

LA REFLEXIÓN EN PROFESORAS DE CIENCIAS EXPERIMENTALES DE ENSEÑANZA SECUNDARIA. ESTUDIO DE CASOS

VÁZQUEZ BERNAL, BARTOLOMÉ¹, JIMÉNEZ PÉREZ, ROQUE² y MELLADO JIMÉNEZ, VICENTE³

¹ IES Jorge Juan, San Fernando (Cádiz)

² Departamento de Didáctica de las Ciencias y la Filosofía, Universidad de Huelva

³ Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Matemáticas, Universidad de Extremadura, Badajoz

bartolome_vazquez@hotmail.com

vmellado@unex.es

rjimenez@uhu.es

Resumen. El trabajo que describimos es un estudio de casos de dos profesoras de ciencias de secundaria sobre la reflexión orientada a la acción y su influencia en el desarrollo profesional. El estudio se enmarca en una investigación acción colaborativa, como vertebradora del desarrollo profesional. Los resultados mostraron que las profesoras estaban en proceso de volver más compleja su reflexión. Asimismo se encontraron obstáculos en sus teorías explícitas, que constituyen núcleos duros, que impiden o dificultan la complejidad de la reflexión y el desarrollo profesional de las profesoras.

Palabras clave. Profesorado de ciencias experimentales, reflexión, desarrollo profesional y complejidad.

Reflection in secondary science teachers. Study of cases

Summary. The article that we describe here is a case study of two secondary science teachers about action-oriented reflection and its influence on professional development. The framework of the study is a collaborative action research program designed to provide the essential structure for her professional development. The results showed that teachers were in the process of turning their reflection more complex. It was also found that they had obstacles in their explicit theories, which constitute hard cores that impede or make difficult the complexity of the reflection and their professional development.

Keywords. Science teacher, reflection, professional development and complexity.

INTRODUCCIÓN

Se ha criticado la ausencia de un enfoque integrador que armonice diversos paradigmas existentes o el distanciamiento entre los programas de investigación centrados en el alumnado, por un lado, y los focalizados en el profesor, por otro. Para la superación de tales dificultades, desde la corriente de investigación en que nos insertamos, se propone un modelo que integre las perspectivas sistémica, constructivista y crítica, como principios orientadores de la investigación didáctica (Carr y Kemmis, 1988; García Díaz, 1988; Porlán, 1993; Cañal, 2000).

Se trata de un estudio de casos sobre la forma en que la reflexión orientada a la acción y la propia acción interaccionan, así como su influencia en el desarrollo profesional de profesores de enseñanza secundaria, vertebrado en torno a la didáctica de las ciencias experimentales. Desde nuestra perspectiva teórica, incidimos en determinadas ideas asociadas al concepto de *pensamiento complejo* (Bonil et al., 2004; Morin, 1995), nociones que expresan multidimensionalidad e interacción. Así, la complejidad se erige como hipótesis de importancia

esencial, abogando por la complejidad de los procesos reflexivos, en los términos de dimensionalidad y capacidad de interacción en el medio educativo, los cuales sustentan la dialéctica teórica-práctica, y la complejidad de la práctica de aula. Ambas, como reflejo del desarrollo integral del profesor, confluyen y se integran, en un diálogo mutuo, en el que la práctica de aula informa a la reflexión, y a la inversa, generándose teorías prácticas contextualizadas. Esta forma de enfocar el desarrollo profesional, en términos de complejidad, nos brinda la oportunidad de indagar, como hipótesis de investigación, en aquellos obstáculos que impiden la complejidad en las reflexiones de los profesores, en su práctica de aula y en su integración mutua, a la vez que habilita formas de intervención en términos de complejidad.

El trabajo que presentamos forma parte de otro más amplio (Vázquez, 2005), aunque en el presente artículo sólo incidiremos en el análisis de los procesos reflexivos, centrándonos en el estudio con dos profesoras de secundaria, a partir del cual podremos extraer consecuencias que afectan a su desarrollo profesional.

MARCO TEÓRICO

El concepto de *reflexión* tiene múltiples interpretaciones, ya sea como metáfora visual (Lledó, 2002), como diálogo interno para la comprensión (Bohm, 2002), la transformación de una experiencia confusa en clara (Dewey, 1910) o el desenredo de un problema (Loughran, 1996). Schön (1988) describe el proceso de percepción del problema, inherente en el proceso de búsqueda de la solución. En el campo de la didáctica de las ciencias experimentales, las dinámicas reflexivas ayudan a los alumnos en el aprendizaje de las ciencias (Zee y Roberts, 2002) y al profesorado en el cuestionamiento y mejora de su práctica (Pacca y Villani, 2000), dando la oportunidad de crear climas favorables al diálogo (Villani y Franzoni, 2001). Diversos autores apuestan por el papel emancipador de la reflexión (Goodman, 1987; Zeichner, 1993), interpretándose como un acto inherente a la propia práctica y no como una comprensión teórica sobre la misma, y se propone la dialéctica entre pensamiento y acción como eje de procesos emancipadores individuales y colectivos (Kemmis, 1999).

Schön (1992) usa el término «reflexión en la acción», aunque Eraut (1994) sostiene que la teoría de Schön se refiere a la metacognición y no a la reflexión. Furlong (2002) establece que hay tres procesos principales en la enseñanza: el pensamiento intuitivo que subyace bajo la acción y la toma de decisiones rápidas, a las que sostiene; el pensamiento analítico y objetivo que permite a los profesores planificar el aprendizaje; y el pensamiento reflexivo que es crucial para aprender de la experiencia y valorarla. El pensamiento intuitivo es característico de la experiencia y su producto es el diario de los profesores (Atkinson, 2002), fundamental para la toma de decisiones en el trabajo de aula. Nuestras expectativas al realizar este trabajo se focalizan en el ámbito de la reflexión consciente, aquella que es capaz de integrar

pensamiento racional y reflexivo, que genera conocimiento teórico y contextual práctico consciente y que puede explicitarse. Por tanto, al dotar de conciencia a los saberes y conocimientos, integramos ambas formas de pensamiento, añadiendo una nueva dimensión al término *reflexión*: puente que da nitidez a las reflexiones y las orienta. Esto no implica que desechemos el pensamiento intuitivo, simplemente mostramos nuestro interés por la reflexión consciente, promotora del diálogo interno y de la capacidad de comunicación con los otros.

Bryan y Atwater (2002) entienden que la práctica reflexiva es un catalizador necesario para el desarrollo del conocimiento profesional y las tareas sobre aprendizaje y enseñanza de las ciencias. Esta apertura hacia el diálogo, personal y compartido, es especialmente importante para el desarrollo del profesorado, ya que la colegialidad proporciona ideas, apoyo, recompensas y motivación (Bell y Gilbert, 1994; Gunstone y Northfield, 1994; Milicic et al., 2004).

Nos interesa, especialmente, comprender e interpretar la reflexión de los profesores de ciencias y sus relaciones con la práctica (Baird et al., 1991; Gunstone et al., 1993, 1994; Gunstone, 1999; Windschitl, 2003). Destacamos el concepto de *metacognición*, ya que el desarrollo profesional se estimula por procesos sucesivos de autorregulación metacognitiva del profesor basados en la reflexión y comprensión de lo que piensa, siente y hace y de la autorregulación y el control de los cambios (Coppello y Sanmartí, 2001; Gunstone y Northfield, 1994; Sanmartí, 2001).

Nuestra hipótesis de la complejidad se considera heredera de investigaciones anteriores sobre el profesorado de ciencias experimentales (Furió, 1994; Gil, 1993; Mellado, 1996; Pro et al., 2005; Valcárcel y Sánchez, 2000). Más específicamente, al amparo de los modelos de enseñanza centrados en el profesor se han desarrollado líneas de investigación que trataban de dotar de identidad propia a los profesores, incidiendo en los modelos didácticos personales propios de cada profesor, y en la evolución personal y contextualizada de los mismos (Mellado, 2003). Fruto de estas investigaciones sobre las concepciones de los profesores, se elabora la «hipótesis de progresión» sobre el conocimiento profesional de los profesores (Porlán y Rivero, 1998; García et al., 2000; Wamba y García, 2000; Wamba et al., 2000; Jiménez y Wamba, 2003), donde el conocimiento *progres*a a través de diferentes estadios. Las anteriores premisas teóricas sustentan buena parte de nuestro trabajo de investigación centrado en caracterizar la capacidad de reflexión de los profesores, si bien, como expresamos al inicio, preferimos expresarnos en términos de complejidad de tal conocimiento.

Para vertebrar nuestro discurso teórico, nos referiremos a la aportación de diversos investigadores, más específicos, en cuanto a la caracterización de la capacidad de reflexión. Van Manen (1977) distingue tres niveles en la reflexión, a los que denomina de racionalidad técnica (aplicación eficaz del conocimiento educativo), práctico (acción unida a compromisos de valor particular) y

crítico (incorpora criterios morales y éticos dentro del discurso sobre la acción práctica). Destacamos la incorporación de los criterios morales y éticos, así como toda la compleja vertiente social que la educación conlleva (Tom, 1984). Profundizando en esta línea, Zimpher y Howey (1987) también encuentran tres niveles en la reflexión, si bien los aplican a la labor de supervisión, asociándolos al razonamiento instrumental, práctico y autocrítico, orientado a la acción social.

De las contribuciones anteriores con vistas a su aparición cronológica, observamos que los niveles se van haciendo más complejos, y adquiere una verdadera entidad teórica todo lo relativo a la crítica social y a la emancipación como base de la educación (Carr y Kemmis, 1988). Estos mismos argumentos son compartidos por múltiples autores, aunque discrepen en cuanto al número de niveles que constituyen la capacidad de reflexión. Por ejemplo, Louden (1991) añade un nivel más de desarrollo en la reflexión, al distinguir entre lo personal y lo problemático. El profesor debe trascender las reflexiones que afectan a su vida personal y enfocarla hacia el plano profesional.

A partir de las aportaciones anteriores, elaboramos la *Hipótesis de la Complejidad* sobre la capacidad de reflexión diferenciando tres dimensiones que ocupan el lugar de los niveles descritos por los diversos autores, pero que llevan asociado un concepto algo diferente. Para dar nuestros argumentos, recurriremos al uso de las metáforas. El empleo de metáforas ha ayudado a realizar múltiples conceptualizaciones a lo largo de la historia de las ciencias (Martín Gordillo, 2003). Feldman (2002) forjó la metáfora de los horizontes; para este autor lo que ve el profesor de su horizonte educativo es de alguna forma como un horizonte físico. En nuestra hipótesis, cada dimensión se vuelve más compleja, añadiendo una complejidad creciente a la propia reflexión y acrecentando, de esta forma, el grado de interacción entre el pensamiento y el medio en que el sujeto está inmerso. Esto desde los intereses instrumentales hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación. En este sentido, la progresión da lugar a la complejidad como hipótesis central.

Ponemos especial énfasis en la determinación de los obstáculos que afectan a la reflexión. Recurriendo a la metáfora sobre la competencia entre programas de investigación de Lakatos (1983), es indudable que existen núcleos duros, resistentes al cambio en las concepciones de los profesores (Mellado et al., 2006), núcleos que debemos tratar de determinar o, al menos, acercarnos a ellos en la medida de lo posible, ya que su conocimiento determinará, en buena medida, las posibilidades reales de competencia y reconstrucción de teorías prácticas más complejas (Niaz, 2002).

En el presente artículo nos centramos en analizar la reflexión de dos profesoras de secundaria en relación con la hipótesis de la complejidad, su variación en el tiempo y los obstáculos que dificultan su evolución. En otros trabajos hemos analizado la interacción entre la reflexión y la práctica en aspectos concretos como la resolución de

problemas (Vázquez et al., 2006a) o la epistemología en el medio escolar (Vázquez et al., 2006b).

Disponer de un estudio que se prolonga a lo largo de dos cursos sucesivos, nos faculta para comprobar, a la luz de los instrumentos elegidos, el grado y la dirección de la complejidad en la reflexión docente. En este sentido, preveemos que los cambios que se produzcan van a ser escasos, dado el relativamente breve periodo en que se desarrolla la investigación. También serán pocos los cambios situacionales, esto es, dependientes del contexto. Con ello queremos decir que, tal como se afirma en la literatura al respecto (Mellado, 2003), los cambios del pensamiento y la práctica docente suelen ser lentos y graduales, porque las resistencias son fuertes y persistentes y, además, porque la reflexión sobre la acción, necesaria para que los cambios mencionados puedan producirse, no es una actividad común y sistematizada en la práctica profesional docente (Guisasola y Barragués, 2004).

METODOLOGÍA

Desde un punto de vista metodológico, nuestra investigación hunde sus raíces dentro del paradigma crítico o sociocrítico, con el que comparte sus presupuestos teóricos, si bien, en cuanto a los métodos empleados, mostramos un elevado grado de independencia. En este aspecto, es necesario no confundir el debate paradigmático con el debate cuantitativo-cualitativo de los métodos de investigación. Por el tipo de investigación que hemos realizado, son múltiples los métodos que confluyen en el proceso de indagación, ya que, sin querer ser eclécticos, han sido elegidos en función de los objetivos de la investigación y de su utilidad para la misma. Las fuentes que inspiran nuestra investigación emanan de distintos métodos: fenomenología, etnografía, teoría fundamentada, análisis del discurso, investigación-acción y biografía. Éstos se concretan en un abanico amplio de técnicas: observaciones, notas de campo, documentos, entrevistas, memorias, diarios, conversaciones y diálogos, etc. Por último, para la investigación hemos empleado un enfoque inclusivo, según la terminología al uso, ya que los segmentos de realidad de los que nos hemos ocupado son amplios, flotantes y no rígidos.

La investigación se desarrolla físicamente en un instituto público de Educación Secundaria de un pueblo situado en la provincia de Huelva en Andalucía (España). La investigación se realizó durante los cursos 2001-2002 y 2002-2003 con alumnos de 3º de ESO (14 años). Se caracteriza por ser aplicada, transversal-longitudinal, descriptiva, explicativa, cualitativa, de campo, idiográfica y orientada al descubrimiento.

En este trabajo confluyen dos niveles de investigación. En un primer nivel, un profesor del instituto y cuatro profesores más llevaron a cabo un programa de investigación-acción, con ciclos sucesivos de planificación, actuación, observación y reflexión. Los profesores participantes pertenecían a los departamentos de ciencias experimentales del centro educativo y poseían una experiencia que

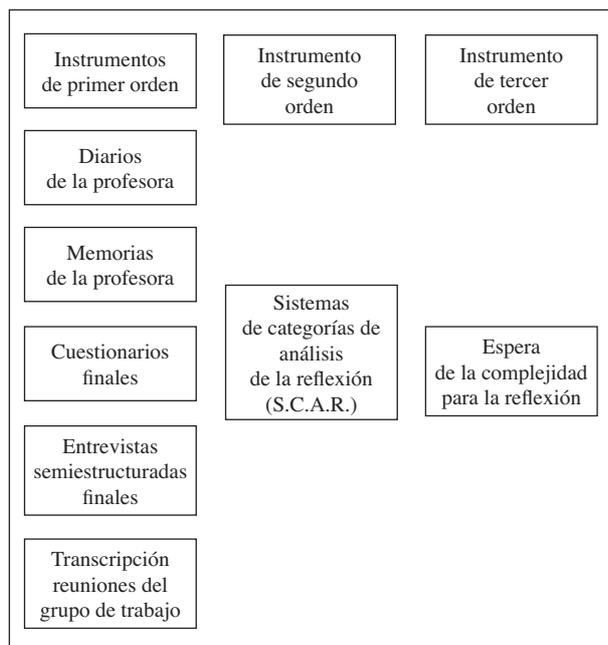
oscilaba entre los ocho y los doce años. El papel que el investigador desarrolla es complejo en cualquier investigación, pero aún más en nuestro caso, asumiendo el rol de *facilitador*, en el sentido de asesorar en los aspectos metodológicos propios de la investigación-acción. Solapado bajo este nivel de investigación se desarrolla otro complementario, en el que se actúa en el sentido tradicional del término *investigador*, con el alejamiento necesario para, a través de una metodología interpretativa centrada en un estudio de casos, contribuir, entre otros objetivos, a la comprensión de los procesos que se ponen en práctica en grupos de profesores comprometidos con la innovación curricular y la mejora profesional.

En este artículo presentamos los casos de Ana y Marina. **Ana**, el nombre supuesto de nuestro primer caso, es licenciada en química; cuando se une al grupo de trabajo, en el curso académico 2001-2002, su experiencia como profesora es de doce años. **Marina**, el nombre supuesto del segundo caso que presentamos, es licenciada en geología; cuando se implica en el grupo de trabajo, en el curso académico 2001-2002, su experiencia como profesora es de ocho años.

Instrumentos de recogida y análisis de datos

Para favorecer la visualización completa de los instrumentos empleados en la investigación, mostramos en la figura 1 una síntesis de los mismos. Los instrumentos de primer orden se refieren a la recogida de datos; los de segundo orden, a los sistemas de categorías, modelos teóricos y taxonomías empleadas para analizar los datos; los de tercer orden se dedican a la presentación e interpretación de datos.

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



El sistema de procesamiento de la información, en relación con la reflexión, se realizó con el programa informático AQUAD (Huber et al., 2001). La característica especial de AQUAD es su habilidad, no sólo para categorizar y organizar los datos para cada categoría, de una posible tabla de análisis, sino también el hecho de permitir al investigador extraer conclusiones al relacionar categorías, explorando, por ejemplo, la aparición de ciertas configuraciones típicas y repetitivas en la representación de los datos. AQUAD soporta tanto el proceso deductivo como el inductivo, además de la combinación de ambos (Estebarez y Mingorance, 2001; Ortiz, 2005). El programa fue aplicado a los siguientes documentos: diarios de las profesoras, memorias, entrevistas y transcripciones de las reuniones en el grupo de trabajo, correspondientes a los cursos 2001-2002 y 2002-2003, respectivamente. Se puso especial énfasis en los criterios de calidad (credibilidad, transferencia, consistencia y neutralidad), incidiéndose en las triangulaciones, el contraste de los datos desde diferentes ángulos. Así, para el análisis de la reflexión, convinimos en distinguir tres formas diferentes de reflexión, según el contexto donde ésta se realiza: introspectiva, interrogativa y grupal (Tabla 1).

Tabla 1
Formas de reflexiones utilizadas en la investigación.

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

Para el análisis de la reflexión hemos confeccionado un instrumento basado en la hipótesis de la complejidad, el Sistema de Categorías para el Análisis de la Reflexión, S.C.A.R. (Anexo 1), el cual nos permitió analizar la realidad percibida, en este caso, en forma de reflexiones, tanto si son realizadas con una orientación introspectiva, interrogativa o interactiva. En términos operativos consideramos, en este instrumento, seis marcos analíticos: ideológico, formativo, psicológico, contextual, epistemológico y curricular. A su vez, estos marcos se distribuyen en veintidós estructuras y subestructuras de análisis. Por último, a nivel *micro*, el instrumento se plasma en un sistema complejo de setenta y cinco categorías. En términos operativos, a cada categoría se le asocia un código, cuya primera letra expresa la dimensión a la que pertenece; el resto de letras, tratan de facilitar el recuerdo de la categoría a la que pertenecen. En ocasiones, en aras de la síntesis y para no ser repetitivos con la denominación de las categorías, debido a su elevado número, podremos expresarnos tanto en términos de categorías como a su código asociado, aunque apelamos según la lógica diferencia entre concepto y representación. En el anexo 1 puede encontrarse un registro de todas las categorías, asociadas a sus dimensiones particulares.

RESULTADOS

El análisis de la reflexión se ha abordado de tres formas diferentes, aunque complementarias entre sí: análisis de frecuencias, análisis de contenido y análisis de vínculos. A continuación desarrollaremos los resultados para los dos casos objetos de estudio: Ana y Marina.

Análisis global de frecuencias

Caso Ana

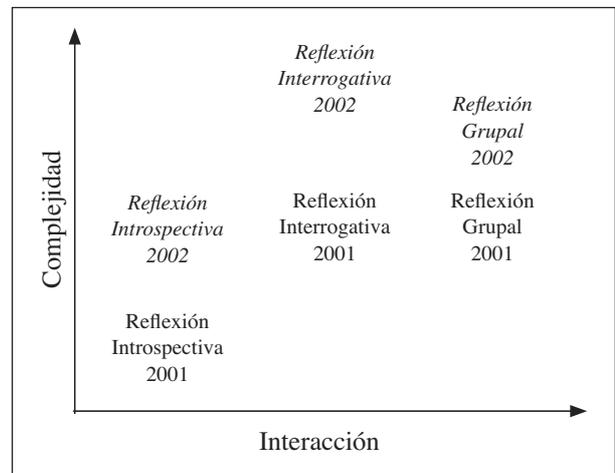
En la tabla 2 mostramos la evolución de los códigos, como reflejo de sus categorías asociadas, en las tres formas de reflexión y sus respectivas dimensiones (técnica, práctica y crítica) a lo largo de los cursos analizados.

En los tres tipos de reflexión se observa una tendencia creciente hacia las dimensiones práctica y crítica, si bien, el proceso de avance hacia una mayor complejidad se produce sobre todo en la reflexión interrogativa, esto es, durante la entrevista final (Fig. 2).

La complejidad en la reflexión introspectiva queda en un nivel inferior al de la reflexión grupal. En comparación con el curso 2001-2002, se constata una profundización mayor, de forma que la reflexión introspectiva avanza hacia una complejidad creciente, quedando ésta a un nivel similar al de la reflexión interrogativa del curso anterior. Los resultados indican que la profesora adoptaba el cariz más técnico durante la redacción de los diarios.

Por otro lado, la reflexión grupal también efectúa un avance en su nivel de complejidad, lo que nos indica que esa calidad en la reflexión se traslada a las reflexiones en el grupo de trabajo. La mayor profundidad en la reflexión afecta a los tres tipos de reflexión que hemos considerado: introspectiva, interrogativa y grupal. La profesora va desarrollado poco a poco un discurso más reflexivo en todas sus formas, cuando es entrevistada, cuando interacciona con sus compañeros y cuando analiza su práctica docente en sus diarios.

Figura 2
Caso Ana. Complejidad frente a interacción.



Sumando las categorías de las tres formas de reflexión y centrándonos en el segundo curso como culminación del proceso, señalamos que en el caso de Ana la categoría que aparece con mayor frecuencia (99) es el conocimiento científico como conocimiento fundamental de los contenidos escolares (código TCIE), perteneciente a la dimensión técnica; a ésta le siguen la reflexión sobre las dificultades del alumnado (PDIF), y la dimensión práctica (54). A continuación, con una frecuencia de 37, aparece la categoría técnica sobre la falta de comprensión del alumno (TINC), seguida de tres categorías de la dimensión práctica: el esfuerzo y participación del alumno como factores extrínsecos (PPAR), con una frecuencia de 33; la referencia a la experiencia cotidiana del alumno (PCOT), con una frecuencia de 32; y lo personal como punto de partida en la mejora del profesor (PPER), con una frecuencia de 22. Aunque la categoría con mayor frecuencia pertenece a la dimensión técnica (TCIE), destacamos la existencia de cuatro categorías de la dimensión práctica entre las de mayor frecuencia.

Tabla 2

Evolución de los códigos asociados a las tres reflexiones y las respectivas dimensiones a lo largo de los cursos 2001-2002 y 2002-2003. Caso Ana.

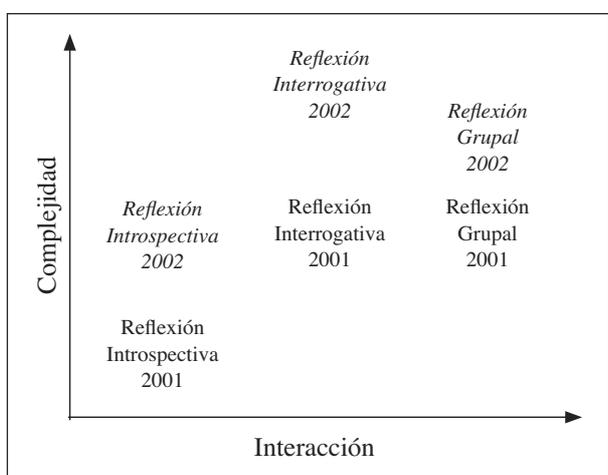
TIPO DE REFLEXIÓN	NÚM. DE PARTICIPANTES	ORIENTADA A	INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS 2002	RESULTADOS EN EL CASO DE ANA 2001 (694 CÓDIGOS)	RESULTADOS EN EL CASO DE ANA 2002 (636 CÓDIGOS)
Introspectiva	Uno	Indagación	Diario de la profesora (187* códigos)	Dim. técnica: 87 % Dim. práctica: 13 % Dim. crítica: 0 %	Dim. técnica: 56 % Dim. práctica: 43 % Dim. crítica: 1 %
Interrogativa	Dos	Declaración	Entrevista (55 códigos)	Dim. técnica: 53 % Dim. práctica: 35 % Dim. crítica: 12 %	Dim. técnica: 36 % Dim. práctica: 32 % Dim. crítica: 32 %
Grupal	Más de dos	Interacción	Registro de reuniones (396 códigos)	Dim. técnica: 53 % Dim. práctica: 44 % Dim. crítica: 3 %	Dim. técnica: 42 % Dim. práctica: 47 % Dim. crítica: 11 %

Caso Marina

Procediendo de forma análoga a lo realizado en el caso de Ana, representamos en la tabla 3 los resultados del análisis de frecuencias de Marina:

Los resultados obtenidos en el Caso Marina son similares en términos generales a los de Ana, salvo el aspecto que afecta la reflexión grupal, que permanece en similares niveles de complejidad en los dos cursos. Estas apreciaciones las hemos traducido a un lenguaje gráfico en la figura 3.

Figura 3
Complejidad frente a interacción. Caso Marina.



Destacamos, para finalizar este análisis global de frecuencias, que se produce una mayor profundidad en la reflexión introspectiva e interrogativa, trasluciendo que el discurso innovador entra paulatinamente en el discurso que desarrolla en su diario y en el análisis que efectúa, así como en sus respuestas cuando es entrevistada.

Nos llama poderosamente la atención el estancamiento respecto al diálogo con compañeros. Según nuestra interpretación, las características personales y la capacidad de comunicación de ideas y concepciones propias dentro de los grupos subyacen bajo esta falta de avance en las reflexiones grupales de Marina. De cualquier forma, esta manera de reflexión queda, en sentido global, al mismo nivel de complejidad que la reflexión introspectiva en el segundo año.

En el caso de Marina, en su segundo año, la categoría que aparece con mayor frecuencia (97) es también el conocimiento científico como conocimiento fundamental de los contenidos escolares (TCIE), perteneciente a la dimensión técnica, seguida también de la reflexión sobre las dificultades del alumnado (PDIF) y de la dimensión práctica (51). A continuación aparecen categorías técnicas como el refuerzo de las ideas presentadas por el profesor (TREF), con una frecuencia de 41; las alusiones a la falta de comprensión del alumno (TINC), con una frecuencia de 39; la eficacia acrítica y su papel en la mejora (TEFI), con una frecuencia de 36; la utilización de problemas de respuestas cerradas (TPRC), con una frecuencia de 36; las actividades rígidas (TRIG), con una frecuencia de 34; y el esfuerzo individual del alumno como factor intrínseco (TIND), con una frecuencia de 32. Las siguientes corresponden a categorías prácticas, como el esfuerzo y participación del alumno como factores extrínsecos (PPAR), con una frecuencia de 29, y el empleo de problemas abiertos (PPRA), con una frecuencia de 26. Destacamos la mayor presencia de categorías de naturaleza técnica en las reflexiones de la profesora, si bien, como forma emergente y ocupando el segundo lugar de sus reflexiones, se encuentra el interés de la profesora por las dificultades de los alumnos.

Análisis de contenido para la estructura «conocimiento escolar»

Como ejemplificación expresaremos los resultados de frecuencias para el conocimiento escolar, perteneciente al marco epistemológico. Para el conocimiento escolar he-

Tabla 3
Evolución de los códigos asociados a las tres reflexiones y las respectivas dimensiones a lo largo de los cursos 2001-2002 y 2002-2003. Caso Marina.

TIPO DE REFLEXIÓN	NÚM. DE PARTICIPANTES	ORIENTADA A	INSTRUMENTOS DE ANÁLISIS 2002	RESULTADOS EN MARINA 2001 (704 CÓDIGOS)	RESULTADOS EN MARINA 2002 (662 CÓDIGOS)
Introspectiva	Uno	Indagación	Diario de profesora (292 códigos)	Dim. técnica: 87 % Dim. práctica: 13 % Dim. crítica: 0 %	Dim. técnica: 67 % Dim. práctica: 31 % Dim. crítica: 2 %
Interrogativa	Dos	Declaración	Entrevista (39 códigos)	Dim. técnica: 72 % Dim. práctica: 28 % Dim. crítica: 0 %	Dim. técnica: 20 % Dim. práctica: 49 % Dim. crítica: 31 %
Grupal	Más de dos	Interacción	Registro de reuniones (331 códigos)	Dim. técnica: 59 % Dim. práctica: 34 % Dim. crítica: 7 %	Dim. técnica: 60 % Dim. práctica: 35 % Dim. crítica: 5 %

mos establecido una categoría para la dimensión técnica, dos para la práctica y una para la crítica (Tabla 4), en un *continuum* centrado en la compatibilidad del conocimiento científico y cotidiano, desde la visión que preconiza la incompatibilidad y, por tanto, la sustitución de los errores de cualquier forma de conocimiento por la «verdad científica» (TEFI), hasta la complementariedad (CEPI).

Caso Ana

En la tabla 5, se muestra entre paréntesis la frecuencia con que aparece el código asociado a una determinada categoría dentro de cada forma de reflexión.

Para no incidir sólo en aspectos cuantitativos, mostramos extractos de las unidades de información que han sido codificadas en cada categoría, señalando las líneas en que aparecen en los textos. La diferencia numérica de los códigos entre reflexiones interrogativas (entrevistas) y el resto de las reflexiones está relacionada con la extensión del instrumento de recogida de datos, más abundantes en el caso de los diarios y sesiones del grupo de trabajo, que se extendieron más tiempo.

Dimensión técnica: en esta dimensión se encuentran la mayor parte de las reflexiones de la profesora, centrada en el conocimiento científico como conocimiento fundamental de los contenidos escolares (TCIE). Las evidencias son múltiples y extraemos un ejemplo de la reflexión introspectiva, en el que destaca la importancia de la elaboración de modelos por los alumnos, como medio para desarrollar explicaciones.

1587 A: Que luego a partir de ahí, ya empiezan a
1588 elaborar teorías y se acostumbran a elaborar
1589 modelos para explicar, pero la primera de
-> (1589-1590): TCIE
1590 todas es la teoría cinética... **R-2002**

Dimensión práctica: en contraste con el primer curso, durante el segundo Ana ha realizado más reflexiones sobre la experiencia cotidiana del alumno (PCOT). Por ejemplo, utiliza el conocimiento cotidiano de los alumnos como base para introducir conceptos o aclarar su significado. Así, se sirve de la concentración de una sopa, del café soluble, de los refrescos gaseosos, del agua potable y la contaminación en el aire, de los productos obtenidos del petróleo, como reflejamos en el extracto de la reflexión introspectiva:

458 Por último, hemos tratado sobre
-> (458-461): PCOT
459 disoluciones en la vida cotidiana, en
460 concreto la potabilización del agua y la
461 concentración máxima de gases en el aire. **D-2002**

Para la segunda categoría técnica, la adaptación de los contenidos científicos al medio escolar, mostramos una afirmación sucinta durante la entrevista final (E), en contraste con la realizada, en el mismo ámbito, para los contenidos científicos y su preeminencia:

275 F: Adaptación de los contenidos científicos
-> (275-279): PADP
276 al medio escolar, ¿no?
277 A: Sí, claro.
278 F: Vale, vale.
279 A: Es fundamental. **E-2002**

Tabla 4
Categorías y códigos asociados de análisis para la estructura «el conocimiento escolar».

Epistemológico	El conocimiento escolar	D. T.: El conocimiento científico como conocimiento fundamental de los contenidos escolares	TCIE
		D. P.: Referencia a la experiencia cotidiana del alumno Adaptación de los contenidos científicos al medio escolar	PCOT PADP
		D. C.: La ciencia escolar posee su propio estatus epistemológico inherente a su carácter social	CEPI

Tabla 5
Distribución de códigos relativos al conocimiento escolar. Caso Ana.

	TÉCNICA	PRÁCTICA	CRÍTICA
Complejidad en la reflexión introspectiva - Ana 2001	TCIE (39)	PCOT (4), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión interrogativa - Ana 2001	TCIE (1)	PCOT (0), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión grupal - Ana 2001	TCIE (47)	PCOT (7), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión total - Ana 2001	TCIE (87)	PCOT (11), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión introspectiva - Ana 2002	TCIE (35)	PCOT (13), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión interrogativa - Ana 2002	TCIE (1)	PCOT (1), PADP (1)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión grupal - Ana 2002	TCIE (63)	PCOT (18), PADP (1)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión total - Ana 2002	TCIE (99)	PCOT (32), PADP (1)	CEPI (0)

Dimensión crítica: no se han hallado reflexiones sobre que la ciencia escolar posee su propio estatus epistemológico inherente a su carácter social (CEPI).

Para la estructura «conocimiento escolar», pensamos que Ana se halla en la dimensión técnica debido a las múltiples referencias a los contenidos científicos dentro de los contenidos escolares, influida por la alta especialización en su formación inicial, ya que hizo sus estudios en ciencias químicas. Ahora bien, durante el segundo curso, ha proseguido la complejidad de sus reflexiones con los continuas referencias al conocimiento cotidiano del alumno, como forma de introducir los contenidos científicos, y parece que comienza a tomar cuerpo la adaptación de tales contenidos al medio escolar, aunque todavía queda mucha transición por delante, para que la profesora considere, en toda su extensión, a la ciencia escolar con un origen epistemológico diferente al científico. De cualquier forma, el esfuerzo en esa dirección ha sido apreciable durante el segundo curso.

Caso Marina

De forma análoga al caso anterior, en la tabla 6, se muestra entre paréntesis la frecuencia con que aparece el código asociado a una determinada categoría dentro de cada forma de reflexión de Marina.

Dimensión técnica: dentro del predominio de los contenidos científicos, es la parte conceptual la que se beneficia de las reflexiones por parte de la profesora, como se expresa en los extractos del diario, en los que trata los conceptos de *sustancia pura* y *mezcla*:

27 Para mañana les he mandado buscar en el
28 diccionario los conceptos de *homogéneo*,
-> (28-29): TCIE

29 *heterogéneo* y *puro*, que me van a servir
30 para dar la teoría siguiente. *D-2002*

Dimensión práctica: en el diario, encontramos reflexiones en torno a la experiencia cotidiana del alumno, por ejemplo en la cristalización de sal y agua o en la destilación del vino:

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

También ha realizado reflexiones sobre la adaptación de los contenidos científicos al medio escolar, como se observa en la siguiente reflexión introspectiva, donde para ilustrar las diferencias entre sustancia pura, mezcla homogénea y mezcla heterogénea, utiliza sustancias familiares para los alumnos:

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

Dimensión crítica: sólo realiza una única reflexión en torno a que la ciencia escolar posee su propio estatus epistemológico, inherente a su carácter social (CEPI), pero es más bien un asentimiento no meditado (el facilitador se limita a explicitar la categoría), que bien 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*

En síntesis, para la estructura «conocimiento escolar», Marina se halla en la dimensión técnica debido a las múltiples referencias a los contenidos científicos, lo que achacamos también al alto grado de especialización de su formación inicial. Sin embargo, junto a esta superioridad de lo científico, prosigue, aunque de forma lenta, la emergencia de lo cotidiano, producto de su práctica do-

Tabla 6
Distribución de códigos relativos al conocimiento escolar. Caso Marina.

	TÉCNICA	PRÁCTICA	CRÍTICA
Complejidad en la reflexión introspectiva - Marina 2001	TCIE (25)	PCOT (2), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión interrogativa - Marina 2001	TCIE (2)	PCOT (1), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión grupal - Marina 2001	TCIE (35)	PCOT (9), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión total - Marina 2001	TCIE (62)	PCOT (12), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión introspectiva - Marina 2002	TCIE (24)	PCOT (5), PADP (1)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión interrogativa - Marina 2002	TCIE (0)	PCOT (1), PADP (1)	CEPI (1)
Complejidad en la reflexión grupal - Marina 2002	TCIE (73)	PCOT (9), PADP (0)	CEPI (0)
Complejidad en la reflexión total - Marina 2002	TCIE (97)	PCOT (15), PADP (2)	CEPI (1)

cente desarrollada a lo largo de años y de la interacción con sus alumnos. Por ello, pensamos que Marina está en tránsito hacia la dimensión práctica, aunque de forma muy lenta y gradual.

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, en grupos de dos o de tres de ellas en segmentos del texto en un área de diez líneas consecutivas. A partir de la vinculación entre los códigos obtuvimos las categorías que actúan como núcleos duros, aquéllas que destacan por sus elevadas tasas de frecuencia, o los agentes nucleadores, categorías que además se vinculan de forma positiva con otras categorías. Este procedimiento indaga en las vinculaciones de cada dimensión de forma independiente, aunque muestra, si existen, las vinculaciones con categorías de otra dimensión, hecho que nos permite comprobar la estabilidad y fortaleza de sus reflexiones.

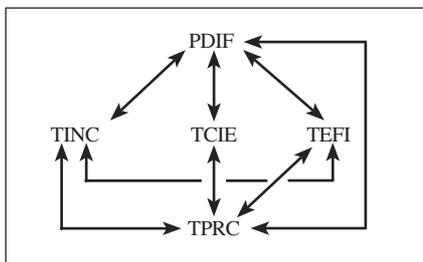
Caso Ana

De forma esquemática representamos en la figura 4 las vinculaciones entre sí de las categorías de la dimensión técnica para el segundo curso.

La existencia de estas vinculaciones muestra que TCIE, TPRC, TINC, TEFI y PDIF constituyen el núcleo duro de las teorías explícitas de Ana durante el segundo curso, siendo, con la excepción de TRIG en lugar de PDIF, expresión de idénticas categorías en el primer curso. Como puede apreciarse en el anexo 1, estos dos últimos códigos están asociados a la rigidez en las actividades, en la vertiente técnica, y al interés por las dificultades del alumnado, en su dimensión práctica. Algunas de ellas se encuentran entre las más frecuentes en la dimensión técnica, por ejemplo, TCIE, TPRC, TINC y TEFI, que aparecen, además, en todas las reflexiones. Por su parte, PDIF es el código más frecuente en la dimensión práctica.

Figura 4

Vinculaciones entre categorías de la dimensión técnica de Ana/2002.



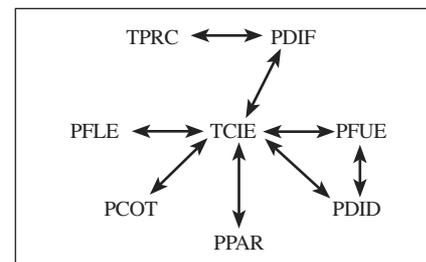
Las categorías TCIE, TPRC, TEFI y TINC conforman el núcleo duro del pensamiento reflexivo de Ana, el cual está mediatizado por el alto grado de conocimiento disciplinario que su formación le ha proporcionado,

lo que en ocasiones le induce a actuar de forma acrítica, buscando la eficacia que mejor se acomode a esta perspectiva científicista; esta actuación se trasluce en el tipo de problemas cerrados que se proponen en el aula y en las frecuentes alusiones a la falta de comprensión de sus alumnos para explicar las dificultades en el aprendizaje de éstos. Sin embargo, como novedad, surge la vinculación con el código PDIF, el cual entraña una verdadera preocupación por encontrar el origen de tales dificultades, más allá de la incompreensión de los alumnos y que emerge con fuerza introduciéndose en su núcleo duro.

De forma esquemática, en la figura 5 representamos las vinculaciones entre sí de las categorías de la dimensión práctica. Debemos resaltar que si bien, por recuento de códigos y por su presencia en las tres reflexiones, las categorías PDIF, PPAR, PCOT, PINT, PPER y PMUL pueden constituir el núcleo importante de las teorías explícitas de Ana en la dimensión práctica, hay que indicar que no existen vinculaciones entre ellas en los textos analizados, a excepción de PFUE y PDID, de forma muy débil.

Figura 5

Vinculaciones entre categorías de la dimensión práctica de Ana/2002.



Sin embargo, sí existen vinculaciones con códigos de la dimensión técnica, TCIE y TPRC, convirtiéndose el primero en agente nucleador de las vinculaciones, si bien, PDID y PFUE muestran vinculación entre ellas, aunque de forma débil. La interpretación que damos es que, a pesar de existir reflexión sobre las dificultades de los alumnos (PDIF), de la estimulación de la participación de los alumnos (PPAR), de la utilización de actividades flexibles (PFLE), del conocimiento didáctico del contenido (PDID), del uso del conocimiento cotidiano y de la multiplicidad de fuentes de información (PFUE), están fuertemente vinculados con la utilización de contenidos netamente científicos, así como de problemas cerrados de la misma naturaleza científica. Destacamos la vinculación de los códigos PFUE y PDID, que revelan la relación entre fuentes diversas de información y conocimiento didáctico del contenido, lo que sin duda puede permitir la superación de contenidos exclusivamente científicos, al seleccionar fuentes de información tanto para el profesor como para el alumno.

El interés de la profesora en la participación, demostrado por el elevado número de reflexiones, por las dificultades que encuentran sus alumnos en el proceso de enseñanza-

La reflexión sobre las dificultades de los alumnos (PDIF) está vinculada a códigos de la dimensión técnica, como la incomprensión del alumno como origen de los obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, la eficacia al construir el conocimiento en el aula, el refuerzo de la actividad de la profesora y la utilización de contenidos científicos principalmente, esta última vinculada también al trabajo en equipo. Denotamos a PDIF y PPAR como agentes nucleadores, en torno a los cuales es posible hacer crecer la evolución en la reflexión de Marina. La preocupación de Marina por las dificultades que los alumnos encuentran en su proceso de aprendizaje y el interés por fomentar la participación pueden emplearse como zona de desarrollo profesional.

En la dimensión crítica las categorías CPRI y CREP obtienen las mayores frecuencias en las tres reflexiones, y constituyen los núcleos débiles de esta dimensión, no existiendo vinculaciones entre ellas en los textos analizados. Sin embargo, como se muestra en la figura anterior, la vinculación de CPRI es positiva con códigos la dimensión técnica. La profesora tiene interés por la utilización de problemas medioambientales, pero que se observan desde la óptica de los problemas cerrados, transformándose en actividades de refuerzo, en cierta forma rígidas, buscando más la eficacia y aludiendo a la desmotivación de algunos alumnos que no desean participar. Aunque es innegable el interés de Marina hacia los problemas sociales, de indudable potencialidad para la reflexión, subsisten vinculaciones a categorías técnicas, que constituyen obstáculos que pueden impedir o dificultar su reflexión. Debido a la fragilidad de las vinculaciones, creemos que estos núcleos débiles son variables en las zonas de interés de la profesora, poco dados al crecimiento reflexivo, lo que denominamos agentes nucleadores.

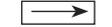
En resumen, el análisis de los dos cursos, en Marina, ha mostrado que el núcleo duro de las teorías explícitas en la dimensión técnica se consolida en torno a las categorías cuyas reflexiones giran alrededor de la desmotivación e incomprensión de los alumnos (TINC, TIND), la utilización de problemas cerrados de contenidos puramente científicos (TCIE, TPRC), la utilización de un pensamiento acríptico y tecnológico, basado en criterios de eficiencia (TEFI), y el afán de mantener el control y la disciplina del alumnado en el aula (TCON). Por otra parte, la reflexión sobre las dificultades del alumnado en el proceso de enseñanza-aprendizaje (PDIF) se configura como el agente nucleador de sus teorías explícitas y una verdadera zona de desarrollo futuro hacia la complejidad.

Representación de resultados: las esferas de la complejidad

En este apartado hemos tratado de expresar gráficamente, en un gran esfuerzo de síntesis, los resultados del análisis de las reflexiones de las profesoras. En esta representación, con base en la hipótesis de la complejidad, mostramos las esferas de la complejidad de ambas profesoras, que nos indican para cada categoría si ha habido evolución en su reflexión, y si ésta se ha vuelto más

compleja. Se han adoptado las claves de interpretación de perfil y relleno que se muestran en la figura 9, con el ánimo de facilitar el acceso rápido a la información.

Figura 9
Claves de interpretación de las esferas de la complejidad.

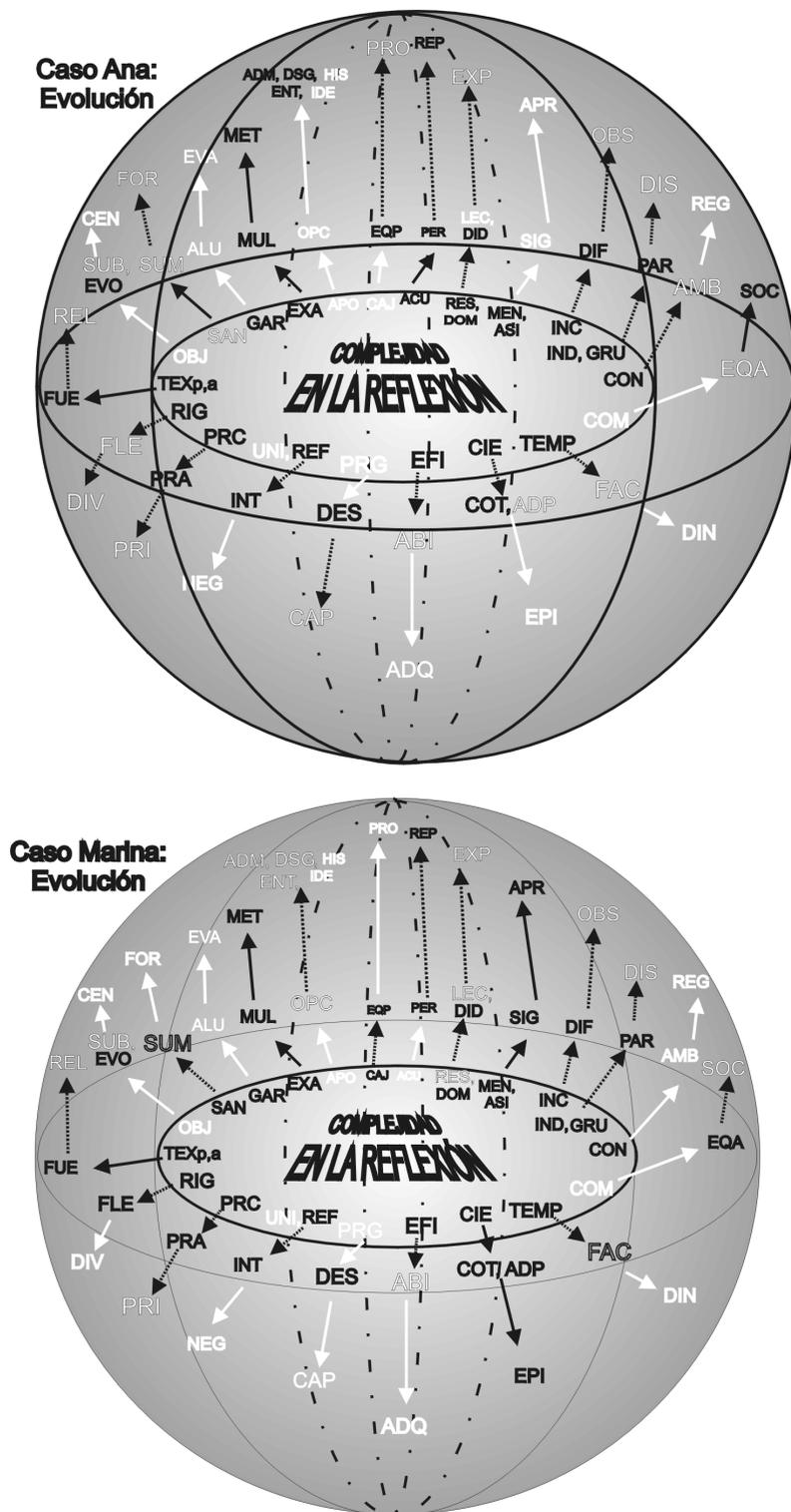
	No hay evidencias de esta categoría
	Categoría que aparece en un solo curso
	Categoría que aparece en los dos cursos
	No hay transición
	Transición en progreso
	Se ha producido la transición

En la figura 10 aparecen, de forma global, una síntesis de todos los resultados obtenidos para la reflexión de las profesoras, a lo largo de los dos cursos del estudio. Hemos recurrido a la concreción de la metáfora de nuestra hipótesis de la complejidad visualizando las diferentes dimensiones, de forma que en el primer anillo interior hemos situado la dimensión técnica (unidimensional); en el anillo exterior, simulando, por tanto, una superficie, se refleja la dimensión práctica (bidimensional) y, a una cierta altura sobre ambos anillos, la dimensión crítica, que adquiere una perspectiva esférica (tridimensional).

Cuando se observa la evolución de la reflexión de las profesoras de forma global, no podemos, por menos, que percibir con claridad la existencia de un proceso de complejidad indudable. Esta visión holística, encontrada en todos los marcos de análisis, muestra cómo las profesoras se hallan en tránsito desde la dimensión técnica hacia la práctica. Esta profundización en la reflexión, sobre todo en los términos que corresponden a las reflexiones introspectiva e interrogativa, trasluce que el discurso innovador entra paulatinamente en sus reflexiones y en el análisis que efectúan.

Cuando particularizamos en los marcos concretos de análisis, la complejidad difiere. Así, algunas áreas como las relativas al aprendizaje escolar, el ambiente de aula (no para Ana) y la participación del alumno en el proceso de evaluación han permanecido prácticamente inamovibles en la dimensión técnica para ambas. Por otro lado, otros ámbitos como la organización social del aula y las fuentes de información para profesor y/o alumnos, en el caso de Marina, muestran posiciones casi críticas y bien asentadas. Mientras tanto para Ana, esta misma consideración se aplica a la organización social, a la utilidad del conocimiento escolar y a la finalidad de la evaluación. El resto de las estructuras y subestructuras de análisis se mueven en las zonas de tránsito entre las dimensiones. Destacamos que no existe un patrón de complejidad centrado en los marcos, sino que estos cambios operan indistintamente a lo largo de todos ellos.

Figura 10
Esferas de la complejidad de Ana y Marina.



CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

En relación con la metodología, los marcos de influencia establecidos (ideológico, formativo, psicológico, contextual, epistemológico y curricular) se han mostrado, a lo largo de la investigación, como filtros contrastados a través de los cuales indagar en las reflexiones de las profesoras. La hipótesis de la complejidad permitió establecer niveles de complejidad creciente, que a través de las tres dimensiones (técnica, práctica y crítica) han orientado y explicitado el grado de desarrollo de la reflexión de las profesoras.

La posibilidad de realizar un estudio longitudinal, implementado a lo largo de prácticamente tres cursos, desde los prolegómenos en el curso 2000-2001, hasta su finalización, nos brindó la oportunidad de observar y analizar la evolución de las profesoras en ese periodo de tiempo. Nuestra investigación ha corroborado los estudios precedentes que señalaban que los cambios en los profesores suelen ser lentos y graduales, ya que las resistencias suelen ser muy persistentes, al constituir, además, la reflexión sobre la acción un hecho poco frecuente dentro de la práctica profesional docente. Al analizar aspectos concretos, observamos distinto grado de evolución en las categorías de cada profesora, lo cual nos lleva a destacar la complejidad, intrínseca y extrínseca, del desarrollo profesional, así como los condicionantes subyacentes de índole interna y externa al aula, lo cual no podía ser menos desde una perspectiva sistémica.

La evolución de la reflexión de las profesoras durante el periodo analizado muestra avances indudables en el proceso de complejidad en todos los marcos de análisis, principalmente en las reflexiones introspectiva e interrogativa. Ambas profesoras se hallan globalmente en tránsito desde la dimensión técnica hacia la práctica. Podemos decir que el discurso innovador entra paulatinamente en sus reflexiones y en el análisis que efectúan. El proceso de complejidad difiere sin embargo según las categorías analizadas. Así, algunas áreas, como las relativas al aprendizaje escolar, el ambiente de aula (en el caso de Marina) y la participación del alumno en el proceso de evaluación, han permanecido prácticamente inamovibles en la dimensión técnica.

A estas categorías habrá que seguir prestando especial atención, ya que tienen mucha importancia para estimular u obstaculizar el desarrollo profesional. Investigaciones anteriores han señalado que la concepción del profesor sobre el aprendizaje y en particular sobre la importancia de las ideas del alumnado es un catalizador de su propio cambio didáctico (Hewson et al., 1999; Macedo et al., 2001). Otro aspecto que permanece en la dimensión técnica en ambas profesoras, 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 Jorba, 1995).

Por otro lado, otros ámbitos como la organización social del aula (en ambas profesoras), las fuentes de informa-

ción para profesor y/o alumnos (en Marina) y la utilidad del conocimiento escolar o la finalidad de la evaluación (en Ana) muestran posiciones casi críticas y bien asentadas. El resto de las estructuras y subestructuras de análisis se mueven en las zonas de tránsito entre las dimensiones. Destacamos que no existe un patrón de complejidad centrado en los marcos, sino que estos cambios operan indistintamente a lo largo de ellos.

La razón de estos avances y obstáculos, en el proceso de complejidad, hay que buscarla en las teorías prácticas que las profesoras han ido elaborando y que forman parte de su conocimiento profesional. Se ha puesto en evidencia, a través del análisis de vínculos en la reflexión, que existen concepciones, contrastadas con sus concepciones iniciales declaradas, que constituyen verdaderos núcleos duros de sus teorías, muy resistentes al cambio y que impregnan sus reflexiones. Estos núcleos duros son el refuerzo de las ideas de la profesora, la eficacia acrítica, el empleo de problemas cerrados, el conocimiento disciplinario y las alusiones a la incompreensión de los alumnos, en ambos casos, así como la motivación intrínseca y el afán de mantener el control y la disciplina del alumnado en el aula, en el caso de Marina. Pero también, como se ha demostrado, existen agentes nucleadores dentro de sus teorías prácticas o críticas, que pueden suponer catalizadores para su desarrollo como profesoras. Entre éstos están el interés por las dificultades de los alumnos en el proceso de aprendizaje (en ambos casos), la apuesta por la participación de los alumnos y la toma de conciencia de que los problemas socioambientales pueden transformarse en fuente de información para ella y sus alumnos (en Marina) y todo lo relativo al conocimiento didáctico del contenido (en Ana). Sin embargo, como se ha revelado, estas concepciones muestran cruces e influencias mutuas entre ellas.

El proceso de complejidad es lento, como era previsible, pero ocurre, con todas sus consecuencias y afecta de distinta forma a las concepciones y a la vertebración que éstas adquieren en las reflexiones que las profesoras realizan. El programa de investigación-acción ha incidido muy positivamente en el desarrollo profesional de todos los profesores participantes. Sin embargo los resultados obtenidos, 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; un ciclo del que sigamos obteniendo nuevos datos que mejoren nuestros conocimientos de la didáctica de las ciencias, pero sobre todo que estimulen y consoliden el desarrollo profesional de todos los que participamos en la investigación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente financiado por los proyectos de investigación BSO2003-03603 y SEJ2006-04175 del Ministerio de Educación y Ciencia y los Fondos Europeos de Desarrollo Regional (FEDER)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATKINSON, L. (2002). Confiar en nuestros propios juicios, en Atkinson, T. y Claxton, G. (ed.). *El profesor intuitivo*, pp. 76-91. Barcelona: Octaedro.
- BAIRD, J.R., FENSHAM, P.J., GUNSTONE, R.F. y WHITE, R. (1991). The importance of reflection in improving science teaching and learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(2), pp. 163-182.
- BELL, B. y GILBERT, J. (1994). Teacher development as professional, personal and social development. *Teaching and Teacher Education*, 10(5), pp. 483-497.
- BOHM, D. (2002). *Sobre la creatividad*. Barcelona: Kairós.
- 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.
- BRYAN, L. y ATWATER, M.M. (2002). Teacher beliefs and cultural models: A challenge for science teacher preparation programs. *Science Education*, 86(6), pp. 821-839.
- CAÑAL, P. (2000). El análisis didáctico de la dinámica del aula: tareas, actividades y estrategias de enseñanza, en Perales Palacios, F.J. y Cañal de León, P. (eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales*, pp. 209-237. Alcoy: Marfil.
- CARR, W. y KEMMIS, S. (1988). *Teoría crítica de la enseñanza*. Barcelona: Martínez Roca.
- COPELLO, M.I. y SANMARTI, 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.
- DEWEY, J. (1910). *How we think*. D.C. Heath: Boston. [DEWEY, J. (1998). *Cómo pensamos*. 2ª ed. Barcelona: Paidós].
- ERAUT, M. (1988). Management Knowledge: Its Nature and Its Development, en Calderhead, J. (ed.). *Teacher's Professional Learning*. Londres: The Falmer Press.
- ESTEBARANZ, A. y MINGORANCE, P. (2001). ¿Qué papel juegan los departamentos en el desarrollo profesional de los profesores de Secundaria? *Profesorado*, 5(1), pp. 67-92.
- FELDMAN, A. (2002). Multiple perspectives for the study of teaching: Knowledge, reason, understanding, and being. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(10), pp. 1.032-1.055.
- FURIÓ, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp. 188-199.
- FURLONG, J. (2002). La intuición y la crisis de la profesionalidad entre los docentes, en Atkinson, T. y Claxton, G. (eds.). *El profesor intuitivo*, pp. 29-49. Barcelona: Octaedro.
- GARCÍA DÍAZ, J.E. (1988). Fundamentos para la construcción de un modelo sistémico en el aula, en Porlán, R., García, J.E. y Cañal, P. (comp.). *Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias*, pp. 41-74. Sevilla: Díada.
- GARCÍA DÍAZ, J.E., LUNA, M., JIMÉNEZ, R. y WAMBA, A.M. (2000). El análisis de la intervención en el aula: instrumentos y ejemplificaciones. *Investigación en la Escuela*, 39, pp. 63-87.
- GIL, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), pp. 197-212.
- GOODMAN, J. (1987). Reflexión y formación inicial del profesor: Estudio de casos y análisis teórico. *Revista de Educación*, 284, pp. 223-244.
- 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*, pp. 95-102. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- GUNSTONE, R., SLATTERY, M., BAIRD, J.R. y NORTHFIELD, J.R. (1993). A Case Study Exploration of Development in Preservice Science Teachers. *Science Education*, 77(1), pp. 47-73.
- GUNSTONE, R. y NORTHFIELD, J. (1994). Metacognition and learning to teach. *Internacional Journal of Science Education*, 16(5), pp. 523-537.
- GUNSTONE, R. (1999). Content knowledge, reflection, and their interwining: a response to the paper set. *Science Education*, 19(3), pp. 394-396.
- HEWSON, P.W., TABACHNICK, B.R., ZEICHNER, K.M., y LEMBERGER, J. (1999). Educating prospective teachers of biology: Findings, limitations, and recommendations. *Science Education*, 83(3), pp. 373-384.
- HUBER, G.I., FERNÁNDEZ, G. y HERRERA, L. (2001). *Análisis de datos cualitativos con AQUAD cinco para Windows*. Granada: Grupo Editorial Universitario.
- 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.
- KEMMIS, S. (1999). La investigación-acción y la política de reflexión, en Pérez Gómez, A., Barquín Ruiz, J. y Angulo Rasco, J.F. (eds.). *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica*, pp. 95-118. Madrid: Akal.
- LAKATOS, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.
- LLEDÓ, E. (2002). Lógos y Theoría. *Mente y Cerebro*, 1, p. 96.
- LOUDEN, W. (1991). *Understanding Teaching: Continuity and Change in Teachers' Knowledge*. Nueva York: Teachers' College Press, Columbia University.
- LOUGHRAN, J.J. (1996). *Developing reflective practice: Learning about teaching and learning through modelling*. Washintong, D.C.: Falmer Press.
- MACEDO, M.F., FONSECA, J., CONBOY, J. y MARTÍN, I. (2001). Formação continua para la mudança conceptual de professores de biología. *Revista de Educação*, 10(1), pp. 61-73.

- MARTIN GORDILLO, M. (2003). Metáforas y simulaciones: Alternativas para la didáctica y la enseñanza de las ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 2(3). <<http://www.saum.uvigo.es/reec/>>.
- MELLADO, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial, de primaria y secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 289-302.
- 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., RUIZ, C., BERMEJO, M.L. y JIMÉNEZ, R. (2006). Contributions from the philosophy of science to the education of science teachers. *Science & Education*, 15(5), pp. 419-445.
- MORIN, E. (1995). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.
- MILICIC, B., UTGES, G., SALINAS, B. y SANJOSÉ, V. (2004). Creencias, concepciones y enseñanza en la Universidad: Un estudio de caso de desarrollo profesional colaborativo centrado en un profesor de física. *Revista española de Pedagogía*, 229, pp. 377-389.
- NAIAZ, M. (2002). Understanding nature of science as progressive transitions in heuristic principles. *Science Education*, 86(6), pp. 684-690.
- ORTIZ, A. (2005). El programa AQUAD 5 como herramienta en el estudio de caso. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 2(5), pp. 1-15.
- PACCA, J.L. y VILLANI, A. (2000). La competencia dialógica del profesor de ciencias en Brasil. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), pp. 95-104.
- PORLÁN, R. (1993). *Constructivismo y Escuela*. Sevilla: Díada.
- PORLÁN, R. y RIVERO, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.
- PRO, A. de, VALCÁRCEL, M.V. y SÁNCHEZ, G. (2005). Viabilidad de las propuestas didácticas planteadas en la formación inicial: Opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(3), pp. 257-378.
- SCHÖN, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Barcelona: Paidós.
- SCHÖN, D. (1988). *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.
- 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 Perales, F.J. y Cañal, P. (eds.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 557-581. Alcoy: Marfil.
- SANMARTÍ, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: un reto muy complejo. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 31-48.
- SANMARTÍ, N. y JORBA, J. (1995). Autorregulación de los procesos de aprendizaje y construcción de conocimientos. *Alambique*, 4, pp. 59-77.
- 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. <<http://www.lib.umi.com/cr/uhu/results>>.
- VÁZQUEZ, 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). (En prensa).
- VÁZQUEZ, 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. 1.259-1.286.
- VILLANI, A. y FRANZONI, M. (2000). A competência dialógica e a formação de um grupo docente. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3). <<http://www.if.ufrgs.br/ensino/revista.htm>>.
- WAMBA, A. y GARCÍA, J.E. (2000). Pautas y estructuras de intervención como unidades de la práctica de aula de profesores de enseñanza secundaria. *Investigación en la Escuela*, 45, pp. 57-65.
- WAMBA, A., JIMÉNEZ, R. y GARCÍA, J.E. (2000). Perfil metodológico de un profesor de educación secundaria. *Investigación en la Escuela*, 42, pp. 89-97.
- WINDSCHITL, M. (2003). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), pp. 112-143.
- ZEE, E.H. VAN y ROBERTS, D. (2002). Using pedagogical inquiries as a basis for learning to teach: Prospective teachers' reflections upon positive science learning experiences. *Science Education*, 85(6), pp. 733-757.
- ZEICHNER, K. (1993). El maestro como profesional reflexivo. *Cuadernos de Pedagogía*, 220, pp. 44-45.
- ZIMPHER, K.L. y HOWEY, K.R. (1987). Adapting supervisory Practices to different Orientations of Teaching Competence. *Journal of Curriculum and Supervision*, 2(2), pp. 102-112.

[Artículo recibido en diciembre de 2005 y aceptado en octubre de 2006]

ANEXO

Sistema de Categorías y códigos asociados para el Análisis de la Reflexión (S. C. A. R.)				
MARCOS	ESTRUCTURAS	SUBESTRUC-TURAS	CATEGORÍAS	CÓDIGOS
Ideológico	Ideologías en el medio educativo		D. T.: No existen referentes ideológicos, al ser una actividad apolítica.	TAPO
			D. P.: La ideología como opción personal.	POPC
			D. C.: La administración educativa y su presión como hecho político. Influencia del entorno social. La escuela como superadora de las desigualdades sociales. La historia como conformadora del presente educativo. Análisis de las ideologías en el hecho educativo.	CADM CENT CDSG CHIS, CIDE
	Relación profesor-entorno		D. T.: Resistencia a romper con la sensación del aula como caja negra.	TCAJ
			D. P.: El trabajo en equipo del profesorado.	PEQP
			D. C.: La profesión docente en continua interacción con el contexto.	CPRO
Formativo	La formación del profesorado		D. T.: La formación del profesor como mera acumulación de créditos.	TACU
			D. P.: Lo personal como punto de partida en la mejora del profesor.	PPER
			D. C.: Reconocimiento de la reflexión como garante del cambio personal.	CREP
	Didáctica de las ciencias experimentales		D. T.: Resistencia a la lectura didáctica. Inseguridad en el dominio curricular de la materia impartida.	TRES TDOM
			D. P.: Interés por la lectura didáctica. Conocimiento didáctico del contenido.	PLEC PDID
			D. C.: Pertenencia a una comunidad de profesionales donde se intercambien experiencias en didáctica de las ciencias experimentales.	CEXP
Psicológico	El aprendizaje escolar		D. T.: La memoria como principal garante del aprendizaje. La asimilación como garante del aprendizaje.	TMEM TASI
			D. P.: La construcción como garante del aprendizaje significativo.	PSIG
			D. C.: El aprendizaje como construcción social.	CAPR
	Obstáculos en el proceso de enseñanza-aprendizaje		D. T.: Falta de comprensión del alumno.	TINC
			D. P.: Reflexión sobre las dificultades de los alumnos.	PDIF
			D. C.: Indagación colectiva sobre la naturaleza de los obstáculos que están detrás de las dificultades.	COBS
Contextual	Relaciones interactivas profesor-alumno	Motivación del alumno	D. T.: Esfuerzo individual del alumno como factor intrínseco del alumno. Motivación ya dada en los grupos de alumnos.	TIND TGRU
			D. P.: Esfuerzo y participación del alumno como factores extrínsecos.	PPAR
			D. C.: Discriminación positiva hacia alumnos con necesidades educativas especiales y/o socialmente deprimidos.	CDIS
		Ambiente de aula	D. T.: Disciplina y control de la clase.	TCON
			D. P.: Negociación sobre el ambiente de trabajo en el aula.	PAMB
			D. C.: Uso sistemático de contratos con el alumnado que regularicen el trabajo en el aula.	CREG
	Organización social		D. T.: La competitividad como impulsora del aprendizaje.	TCOM
			D. P.: Trabajo en equipo del alumnado.	PEQA
			D. C.: Apoyo a los más necesitados socialmente.	CSOC
	Organización temporal		D. T.: La falta de tiempo caracteriza la forma de intervención en el aula.	TTEM
			D. P.: El factor tiempo se flexibiliza y adapta a la intervención en el aula.	PFAC
			D. C.: El tiempo se dinamiza en función de los distintos ritmos de aprendizaje.	CDIN

Epistemológico	El conocimiento escolar		D. T.: El conocimiento científico como conocimiento fundamental de los contenidos escolares.	TCIE	
			D. P.: Referencia a la experiencia cotidiana del alumno. Adaptación de los contenidos científicos al medio escolar.	PCOT PADP	
			D. C.: La ciencia escolar posee su propio estatus epistemológico inherente a su carácter social.	CEPI	
	Criterios de selección de las fuentes de información		D. T.: La eficacia acrítica y su papel en la mejora.	TEFI	
			D. P.: Dar respuestas a las cuestiones abiertas planteadas.	TABI	
			D. C.: Toma de decisiones y adquisición de compromisos.	CADQ	
	Utilidad del conocimiento escolar		D. T.: Preocupación por alcanzar los objetivos y la programación.	TPRG	
			D. P.: Adquisición de destrezas básicas en la RP.	PDES	
			D. C.: La formación de ciudadanos con capacidad crítica para con los avances científicos-tecnológicos.	CCAP	
	Construcción del conocimiento escolar		D. T.: El profesor como único constructor del conocimiento escolar. Refuerzo de las ideas presentadas por el profesor.	TUNI TREF	
			D. P.: Atención a intereses del alumnado.	PINT	
			D. C.: Negociación con los alumnos sobre aspectos del currículo.	CNEG	
Curricular	Tipos de problemas		D. T.: Utilización de problemas de respuesta cerrada.	TPRC	
			D. P.: Utilización de problemas abiertos.	PPRA	
			D. C.: Utilización de problemas de investigación del entorno sacionatural.	CPRI	
	Secuencia de actividades		D. T.: Actividades rígidas.	TRIG	
			D. P.: Flexibilidad en las secuencias de enseñanza.	PFLE	
			D. C.: Secuencias de actividades flexibles y diversificadas atendiendo a los distintos ritmos de aprendizaje del alumnado.	CDIV	
	Materiales curriculares o fuentes de información	Para el profesor		D. T.: Utilización del texto como fuente principal de información.	TTEX
				D. P.: Utilización de distintas fuentes de información.	PFUE
				D. C.: Problemas sociales relevantes.	CREL
		Para el alumno		D. T.: Utilización del texto como fuente principal de información.	TTEX
				D. P.: Utilización de distintas fuentes de información.	PFUE
				D. C.: Problemas sociales relevantes.	CREL
	Evaluación	Objeto (Qué evaluar)		D. T.: Objetividad de la evaluación.	TOBJ
				D. P.: Subjetividad de la evaluación. Evolución de las ideas de los alumnos.	PSUB PEVO
				D. C.: Adquisición de destrezas centradas en el alumno.	CCEN
		Finalidad de la evaluación		D. T.: Evaluación sancionadora.	TSAN
				D. P.: Evaluación sumativa y global del proceso.	PSUM
				D. C.: Evaluación formativa y centrada en el desarrollo del individuo como ser social.	CFOR
		Participación en la evaluación		D. T.: El profesor como garante exclusivo del proceso de evaluación.	TGAR
				D. P.: Participación del alumno en el proceso de evaluación.	PALU
				D. C.: Coevaluación realizada por profesor y alumnado.	CEVA
		Instrumentos de evaluación		D. T.: Utilización del examen final.	TEXA
				D. P.: Diversidad de fuentes para la evaluación.	PMUL
				D. C.: Las producciones del alumno basadas en la metacognición y la autoevaluación.	CMET