuentran entre las más frecuentes en la dimensión técnica, apareciendo en todas las formas de reflexión.

FIGURA 1
Vinculaciones técnicas en Marina/2002



El pensamiento reflexivo está fuertemente mediatisado por el alto de grado de conocimiento disciplinar que su formación le ha proporcionado a Marina, lo que le induce a actuar, en ocasiones, de forma acrítica, buscando la eficacia que mejor se acomode a esta perspectiva científica; esta actuación se traslucen, por ejemplo, en el tipo de problemas cerrados que se proponen en el aula. Dentro de este núcleo duro destacan, por su capacidad de vinculación, el empleo de problemas cerrados (TPRC) y la eficacia acrítica (TEFI), verdaderos agentes nucleadores en esta dimensión, cuyo hallazgo nos permitirá comprender y explicar los obstáculos que enfrenta la profesora en su desarrollo profesional.

Análisis de contenido de la reflexión

Por razones de extensión, sólo mostraremos algunos de los resultados más significativos en los dos cursos estudiados.

El conocimiento escolar

Dimensión técnica (TCIE): en ella se encuentra la mayoría de las reflexiones de la profesora durante los dos cursos. Dentro del predominio de los contenidos científicos, la parte conceptual es la que se beneficia de las reflexiones por parte de ella, como se expresa en el extracto del diario, donde se tratan los conceptos de sustancia pura y mezcla:

- | | |
|--|--|
| 45 ...repasar lo que dimos ayer en clase, he
-> (45- 48): TCIE | 47 heterogéneas, homogéneas y con los
48 métodos de separación de las sustancias. D-2001* |
| 46 continuado con la definición de mezclas | |

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

Dimensión práctica (PADP y PCOT): en la primera de ellas, encontramos evidencias en los tres tipos de reflexión, aunque su número es bastante inferior a las realizadas en la dimensión técnica. En el diario hallamos estas reflexiones en torno a la experiencia cotidiana del alumno:

- | | |
|---|--|
| 79 De la cristalización de agua y
-> (79- 80): PCOT | 81 podido ver los resultados. Se terminaran el
82 próximo día. D-2002 |
| 80 sal y de la destilación de vino no se ha | |

También, durante este curso se han realizado reflexiones que versan sobre la adaptación de los contenidos científicos al medio escolar, que no existían durante el primer curso:

- | | |
|--|---|
| 43 Con estas tres muestras y con la ayuda de
-> (43- 50): PADP | 47 mezcla heterogénea, la sal y el agua como
48 mezcla homogénea y el agua sola como |
| 44 los significados de heterogéneo,
45 homogéneo y puro, la gran mayoría de ellos
46 han identificado el aceite y el agua como | 49 sustancia pura y ellos mismos han sacado la
50 definición de esos conceptos. D-2002 |

Dimensión crítica (CEPI): realiza una única reflexión y se hace en el ámbito de reflexión introspectiva aunque es, más bien, un asentimiento, que muy poco nos puede decir sobre la complejidad de sus reflexiones en esta dimensión:

- 172 F: La ciencia escolar posee su propio
-> (172- 175): CEPI
173 estatus epistemológico inherente a su
- 174 carácter social.
175 M: Sí, sí. E-2002

Criterios de selección de las fuentes de información

Dimensión técnica (TEFI): las evidencias son constantes y presentes en los dos cursos, así, por ejemplo, aquéllas en las que la profesora habla de forma crítica sobre las escasas dificultades de un contenido o una actividad concreta:

- 609 De todos los ejercicios creo que el más
-> (609- 612): TEFI
610 dificultad ha planteado ha sido el 4, lo he
-> (610- 611): TEFI
611 tenido yo que corregir en la pizarra e irlo
- 612 explicando, porque solo dos alumnos
613 (Gracia y Ángeles T. por supuesto)
614 lo habían hecho. D-2001

Dimensión práctica (PABI): en contraste con el primer curso, la profesora decide otorgar más tiempo para que los alumnos desarrollen más su autonomía y reflexionen sobre las actividades que están haciendo, aspecto que ya se planteaba en ese año y que pone en marcha en el segundo:

- 297 Hemos continuado con la práctica del día
-> (297- 303): PABI
298 anterior. Como el laboratorio estaba
299 ocupado los alumnos han hecho sus grupos
- 300 en el aula 12 y un representante de cada uno
301 ha ido al laboratorio por su muestra. Han
302 seguido trabajando contestando a las
303 preguntas y redactando el informe. D-2002

Dimensión crítica (CADQ): no se ha hallado ninguna evidencia sobre esta categoría en ninguna de las formas de reflexión.

Utilidad del conocimiento escolar

Dimensión técnica (TPRG): se han encontrado escasas codificaciones de la categoría constituyente de esta dimensión. En este sentido, dentro de la reflexión introspectiva, la profesora hace referencia al cumplimiento que se había marcado para la sesión de ese día:

- 684 En los últimos quince minutos hemos visto
-> (684- 687): TPRG
685 lo que nos quedaba del tema y era ver la
- 686 pregunta de Disoluciones útiles en la vida
687 cotidiana. D-2001

Dimensión práctica (PDES): en oposición a lo anterior, se han detectado reflexiones en todas sus formas, introspectiva, interrogativa y grupal. Así, durante las reuniones del grupo de trabajo, queda evidencia de sus intervenciones

centradas en procedimientos típicos del quehacer científico y en la resolución de problemas:

2565 Resultados, presentación de los datos, los -> (2565-2568): PDES	2569 resultados: una vez realizada la experiencia, 2570 los alumnos podrán conocer de qué manera 2571 se preparan las disoluciones con una 2572 concentración dada. R-2002
2566 alumnos deben anotar en sus cuadernos los 2567 incidentes de la práctica así como los pasos 2568 a seguir para realizarla. Análisis de	

Dimensión crítica (CCAP): sólo existe una referencia a la categoría de esta dimensión crítica y fue realizada durante la entrevista final, por lo que su importancia en la reflexión es escasa:

196 F: Y para la formación de ciudadanos con -> (196- 200): CCAP	198 científicos-tecnológicos.
197 capacidad crítica para con los avances	199 M: Claro, para que el día de mañana sepan 200 ellos desenvolverse. E-2002

Construcción del conocimiento escolar

Dimensión técnica (TUNI y TREF): de la primera categoría no se han encontrado referencias en ninguna de las tres reflexiones. De la segunda existen múltiples evidencias en todas las reflexiones durante los dos cursos. En ellas, la profesora crea o suministra el conocimiento y los alumnos lo consumen:

500 Como en cualquier clase teórica, algunos -> (500- 502): TREF	503 los demás, en cambio, sólo se han limitado a 504 copiar lo que yo dictaba y ha habido uno 505 que he tenido que cambiar de sitio porque 506 estaba distraído charlando. D-2001
501 alumnos (siempre los mismos) han 502 participado respondiendo a mis preguntas;	

Dimensión práctica (PINT): encontramos un número menor de evidencias que de las categorías técnicas, hallándose en todas las reflexiones. Están asociadas, casi en su totalidad, a la realización de trabajos prácticos, que la profesora sabe que son del agrado de sus alumnos:

286 Hoy creo que ha sido una clase muy amena -> (286- 292): PINT	289 dudas, lo que ha hecho que yo haya estado 290 toda la hora de un lado para otro. Además, 291 al formar la disolución de color violeta 292 todos se han sorprendido. D-2002
287 y entretenida, todos los alumnos han 288 trabajado mucho y han ido preguntando sus	

Dimensión crítica (CNEG): no se ha hallado ninguna referencia en ninguna de las formas de reflexión.

Resultados globales para la reflexión: la esfera de la complejidad

Dentro del *conocimiento escolar*, creemos que la profesora se halla en la dimensión técnica debido a las múltiples referencias a los contenidos científicos dentro de los escolares, lo que atribuimos al alto grado de especialización que conforma su formación inicial. Sin embargo, junto a esta superioridad de “lo científico”, prosigue –aunque de forma lenta– la emergencia de “lo cotidiano”. Por ello, pensamos que Marina continúa su tránsito hacia la dimensión práctica, aunque muy lenta y gradualmente. Para los criterios de selección de las fuentes de información, pensamos que la profesora se encuentra en la dimensión técnica, sin embargo, como consecuencia de la insatisfacción producida por la reflexión, en el segundo curso decide una serie de actuaciones en el aula dirigidas, sobre todo, a que el alumno sea más autónomo en su trabajo, por esta razón, estimamos que ha iniciado el tránsito hacia la dimensión práctica.

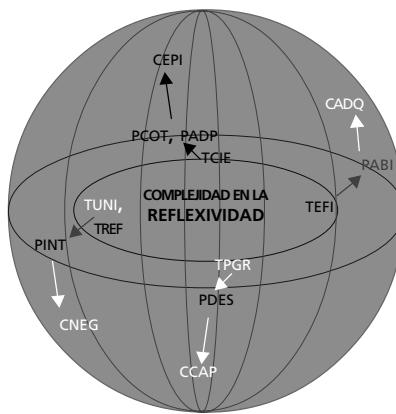
Respecto de la *utilidad del conocimiento escolar*, la profesora continúa en la dimensión práctica, dada la importancia que concede a la adquisición de destrezas básicas en la resolución de problemas (RP) en el currículo de ciencias. Sin embargo, son exigidas las reflexiones halladas sobre la necesidad de formar ciudadanos con capacidad crítica para los avances científicos-tecnológicos. Para terminar, en la *construcción del conocimiento escolar*, continúa en transición desde la dimensión técnica hacia la práctica, ya que, aunque no existen referencias a que ella se considere la única constructora del conocimiento escolar dentro de sus reflexiones, sí forman parte de ellas su posición, con respecto a que los alumnos deben consumir el conocimiento suministrado elaborado por el profesor. Junto con estas reflexiones también se encuentran aquéllas en que deben atenderse a los intereses de los alumnos.

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, durante los dos cursos del estudio, en una concreción metafórica de la hipótesis de la complejidad. Se ha adoptado una serie de claves de interpretación, con el ánimo de facilitar el acceso rápido a la información, realizándose en dos niveles, desde los códigos y desde las flechas que se utilizan.

Un código puede mostrarse de tres formas diferentes, en negro (expresa que aparece en los dos cursos), en blanco (aparece en un solo curso) y en gris (el código no aparece en ninguno de los cursos). Por su parte, las flechas

expresan la dirección de la complejidad, así, una negra indica que se ha completado la complejidad desde una dimensión inicial a la siguiente; una blanca expresa que no existe complejidad y una gris que está en tránsito.

FIGURA 2
Esfera de la complejidad en la reflexión de Marina



Análisis de la práctica de aula

El conocimiento escolar

Para situar a la profesora dentro de una determinada dimensión, atendemos el tipo de contenidos que utiliza y bajo qué forma se estructuran, buscando, desde el punto de vista epistemológico, cuál es el estatus que concede al conocimiento escolar. Respecto de las intervenciones centradas en las referencias a la experiencia cotidiana de los alumnos, indagaremos en los *registros etnográficos*, buscando conocer cuándo se producen tales intervenciones y bajo qué contexto.

Dimensión técnica: La lista de contenidos consensuados en el grupo de trabajo, durante los dos cursos sucesivos, son los siguientes (por extensión sólo mostramos los primeros):

Conceptos: 1. Características de los sistemas materiales / 2. Propiedades de la materia...

Procedimientos: 1. Manejo de instrumentos de medida sencillos y de productos químicos /

2. Saber clasificar los sistemas materiales...

Actitudes: 1. Reconocimiento de la importancia de los modelos y de su confrontación con los hechos empíricos / 2. Valoración de la provisionalidad de las explicaciones como elemento diferenciador del conocimiento científico y como base del carácter no dogmático y cambiante de la ciencia...

Puede observarse que los contenidos están estructurados en función del conocimiento científico, compatible con lo que se conoce como *hipótesis de incompatibilidad o sustitución* (Pozo y Gómez, 1998; García, 1998), donde las epistemologías entre ambos conocimientos serían incompatibles. Las unidades didácticas en los dos cursos de grupo de trabajo están apoyadas en programas-guías (Gil y Martínez, 1987) y en estudios de Hierrezuelo *et al.* (1998).

Dimensión práctica: Durante los cursos 2001-2002 y 2002-2003 se encontraron 23 y 29 intervenciones, respectivamente, centradas en la experiencia cotidiana de los alumnos, a través del análisis de los registros etnográficos (RET, por ejemplo, RET17-2001: registro etnográfico 17, curso 2001-2002). Exponemos a continuación una intervención en este sentido:

RET17-2001: José D. continúa haciendo el apartado c. La profesora explica que "cuanto más gas tenga una botella de refresco, menos disuelto estará el gas". José D. contesta justamente al revés. La profesora va a explicar y escribe:

$$\begin{array}{c} \text{temp.} \downarrow \text{solubilidad} \\ \text{temp.} \uparrow \text{solubilidad} \end{array}$$

Ella pregunta "¿en una botella fría cómo estarían los gases?". Algunos alumnos contestan correctamente "estarían disueltos los gases". (9,26 h).

De los extractos anteriores hacemos notar que prosiguen las continuas referencias a la experiencia cotidiana del alumno (PCOT), en esta línea se ahonda en la indagación, más en el segundo año, al existir mayor número de referencias y un mayor enriquecimiento de la práctica (23 referencias frente a 29). Se observa en la profesora el interés, durante el segundo curso, en incluir asuntos que preocupan a los estudiantes en su vida cotidiana, como el impacto de las catástrofes medioambientales, lo que nos sirve para apoyar nuestra hipótesis sobre un enriquecimiento progresivo de la experiencia cotidiana del alumno en la ciencia escolar.

Respecto de la segunda de las categorías (PADP), analizando los contenidos de la unidad didáctica, se descarta formalmente su consideración. A pesar de partir de una indudable *veta científica clásica* para los contenidos, en una línea argumental válida para los dos cursos no existe, sobre el papel, una verdadera adaptación de los contenidos al medio escolar.

Dimensión crítica: no se han hallado referencias ni explícitas –a partir del análisis de los contenidos– ni de las propias intervenciones en el aula en torno a la categoría CEPI.

Criterios de selección de las fuentes de información

Dimensión técnica (TEFI): esta orientación del proceso de mejora se presenta bajo diversas formas de intervención, como la que se muestra a continuación, donde se habla de las dificultades que un contenido supone para los alumnos, tanto por exceso como por defecto, pero se realiza de forma acrítica:

RET14-2002: La profesora dice que todos los problemas son iguales, pero que hay tener en cuenta "los datos, poner lo que pide el problema y utilizar la fórmula". Corrige a la alumna que se ha equivocado al despejar y escribe la profesora:

$$c = \frac{\text{gr soluto}}{\text{volumen}}$$

gramos de soluto = $c \cdot v$

$$v = \frac{\text{gr soluto}}{c} = \frac{20 \text{ gr}}{150 \text{ g/l}} = 0.131$$

Dimensión práctica (PABI): Marina proporciona el tiempo necesario a los alumnos para que trabajen en las actividades planteadas, sin intervenir para completarlas antes de tiempo y dar las respuestas (PABI):

RET12-2002: "10,56 h. Indica que va a ver la solubilidad del nitrato de potasio a distintas temperaturas. Los alumnos comentan entre ellos. La profesora pide silencio. Centra el problema y dice que van a preparar la experiencia por grupos y escribe:

Disolución
5 g de agua y 2 gramos de nitrato de potasio
[...]
11,08 h. El ambiente es relajado y tranquilo, todos los alumnos trabajan...

Dimensión crítica (CADQ): no existen evidencias de esta categoría y, aunque aborda la catástrofe del hundimiento del buque petrolero *Prestige*, la profesora prescribe que se "se hará en el recreo para no perder tiempo". Ello nos indica que su utilización no supone una verdadera adquisición de compromiso social, más allá del trabajo escolar.

Utilidad el conocimiento escolar

Dimensión técnica (TPRG): esta preocupación se presenta bajo diversas formas de intervención como en la siguiente, donde altera las actividades:

RET6-2001: Es de reseñar que la profesora ha alterado el orden de las actividades, así no hace las actividades A6 y A7. Creo que en aras de una mejor exposición suya y para hilvanar su discurso más coherentemente (13,31 h).

Dimensión práctica (PDES): en contraste con lo anterior, se han detectado diversas intervenciones centradas en esta categoría. Por ejemplo, ante las dificultades de los alumnos establece un algoritmo elemental de resolución de problemas:

RET14-2002: 14,19 h. La profesora explica la resolución sobre el problema de la pizarra. Una alumna dice que también se puede hacer por "regla de a tres" para entenderse. La profesora lee el apartado c. La alumna escribe:

$$\begin{aligned} v &= ? \\ c &= 150 \text{ g/l} \\ \text{gramos soluto} &= 20 \text{ g} \end{aligned}$$

La profesora dice que todos los problemas son iguales, pero que hay tener en cuenta "los datos, poner lo que pide el problema y utilizar la fórmula". Corrige a la alumna que se ha equivocado al despejar y la profesora escribe:

$$c = \frac{\text{gr soluto}}{\text{volumen}}$$

Dimensión crítica (CADQ): no se ha hallado ninguna evidencia de esta categoría en las formas de intervenciones analizadas por parte de la profesora.

Construcción del conocimiento escolar

Dimensión técnica (TUNI y TREF): de la primera categoría no se han encontrado referencias en las intervenciones analizadas; con respecto a la segunda, el refuerzo de las ideas de la profesora, se han hallado múltiples intervenciones, como el planteamiento de una actividad interesante para los alumnos –el consumo de alcohol y su relación con la concentración– pero descontextualizada:

RET9-2001: "La profesora pregunta sobre la A15. Nadie la hecho. (13,20 h).

Al parecer nadie la ha intentado siquiera... Ella va hacer el propio problema en la pizarra... La profesora pregunta si se le ha entendido el problema A15. Los alumnos callan y permanecen en silencio".

Dimensión práctica (PINT): en este caso, Marina se centra en el abordaje de noticias de enorme actualidad y trascendencia para los alumnos, como es la catástrofe medioambiental del *Prestige*:

RET10-2002: 14,38 h. Pide que pongan atención. Comenta que van a abordar la catástrofe del *Prestige*. Habla con los alumnos sobre el tipo de sistemas materiales que forma el agua de mar y el petróleo...

14,41 h. Expresa que con toda la información reunida y la documentación harán ese mural durante 2 o 3 recreos, para no perder clase.

Dimensión crítica (CNEG): no se ha hallado ninguna evidencia de esta categoría en ninguna de las intervenciones analizadas.

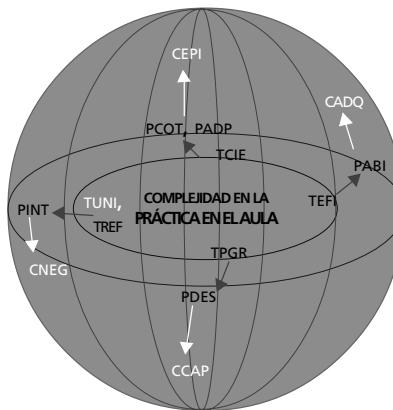
Resultados globales para la práctica de aula: la esfera de la complejidad

En la figura 3 representamos los resultados globales para la práctica de aula. Para el *conocimiento escolar*, la profesora prosigue en tránsito desde la dimensión técnica a la práctica pues, aunque los contenidos escolares siguen estructurados en función del conocimiento científico, aparecen saberes que proceden de la experiencia cotidiana.

También se encuentra en tránsito desde la dimensión técnica en los criterios de selección de las fuentes de información ya que, aunque gran parte de sus intervenciones prosiguen orientadas al desarrollo de una eficacia docente ausente de crítica, en el segundo curso permite y estimula las interacciones entre iguales en el aula.

Dentro de la *utilidad del conocimiento escolar* la profesora prosigue desarrollando su tránsito desde la dimensión técnica hacia la práctica, debido a que comienza un incipiente camino hacia las relaciones ciencia-técnica-sociedad y por su interés en la resolución de problemas. Por último, dentro de la construcción del *conocimiento escolar*, creemos que también ha iniciado el tránsito hacia la dimensión práctica profundizando en la complejidad sobre quién construye el conocimiento escolar, ya que Marina es consciente de que la construcción del saber escolar debe realizarse en interacción con sus alumnos.

FIGURA 3
Esfera de la complejidad en la práctica de aula de Marina



La interacción entre reflexión y práctica de aula

Para dotar de unidad al análisis de la interacción reflexión y práctica de aula, conjugaremos los resultados de diversas fuentes de información, como las conclusiones parciales en torno a la reflexión y a la práctica en el salón de clases (figuras 2 y 3), el análisis de vínculos y las concepciones iniciales declaradas (CID).

El conocimiento escolar

Integración reflexión-práctica de aula

El análisis de vínculos señaló a TCIE, como el núcleo duro de las teorías explícitas de la profesora, conformándose esta categoría, además, como agente nucleador. Esto es compatible con sus declaraciones iniciales (CID), donde reflexiona sobre el efecto coadyuvante de la experiencia cotidiana del alumno, pero sin perder de vista los contenidos disciplinares:

[...] Sí, yo creo que sí. Yo creo que el conocimiento escolar es explicarle científicamente lo que ocurre en el medio cotidiano, más cotidiano para uno y menos para otros, pero un poco explicarle... el hecho real pero por qué ocurre científicamente, lo que ocurre realmente, pero de manera científica [...] (CID).

Existe coherencia e integración total entre su reflexión y la práctica de aula, y en ambos aspectos se ha iniciado el tránsito hacia la dimensión práctica, aunque el peso del componente disciplinar tanto en su reflexión como en las intervenciones es muy destacable.

Obstáculos para el desarrollo de la profesora

La profesora está imbuida de cierto absolutismo epistemológico y con una visión empírica y acumulativa sobre el conocimiento científico. Muestra una indudable riqueza, en contraste con los encorsetamientos teóricos (Acevedo, 2000). Esto puede ser resultado de su formación netamente disciplinar y, por ello, forma parte de sus teorías personales. En este sentido, pensamos que existe un debate interno entre sus posiciones epistemológicas relativas a la ciencia y su experiencia construida en la docencia.

Perspectiva de desarrollo

La superación de los obstáculos, de naturaleza principalmente epistemológica, debe originarse desde las teorías prácticas que la profesora ha elaborado a

lo largo del tiempo. Será la complejidad de su práctica lo que retroalimentará sus reflexiones y posibilitará reelaborar teorías prácticas más complejas.

Criterios de selección de las fuentes de información

Integración reflexión-práctica de aula

El análisis de vínculos estableció a TEFI como constituyente del núcleo duro de las teorías explícitas de Marina, esta categoría, además, se conforma como agente nucleador de esas teorías. Esta propiedad se constata en los dos cursos de la investigación. En relación con los criterios de selección de las fuentes de información podemos concluir que existe coherencia interna e integración entre la reflexión y la práctica de aula. En ambos aspectos se ha iniciado el tránsito hacia la dimensión práctica, aunque el peso de los criterios de eficacia es fuerte y poderoso.

Obstáculos para el desarrollo de la profesora

Por formar parte de manera continuada de los dos *núcleos duros* en sus *teorías prácticas*, consideramos que la eficacia acrítica es un obstáculo importante en las concepciones de la profesora. Pensamos que está constreñida por lo que ella entiende que debe ser una acción docente eficaz: el cumplimiento de la programación.

Perspectiva de desarrollo

En el contexto del grupo de trabajo, a pesar del obstáculo que supone la eficacia acrítica, Marina comienza, a partir del segundo curso, a desarrollar y seleccionar la información desde otra óptica, atendiendo más a cuestiones sociales planteadas desde los medios de comunicación (referencias a las catástrofes ecológicas), síntoma del inicio de nuevas teorías prácticas emergentes.

Utilidad del conocimiento escolar

Integración reflexión-práctica de aula

Contrastando las conclusiones parciales precedentes, podemos observar, a partir del número de codificaciones realizadas, que la consecución de los objetivos y la programación no forman parte de las preocupaciones de la profesora en sus reflexiones. Esta trascendencia de las destrezas lleva inherente el dar una visión explicativa de los fenómenos naturales a los contenidos escolares, más allá de la consecución técnica de objetivos o programaciones.

Podemos concluir, en el aspecto concreto de la utilidad del conocimiento escolar, que existe una coherencia e integración parcial entre su reflexión y su práctica de aula, estando esta última en proceso de hacerse más compleja desde la dimensión técnica hacia la práctica. En contraste, sus reflexiones expresan con claridad su posición práctica, alejado del interés técnico.

Obstáculos para el desarrollo de la profesora

En las acciones docentes encontramos una cierta preocupación por el cumplimiento de la programación, aunque es importante la que se refiere a que sus alumnos adquieran destrezas básicas en la resolución de problemas, las actividades más comunes en el aula de ciencias experimentales. El paso siguiente estaría encaminado a adquirir la conciencia de que la formación escolar podría ser un vehículo adecuado para dotar de conciencia crítica a sus alumnos para con los avances científicos y tecnológicos.

Perspectiva de desarrollo

Situada dentro de la dimensión técnica, al menos en cuanto a sus reflexiones, sugerimos como crucial para su desarrollo, su participación en el grupo de trabajo, éste puede actuar como catalizador de nuevas teorías prácticas, más allá de las tareas escolares. El debate con otros profesores sobre el papel de la educación científica se constituye, así, en un pilar fundamental para su desarrollo docente.

Construcción del conocimiento escolar

Integración reflexión-práctica de aula

El análisis de vínculos muestra, al menos en el segundo curso, que TREF es el núcleo duro de las teorías explícitas de la profesora, y esta categoría se conforma, debido a su propiedad de vincularse con otras del mismo y otro nivel, como agente nucleador. Este hallazgo converge con sus reflexiones en las CID, donde ya anticipa que el conocimiento escolar está supeditado a la información que proporciona el profesor. Podemos concluir, en el aspecto concreto de la construcción del conocimiento escolar, que existe una coherencia e integración total entre su reflexión y su práctica de aula, estando en proceso de volverse más compleja desde la dimensión técnica hacia la práctica. Éste se encuentra en las primeras fases, sobre todo por la omnipresencia de reflexiones e intervenciones orientadas al refuerzo de las ideas de la profesora, que impregnán sus concepciones y acciones en el aula.

Obstáculos para el desarrollo de la profesora

Destacamos la importancia de la figura de la profesora, como centralizada-
ra de gran parte de la actividad que se desarrolla en las aulas, como lo ates-
tigua su conformación como núcleo duro de sus teorías. Ahora bien, como
producto de las nuevas ideas que emanan del grupo de trabajo, va abriéndo-
se paso la posibilidad de atender a los intereses de los alumnos, aunque la
simple sombra de la negociación está completamente descartada.

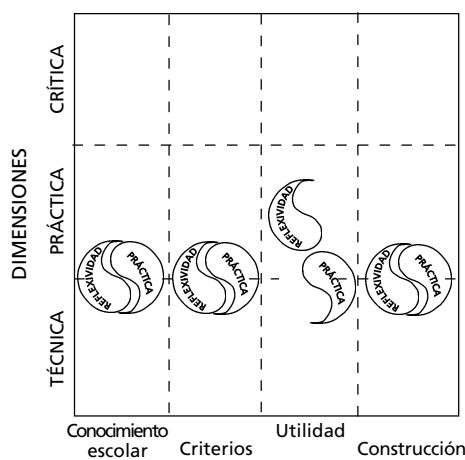
Perspectiva de desarrollo

A través de las nuevas dinámicas que la profesora se esfuerza en instaurar
en el aula, prestando especial atención a los intereses de los alumnos, pue-
de iniciarse, de forma efectiva, la complejidad de su reflexión y las accio-
nes ya que ambas se encuentran integradas de forma muy apreciable. En
este sentido, el desarrollo futuro de la profesora pasa por establecer pe-
queños escenarios para la negociación.

El horizonte de la integración entre reflexión y práctica de aula

En la figura 4 representamos, a modo de síntesis, un nuevo instrumento de
tercer orden que escenifica la integración entre reflexión y práctica de aula, al
que denominamos *horizonte de la integración*. A tenor de los datos sintetizados
podemos realizar las siguientes apreciaciones bajos dos perspectivas de análisis.

FIGURA 4
Horizonte de la integración reflexión-práctica en Marina



Desde la perspectiva de la integración existe un grado de integración total en los siguientes ámbitos de estudio: conocimiento escolar, criterios de selección de las fuentes de información, y construcción del conocimiento escolar. Además, sólo se observa un leve desacople en la utilidad del conocimiento escolar, para el que la reflexión se sitúa en la dimensión práctica, estando su práctica en proceso de complejidad.

Desde la perspectiva de la complejidad se distingue una zona de tránsito comprendida entre la dimensión técnica y la práctica, donde se encuentran casi todas las estructuras objeto de estudio, todas en vías de complejidad.

Conclusiones

Al estudiar las diferentes estructuras que conforman el marco epistemológico, observamos, desde nuestra perspectiva teórica, que Marina presenta un grado de complejidad casi idéntico en las estructuras analizadas, todas se encuentran, en general, en proceso de complejidad desde la dimensión técnica hasta la práctica, resultado que corrobora nuestra hipótesis de que los cambios serían lentos y graduales (Guisasola y Barragués, 2004). Esta percepción afecta, en especial, a la estructura *utilidad del conocimiento*, de la que hemos encontrado indicios suficientes para poder situarla en la reflexión dentro de la dimensión práctica. Estas consideraciones inciden tanto en los procesos reflexivos como en los de intervención en el aula. Sin embargo, en el análisis hemos comprobado que categorías de naturaleza epistemológica –como el conocimiento disciplinar como principal del escolar (TCIE), la eficacia acrítica y su papel en la mejora (TEFI) y el refuerzo de las ideas presentadas por la profesora (TREF)– forman parte del *núcleo duro* de las *teorías explícitas* de la profesora, con la característica añadida de ser agentes nucleadores, constituyendo verdaderos obstáculos que deben dirimirse dentro del grupo de trabajo para canalizar su desarrollo profesional.

Los resultados han confirmado que la integración entre los procesos reflexivos y de intervención es completa en todos los ámbitos de estudio, con la excepción de la *utilidad del conocimiento escolar*, que ha mostrado que la reflexión va por delante de la práctica. Este hecho evidencia la retroalimentación continua entre los procesos reflexivos y de intervención en el aula, ya que en los dos años de análisis, pensamiento y acción se homogenizan y actúan al unísono.

En el campo de las perspectivas futuras de desarrollo profesional es interesante y razonable profundizar sobre el estatus epistemológico especial del conocimiento escolar, puente entre la cotidianeidad y las disciplinas científicas, donde la profesora parece sentirse a gusto; su atención a las cuestiones sociales para seleccionar fuentes de información; su participación en el grupo de trabajo, que actúa como catalizador de nuevas teorías prácticas más allá de las tareas escolares; y el hecho de proseguir la senda que conduce a la atención de los intereses de los alumnos.

Finalmente, creemos que el programa de investigación-acción ha incidido muy positivamente en el desarrollo profesional de todos los profesores participantes. Sin embargo los resultados, lejos de suponer el final del proceso, no son más que el principio de un nuevo ciclo en la investigación-acción –esta vez con datos de partida mucho más sólidos– del cual seguir obteniendo información nueva que mejore nuestros conocimientos de la didáctica de las ciencias pero, sobre todo, que estimule y consolide el desarrollo profesional de todos los que participamos en la investigación.

Referencias bibliográficas

- Astolfi, J. P. (2001). *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas. Referencias, definiciones y bibliografías de didáctica de las ciencias*, Sevilla: Díada.
- Acevedo, J. A. (2000). “Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial”, *Bordón*, 52 (1), pp. 5-16.
- Bell, B. y Gilbert, J. (1994). “Teacher development as professional, personal and social development”, *Teaching and Teacher Education*, 10(5), pp. 483-497.
- 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.
- Carr, W. y Kemmis, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*, Barcelona: Martínez Roca.
- Copello, M. I. y Sanmartí, N. (2001). “Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas”, *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), pp. 269-283.
- De la Herrán, A.; Hashimoto, E. y Machado, E. (2005). *Investigar en educación. Fundamentos, aplicación y nuevas perspectivas*, Madrid: Dilex.
- Elliot, J. (1999). “La relación entre comprender y desarrollar el pensamiento docente”, en A. Pérez-Gómez y J. Barquín y J. F. Angulo (eds.) *Desarrollo profesional del docente: política, investigación y práctica*, Madrid: Akal, pp. 364-378.
- Feldman, A. (2002). “Multiple perspectives for the study of teaching: Knowledge, reason, understanding, and being”, *Journal of Research in Science Teaching*, 39 (10), pp. 1032-1055.
- Fenstermacher, G. D. (1994). “The knower and the know: The nature of knowledge in research on teaching”, *Review of Research in Education*, 20, pp. 3-56.

- Fourez, G. (2003). "Crise no ensino de ciências?", *Investigações em Ensino de Ciências*, 8(2) (disponible en <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>).
- García Díaz, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*, Sevilla: Díada.
- Gayford, C. (1992). "Patterns of group behaviour in open-ended problem solving in science classes of 15-year old students in England", *Internacional Journal of Science Education*, 12(1), pp. 1-12.
- Gil, D., y Martínez, J. (1987). "Los programas-guías de actividades: una concreción del modelo constructivista de aprendizaje de las ciencias", *Investigación en la Escuela*, núm. 3, pp. 3-12.
- Guisasola, J. y Barragués, J. I. (2004). "La formación del profesorado como componente esencial de la enseñanza de las ciencias", *Actas de los XXI Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Bilbao: Universidad del País Vasco, pp. 95-102.
- Hanrahan, M. (1998). "The effect of learning environment factor on students' motivation and learning", *Internacional. Journal of Science Education*, 20 (6), pp. 737-753.
- Hashweh, M.Z. (2003). "Teacher accommodative change", *Teaching and Teacher Education*, 19(4), pp. 421-434.
- Hierrezuelo, J. et al. (1998). *Ciencias de la naturaleza, física y química, 3º ESO*, Málaga: Elzevir.
- Hoyle, E. (1974). "Professionality, professionalism and control in teaching", *London Educational Review*, 3, pp. 13-19.
- Huber, G.I.; Fernández, G. y Herrera, L. (2001). *Ánalisis de datos cualitativos con AQUAD 5 para Windows*, Granada: Grupo Editorial Universitario.
- Imbernón, F. (2002). "La investigación educativa y la formación del profesorado", en F. Imbernón (coord.). *La investigación educativa como herramienta de formación del profesorado. Reflexión y experiencias de investigación educativa*, Barcelona: Graó, pp. 11-68.
- 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), pp. 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*, Universidad de Huelva (inédito).
- 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.
- Lee, K. W.; Goh, N.K. y Chia, L. S. (1996). "Cognitive variables in problem solving in chemistry: a revisited study", *Science Education*, 80(6), pp. 691-710.
- López y Mota, A. D.; Rodríguez, D. P. y Bonilla, M. X. (2004). "¿Cambian los cursos de actualización las representaciones de los docentes?", *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, vol 9, núm. 22, pp. 699-719.
- Louden, W. (1991). *Understanding teaching: continuity and change in teachers' knowledge*, Londres: Casell/ Nueva York: Teachers' College Press-Columbia University.

- Mellado, V. (2003). "Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia", *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 343-358.
- Mellado, V. *et al.* (2006). "Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers", *Science & Education*, 15(5), pp. 419-445.
- Pérez-Gómez, A. (1999). "Autonomía profesional del docente y control democrático de la práctica educativa", en A. Pérez-Gómez, J. Barquín Ruiz y J. F. Angulo Rasco (eds.) *Desarrollo profesional del docente: política, investigación y práctica*, Madrid: Akal, pp. 339-353.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*, Sevilla: Díada.
- Pozo, J. I y Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencias*, Madrid: Morata.
- Roth, W.M. (2002). "Aprender ciencias en y para la comunidad", *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (2), pp. 195-208.
- Schön, D. (1998). *El profesional reflexivo*, Barcelona: Paidós.
- Tobin, K. (1998). "Issues and trends in the teaching of science", en B.J. Fraser y K. Tobin (eds.): *International handbook of science education*, Dordrecht: Kluwer A. P, pp. 129-151.
- Tom, A. (1984). *Teaching as a moral craft*, Nueva York: Longman.
- Valcárcel, M. V. y Sánchez, G. (2000). "La formación del profesorado en ejercicio", en F. J. Perales y P. Cañal (eds.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, Alcoy: Marfil, pp. 557-581.
- Van Manen, M. (1977). "Linking ways of knowing with ways of being practical", *Curriculum Inquiry*, 6, pp. 205-228.
- Vázquez Bernal, B. (2005). *La interacción entre la reflexión y la práctica en el desarrollo profesional de profesores de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos*, tesis doctoral, Universidad de Huelva (inédita).
- Wamba, A. M. (2001). *Modelos didácticos y obstáculos para el desarrollo profesional: estudios de caso con profesores de ciencias experimentales en educación secundaria* (disponible en: <http://wwwlib.umi.com/cr/uhu/results>).

Artículo recibido: 15 de febrero de 2006

Dictamen: 23 de mayo de 2006

Segunda versión: 7 de junio de 2006

Aceptado: 23 de junio de 2006