ISSN 2177-9163

VÁZQUEZ-BERNAL, Bartolomé; JIMENEZ-PEREZ, Roque; MELLADO JIMÉNEZ, Vicente (2012). El Conocimiento Didáctico del Contenido como elemento integrador en la formación del Profesorado: El Caso de una Profesora de Ciencias Experimentales. *EDUSK. Revista monográfica de educación skepsis.org*, n. 3 – Didáctica en General. Parte IV – Didáctica de las Ciencias. São Paulo: editorial skepsis +. pp. 266-326 [ISSN 2177-9163]

url: [www.editorialskepsis.org]

CONVOCATORIA "DIDÁCTICA EN GENERAL" – EDUSK. N. 3 – 2012.

COORDINACIÓN CIENTÍFICA Y EDITORIAL
Patrícia Bressan
Doctora en Filosofía USAL/ES
patriciabressan@editorialskepsis.org/ pbsbressan@gmail.com

***

COMITÉ EDITORIAL PERMANENTE - EDUSK
[véase "equipo editorial" en www.editorialskepsis.org]

***

EVALUADORES EXTERNOS

Acácio Alexandre Pagan [Brasil]
Universidade Federal de Sergipe
apagan.ufs@gmail.com

Antoni Santiesteban Fernández [España]
Universidad Autónoma de Barcelona
antoni.santisteban@uab.cat

Cecilia Parcero Torre
Universidad de Valladolid [España]
celiaparcero@hotmail.com

Joan Pagès [España]
Universidad Autónoma de Barcelona
joan.pages@uab.cat

José Manuel Márquez de La Plata Cuevas [España]
Centro de Enseñanza Superior Cardenal Spínola.
jmarquez@ceuandalucia.com

María Isabel Vera Muñoz
Universidad de Alicante [España]
vera@ua.es

María Olga Macías Muñoz
Universidad del País Vasco [España]
mariaolga.macias@ehu.es

Montserrat Oller Freixa
Universidad Autónoma de Barcelona [España]
montserrat.oller@uab.cat

Pedro Miralles Martínez
Universidad de Murcia [España]
pedromir@um.es

Sebastián Molina Puche
Universidad de Murcia [España]
smolina@um.es

ISSN 2177-9163

PRESENTACIÓN DEL ARTÍCULO

- **Cobertura temática.** Aunque el artículo cubre especialmente una investigación original, tiene una vocación hacia al resto de las temáticas, pues es un estudio de caso, en este caso de larga duración y posee una clara intencionalidad de actualización y revisión hacia el asunto principal del trabajo, que desarrollo en el siguiente apartado.

- **Tema y contexto del artículo.** El tema versa sobre el conocimiento didáctico del contenido (CDC) y cómo es su influencia en el desarrollo y conocimiento profesional del profesorado. En una primera parte se hace un recorrido sobre el origen y evolución del término, hasta la actualidad. En una segunda parte, se contextualiza en una investigación de caso de una profesora de ciencias de enseñanza secundaria. Podremos comprobar su evolución a través del tiempo, tanto por sus reflexiones como por su práctica de aula. El período incluye unos nueve años, y se centra en un aspecto concreto: el tipo de problemas que la profesora plantea en el aula.

- **Motivación personal e investigadora.** La motivación investigadora es muy elevada, pues aunque es un trabajo duro sostener tantos años, los resultados validan nuestro esfuerzo, por otra parte, son escasos los estudios de caso que se prolonguen varios años, algo demandado por la comunidad científica a nivel internacional. A nivel personal, se trata de un trabajo de muchas horas y años de investigación continua, gracias a la profesora que durante ese tiempo se ha prestado al estudio.

- **Problema de investigación.** Como se ha comentado anteriormente, una de las pretensiones del trabajo era incidir en el término del CDC, objeto demandado desde la revista, así que la primera parte es de revisión del término, en la segunda parte. Los problemas de investigación son:

  a) ¿cómo es la evolución de un caso a lo largo del tiempo, en dos ámbitos diferentes: reflexión y práctica, en base a la Hipótesis de la Complejidad?

  b) ¿cuál es el grado de integración y convergencia entre los procesos reflexivos y los prácticos en dicha evolución?

  c) ¿cómo evolucionan los obstáculos, para el ámbito concreto de la resolución de problemas en el aula, tanto para la reflexión como en la práctica de aula?

ISSN 2177-9163

d) ¿qué grado de influencia posee el contexto, desde dos puntos de vista diferentes: contenido didáctico y el tipo de entorno donde desarrolla su profesión la docente?

- **Supuestos de investigación.** En primer lugar hemos realizado una amplia revisión sobre el término CDC. En segundo lugar, hemos descrito la propia investigación: un estudio de caso. El caso es una profesora de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Se analiza la evolución de sus reflexiones y su práctica de aula, así como su interacción mutua.

- **Método, la labor y la decisión metodológica.** Se han implementado diferentes métodos de investigación, aunque desde una perspectiva cualitativa. De todas formas, los métodos han sido de diferente naturaleza. Para la recogida de información se ha empleado una amplia variedad (diarios de la profesora, cuestionarios, registros etnográficos, vídeos,…). Para el análisis, hemos utilizado métodos cuantitativos (determinación de frecuencias) y cualitativos (análisis de contenido,…), pero basados en un sistema de categorías orientado a la reflexión y acción. Para no incidir más, se puede observar en el propio trabajo dicha variedad de registros y métodos empleados.

- **Originalidad y/o grado de innovación del artículo.** Creemos que era necesario hacer un recorrido en un tema tan actual como el CDC, mostrando cómo ha evolucionado el término desde hace unas décadas. Además, como demandan muchas revisiones internacionales, mostramos una ejemplificación de un estudio de caso de larga duración.

- **Importancia científica dos resultados del artículo.** Ya lo hemos comentado en diversos apartados, los hallazgos nos indican lo potente que es el conocimiento práctico del profesorado y lo resistente que es al cambio. Pero a su vez, nos muestra que los contextos de innovación pueden catalizar el cambio y que un CDC profundo y, particular a cada tópico, es muy relevante.

ISSN 2177-9163

RESUMEN

El conocimiento didáctico del contenido (CDC), se ha considerado como un elemento fundamental dentro del conocimiento profesional del profesorado pero, a su vez, ha ido adquiriendo una importancia cada vez más relevante dentro de esos saberes. Por su parte, dentro de las didáctica de las ciencias experimentales, su status se han conformado como punta de lanza de estas disciplinas integradoras, toda vez que abogan por una transdisciplinariedad que las diferencie de otras disciplinas. Para destacar su relevancia, mostramos un estudio de caso de larga duración de una profesora de ciencias experimentales. En él analizamos su desarrollo profesional en un ámbito concreto, la resolución de problemas. Como hemos indicado, el CDC se muestra como de enorme importancia en su desarrollo como profesora.

PALABRAS CLAVES: Conocimiento didáctico del contenido, Hipótesis de la complejidad, Resolución de problemas, Desarrollo Profesional del profesorado.

ABSTRACT

The pedagogical content knowledge (PCK), has been regarded as a fundamental element of teachers' professional knowledge and has been gaining important in this knowledge. Meanwhile, within the experimental science teaching, their status is seen as the spearhead of integrating these disciplines, since they advocate for a transdisciplinarity that other disciplines do not have. To emphasize its importance, we show a long case study of a experimental science teacher. We analyze her professional development in a particular area, the solving problems. CDC is seen as extremely important in her development as a teacher.

KEY WORDS: Pedagogical content knowledge, Complexity hypothesis, Problem solving, Professional development.

E D U S K
Revista monográfica de educación skepsis.org

« 2012. Edición n. 3. Didáctica en General »

ISSN 2177-9163

EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO COMO ELEMENTO INTEGRADOR EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO: EL CASO DE UNA PROFESORA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES

THE PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE AS AN INTEGRATING ELEMENT IN THE TRAINING OF TEACHERS: THE CASE OF AN EXPERIMENTAL SCIENCE TEACHER

Bartolomé Vázquez-Bernal[1]
Roque Jiménez-Pérez[2]
Vicente Mellado Jiménez[3]

INTRODUCCIÓN

El término Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) suscita un gran interés desde hace varias décadas, abordándose desde diferentes perspectivas. A lo largo de este artículo, profundizaremos en su análisis y su relación con otras formas de conocimiento en el ámbito de la enseñanza de las ciencias experimentales. A pesar de las diferencias en su tratamiento, parece existir cierto grado de consenso afirmando que, para el profesorado de ciencias experimentales, el CDC incluye el conocimiento de los pensamientos acerca de la ciencia, el currículo, estrategias específicas sobre la

[1] Profesor Asociado de la Universidad de Huelva/Profesor de Enseñanza Secundaria. Miembro del Grupo de Investigación HUM-168 (Plan Andaluz de Investigación) y del C.I.D.I.E.S.A. de la Universidad de Huelva. Correo-E: bartolome.vazquez@ddcc.uhu.es

[2] Catedrático de Universidad. Miembro del Grupo de Investigación HUM-168 (Plan Andaluz de Investigación) y del C.I.D.I.E.S.A. de la Universidad de Huelva. Correo-E: rjimenez@uhu.es

[3] Catedrático de la Universidad de Extremadura. Correo-E: vmellado@uex.es

ISSN 2177-9163

enseñanza de las ciencias, la evaluación del aprendizaje de los estudiantes, así como orientaciones para su enseñanza, como resumen **MAGNUSSON, KRAJCIK Y BORKO**[4].

A lo largo de este trabajo, también mostraremos una ejemplificación de un caso concreto de influencia del CDC en el desarrollo profesional de una profesora de ciencias experimentales.

1.- CONOCIMIENTO PROFESIONAL

El conocimiento profesional del profesorado es una cuestión que ha suscitado intensos debates en las últimas décadas, una vez reconocida la necesidad de disponer de recursos teóricos y prácticos específicos para la docencia. El término "*conocimiento profesional*" ha ido parejo, con más o menos intensidad, al de profesionalización. El trabajo pionero de **DOYLE**[5], estableció los programas básicos que dicho autor encontró desarrollados y en funcionamiento en la literatura revisada. Según este autor, existían tres programas básicos:

- El programa proceso-producto: su núcleo central viene definido y descrito por el principio en el cual, la investigación en la enseñanza, ha de enfocarse en las relaciones entre lo que los docentes hacen en el aula, los procesos de la

[4] MAGNUSSON, S., KRAJCIK, J. S., & BORKO, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95–132). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

[5] DOYLE, W. (1986). Classroom Organization and Magement. En M.C. Wittrock, (comp.) *Handbook of Research on Teaching*, 3ª ed., pp. 392-431. New York: MacMillan Publishing Comp.

ISSN 2177-9163

enseñanza, y lo que les pasa al alumnado, los productos del aprendizaje.

- El programa mediacional: coloca en su núcleo central la idea, según la cual, tanto las acciones del docente como, asimismo, las conductas o repuestas del alumnado, están medidas por los procesos cognitivos de ambos.
- El programa ecológico: plantea que las mediaciones y las conductas están, a su vez, determinadas e influidas por los contextos de interacción mismos en los que se producen; contextos que tienen cualidades físicas y, mucho más importantes, cualidades sociales de relación.

Más recientemente, según **FENSTERMACHER**[6], podrían plantearse cuatro cuestiones que, en cierta medida, abrazarían los grupos y corrientes de investigación en la enseñanza más importantes. Estas cuatro cuestiones son las siguientes.

- ¿Qué se conoce sobre la enseñanza efectiva?
- ¿Qué conocen los docentes?
- ¿Qué conocimiento es esencial para la enseñanza?
- ¿Quién genera (produce) conocimiento sobre la enseñanza?

La primera cuestión se centra en el conocimiento sobre la enseñanza, tal como aparece en la investigación científico-conductual convencional; es decir, un conocimiento formal fruto de los estudios

[6] FENSTERMACHER, G.D.(1994). The Knower and the know: The nature of knowledge in Research on Teaching. *Review of Research in Education*, pp. 20, 3-56.

ISSN 2177-9163

proceso-producto. La segunda, señala hacia la investigación que pretende comprender lo que los docentes conocen como resultado de su experiencia. Al contrario que la anterior, ésta no genera un conocimiento formal, sino un conocimiento práctico; es decir, un conocimiento elaborado por los mismos docentes. La tercera, enmarcaría las investigaciones que se han llevado a cabo sobre los tipos y formas de conocimientos que aseguran la formación competente de los futuros docentes. La cuarta, y última cuestión, permitiría trazar la demarcación entre un conocimiento producido por grupos académicos de investigación y aquel que lo es por las indagaciones de los docentes sobre su propia práctica.

ANGULO[7] (1999), realiza una revisión sobre las líneas de investigación prioritarias relativas al conocimiento de los profesores. Sus hallazgos confirman que las líneas de investigación tradicionales, mediacional y ecológica, se transforman en un nuevo programa de estudio denominado *conocimiento del docente* (figura 1). Pasamos a describir los programas de investigación desarrollados en lo últimos años.

[7] ANGULO, J.F. (1999). De la investigación sobre la enseñanza al conocimiento docente. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica,* pp. 261-319. Madrid: Akal.

ISSN 2177-9163

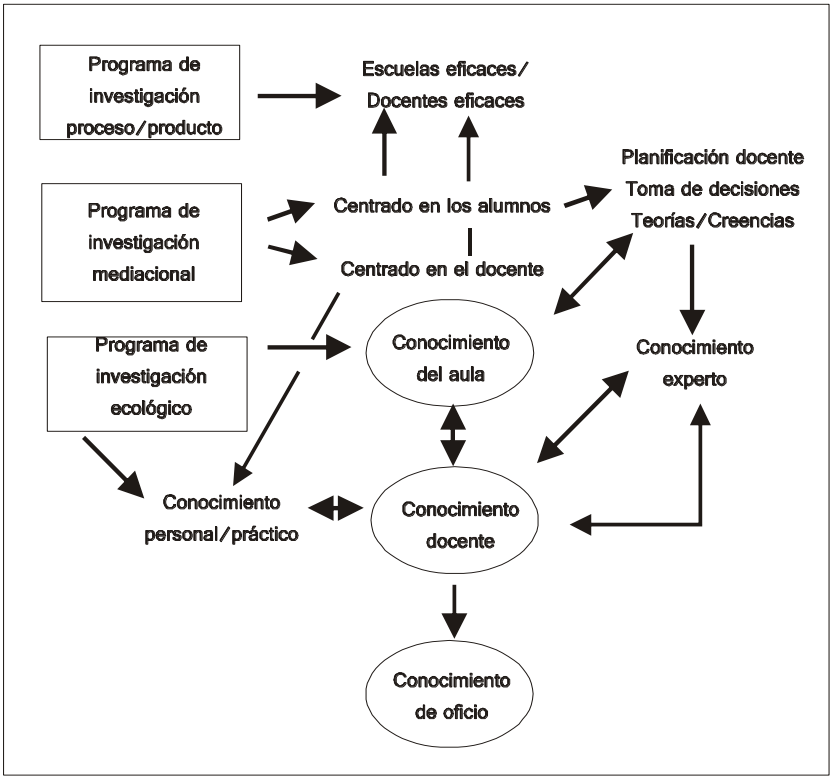


Figura 1. Transformación de los programas de investigación en la enseñanza tradicionales y fuentes del nuevo programa sobre el conocimiento docente.

A) *El conocimiento docente*: la aparición de la psicología cognitiva, la corriente interpretativa y la utilización de métodos etnográficos y cualitativos en el estudio del aula, orientan marcadamente el interés hacia la enseñanza y hacia los docentes. Su tardía aparición hay que achacársela al poderoso influjo del conductismo, tanto en la investigación como en la formación docente. Dentro de este programa de investigación, los estudios que han proporcionado más información y, por tanto, más literatura al respecto han sido los que adoptan el enfoque del procesamiento de información, un programa histórico que ha acabado resituándose en el programa del

ISSN 2177-9163

conocimiento docente. Tradicionalmente se ha centrado en ciertos ámbitos que, aunque relacionados en la práctica escolar y, desde luego, en el trabajo docente, han sido diferenciados y separados como objetos de investigación propios: planificación docente (pre y post-activa), toma de decisiones interactiva y teorías y creencias.

Los presupuestos esenciales sobre los que se sustentan esta corriente son:

- Los profesores son profesionales racionales que, como otros profesionales, tales como los médicos, realizan juicios y toman decisiones en un entorno complejo e incierto.
- El comportamiento de un profesor se guía por sus pensamientos, juicios y decisiones, aunque se tiene conciencia de la laguna que existe en la explicación de las relaciones entre pensamiento y acción.

B) *El conocimiento experto*: esta línea de investigación se basa en la consideración de que el estudio de las diferencias entre docentes expertos y docentes novatos puede proporcionar conocimiento valioso y ejemplos paradigmáticos con el que reorientar la formación inicial del profesorado. Se ha investigado la naturaleza del conocimiento experto en la enseñanza, comparando el pensamiento de expertos y novatos durante los tres estadios de la toma de decisiones: preactiva (o planificación), interactiva (o enseñanza), y post-activa (o evaluación y reflexión). Las diferencias más importantes entre expertos y novatos se encontraron en:

ISSN 2177-9163

- La integración del conocimiento: a la hora de elaborar sus planificaciones, los docentes expertos analizan cognitivamente las tareas que han de realizarse, relacionan el contenido concreto que debe enseñarse con otras materias del curriculum, y tienen en cuenta su conocimiento de las habilidades, estilos de aprendizaje, intereses y motivaciones del alumnado. Por el contrario, los docentes novatos carecen de un conocimiento holístico del curriculum y de suficiente conocimiento de las características del alumnado para realizar una adecuada integración.
- La conducta del alumnado: los docentes expertos suelen prestar mucha atención a aquellas que se apartan del curso de la tarea, reintroduciendo al alumnado en la lección, o utilizando otras estrategias.
- La interacción entre los tres estadios de la toma de decisiones: los docentes expertos suelen mantenerlos mucho más relacionados, entre sí, que los novatos.

C) *El conocimiento personal práctico*: según la concepción práctica (CP) de la enseñanza, concepción que subyace a este conjunto de investigaciones, la interpretación del que actúa sobre los problemas concretos con los que se enfrenta, se extendería más allá de una estructura objetiva de interpretación, introduciéndose en lo que puede ser denominado una estructura personal, tácita y subjetiva de comprensión. Conocer dicha estructura, es decir, el conocimiento inscrito en ella, supone, como veremos a continuación, introducirse en el mundo de las emociones, percepciones temporales e imágenes

ISSN 2177-9163

de los docentes. Es, pues, un conocimiento desde los docentes y no un conocimiento sobre los docentes.

El conocimiento práctico es aquel que los docentes tienen de las situaciones de clase y los dilemas con los que se enfrentan, actuando propositivamente en dichos ámbitos; conocimiento que puede ser analizado a través de las comprensiones personales que los docentes poseen de las circunstancias prácticas en las que trabajan. El trabajo pionero es el estudio de caso de **ELBAZ**[8]. Dicha autora identifica con respecto al conocimiento práctico, sus orientaciones, los niveles de organización y los contenidos. Las orientaciones del CP indican el modo en que el conocimiento práctico es mantenido en una relación activa con el mundo de la práctica:

- Orientación situacional
- Orientación personal
- Orientación social
- Orientación experiencial
- Orientación teórica

Junto a las orientaciones del CP identificó cinco amplios dominios de contenido práctico:

- Conocimiento del yo y de papel como docente
- Conocimiento del ambiente de enseñanza
- Conocimiento de la materia que ha de enseñarse

[8] ELBAZ, F. (1983). *Teacher Thonking. A Study of Practical Knowledge*. London: Crom Helm.

ISSN 2177-9163

- Conocimiento curricular
- Conocimiento de la instrucción

Además, encontró tres niveles en la organización del CP, que median entre el pensamiento y la acción:

- Reglas prácticas
- Principios prácticos
- Imágenes

Angulo[9], en su revisión de la literatura al respecto, añade al listado anterior tres componentes más para el conocimiento personal/práctico:

- Dilemas
- Metáforas
- Ritmos

Una variante a las componentes del conocimiento práctico de **Elbaz**[10], lo constituye la propuesta de **LEINHARDT**[11], quien usa dos constructos para estudiar el conocimiento profesional de los profesores: guión y agenda. Un guión se refiere a un segmento específico de lección y concierne a las metas y acciones estructuradas habilitadas para enseñar un tópico particular. Para cada lección, el profesor tiene una *agenda*, la cual incluye metas y acciones, tests y

[9] Ib., ANGULO (1999).

[10] Ib., ELBAZ (2003).

[11] LEINHARDT, G. (1988). Expertise in Instruccional Designs: A Example From Fractions. In D. Grouws, T. Cooney, & D. Jones (Ed.) *Effective Mathematics Teaching*, pp. 47-66. Reston, VA: NCTM e Laurence Erlbaum.

ISSN 2177-9163

estrategias totales. Típicamente, en cada lección el profesor establece una agenda y usas distintos guiones. Un objetivo fundamental de la enseñanza es usar una agenda o, de acuerdo con la agenda deseada, moverse al siguiente guión. Según **DA PONTE**[12], existen diferencias entre ambos autores. **Elbaz** se centra en la estructura general del conocimiento del profesor, mientras **Leinhardt** se centran en la estructura del conocimiento que en su mayor parte se desarrolla en el transcurso de la lección.

GROSSMMAN[13] identifica seis componentes conocimiento práctico:

- Conocimiento del contenido.
- Conocimiento de los alumnos y del aprendizaje.
- Conocimiento pedagógico.
- Conocimiento del curriculum, de sus procesos de desarrollo y del curriculum escolar de los distintos niveles.
- Conocimiento del contexto.
- Conocimiento de sí mismo.

D) *El conocimiento del aula*: además de los estudios sobre el conocimiento personal de los docentes, existe otra línea de investigación, bastante consolidada, que se centra en el conocimiento

[12] PONTE, J. DA (1994). Mathematics teachers´profesional knowledge. En J. P. da Ponte y J. F. Matos (Ed.) *Proceedings of the 18th PME Conference, vol I*., pp. 195-210. Lisboa.

[13] GROSSMAN, P. (1994). Teacher knowledge. En T. Húsen y T.N. Postlethwaite (Ed.) *The Intemational Encyclopdia of Education (2ª Ed.).* Londres: Pergamon Press.

ISSN 2177-9163

que los profesores construyen sobre los acontecimientos del aula. Estas investigaciones asumen que la construcción del conocimiento del aula se desarrolla según dos tipos de orientaciones: a) una orientación ecológica, que se centra en las demandas del ambiente y en el impacto de las mismas en los pensamientos y acciones de los participantes; y b) una orientación hacia el empleo de esquemas teóricos en la organización del contenido y los procesos de comprensión, por los que el conocimiento se relaciona con el ambiente en clase. La orientación ecológica contiene tres dimensiones básicas:

- Se sitúa en una perspectiva naturalista.
- Se plantea la indagación de las relaciones entre ambiente y conducta.
- Su preocupación central se encuentra en el diagnóstico.

La segunda orientación, asumida por los estudios sobre el conocimiento de clase, está relacionada con la indagación sobre la manera en que los docentes organizan su enseñanza, o el conocimiento que poseen sobre las situaciones; así se distingue entre:

- La gestión de la clase. Según **CARTER Y DOYLE**[14], la gestión de la clase puede ser definida como el problema de lograr y mantener la cooperación en las actividades que llenan el tiempo escolar y sirven a propósitos educativos.

[14] CARTER, K. y DOYLE, W. (1987). Teachers´ Knowledge and Learning to Teach. En J. Calderhead (comp.), *Exploring Teachers´ Thinking*, pp. 147-160. London: Cassell.

ISSN 2177-9163

- La gestión del curriculum.

En relación con este segundo tipo de conocimiento, **DOYLE**[15] afirma que el concepto de tarea académica pretende dar cuenta del contenido de la materia (o curriculum) como una variable de proceso o un programa de acción en la clase, o dicho de otra manera, el curriculum existe en el aula en forma de tareas académicas que los docentes asignan a los estudiantes en razón de la materia. Cada tarea consiste en.

- Un producto
- Una operación para generar dicho producto
- Unos recursos
- El valor de la tarea en el sistema de valuación de clase

Carter y Doyle[16] indican que los docentes necesitan considerar cuatro factores clave para definir y gestionar el trabajo y las tareas académicas de los estudiantes:

- Estructuración de la tarea académica
- La enseñanza explícita de los requisitos y operaciones
- Control del trabajo académico
- Gestión de la evaluación

ERAUT[17] plantea la idea de lo que él denomina *conocimiento de gestión escolar* y comprendería los siguientes tipos de conocimientos:

[15] I DOYLE, W. (1986). Classroom Organization and Magement. En M.C. Wittrock, (comp.) *Handbook of Research on Teaching*, 3ª ed., pp. 392-431. New York: MacMillan Publishing Comp.

[16] Ib., CARTER, K. y DOYLE, W. (1987).

ISSN 2177-9163

- Conocimiento de las personas
- Conocimiento situacional
- Conocimiento de la práctica educativa
- Conocimiento conceptual
- Conocimiento de procesos
- Conocimiento de control

E) *El conocimiento de oficio*: esta forma de conocimiento unifica la representación de los docentes del conocimiento declarativo, contenido de la materia y el conocimiento tácito de los docentes sobre los procedimientos para actuar y apoyar al alumnado. A lo que podría añadirse aquel que surge de la relación entre ambos. Es decir, la conexión elaborada en la acción entre las representaciones de la materia y los procesos prácticos, tomados en su acepción más amplia, y no exclusivamente, como métodos de enseñanza. El término clave aquí es el de reflexión. La reflexión es la que genera y produce conocimiento de oficio "*para*" y "*en*" el docente. Gracias a la reflexión, el conocimiento de oficio supone experiencia transformada, de la misma manera que transformar la experiencia conlleva, justamente, reflexionar sobre la misma, como expresa **SCHÖN**[18].

El conocimiento de oficio se caracteriza por englobar los conocimientos prácticos siguientes:

- Conocimiento representación de la materia

[17] ERAUT, M. (1988). Management Knowledge: Its Nature and Its Development. En J. Calderhead (Ed.) *Teacher´s Profesional Learning*. Great Britain: The Falmer Press.

[18] SCHÖN, D. (1998). *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.

ISSN 2177-9163

- Conocimiento de los procesos de enseñanza
- Conocimiento elaborado de la interacción entre representación del contenido de la materia y la acción práctica
- Conocimiento valorativo
- Esquemas de actuación y comprensión

Según **Angulo**[19], tras este conjunto de conocimientos se encuentra la reflexión docente que, a su juicio, ha de ser entendida como la generadora del mismo. La propuesta de este autor es situar al conocimiento de oficio como el conocimiento síntesis del conocimiento docente; lo que supone, al menos, dos cosas: primero, añadir a estas caracterizaciones las diferentes matizaciones que, sobre el conocimiento práctico, han aparecido en la literatura revisada hasta ahora; segundo, identificar el punto de inflexión que diferencia a los docentes novatos de los docentes experimentados en la calidad, profundidad y desarrollo del conocimiento de oficio, o, dicho de otra manera, en el grado de elaboración práctica realizado por el docente, entre el conocimiento académico o teórico y la experiencia práctica en la enseñanza.

2.- EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL EN EL DOMINIO DE LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

[19] Bis ib., ANGULO (1999).

ISSN 2177-9163

En esta sección quisiéramos explorar propuestas específicas que entran en el dominio de la enseñanza de las ciencias. Para no ser exhaustivos, nos centraremos en propuestas recientes e innovadoras y en otras cuyo grado de influencia con nuestros presupuestos teóricos son importantes. De forma reciente, una propuesta muy específica para la enseñanza de las ciencias experimentales, lo constituye la noción de conocimiento del contexto pedagógico de **BARNETT Y HODSON**[20]. Según estos autores las fuentes de este conocimiento son tanto internas como externas: las fuentes internas incluyen reflexión sobre las experiencias personales de enseñanza, incluyendo sentimientos sobre las respuestas de los alumnos, padres y otros profesores a las acciones de cada uno; las externas incluyen el conocimiento del sujeto de la materia, regulaciones gubernamentales, políticas escolares y semejantes. La interacción con otros profesores, tanto a nivel formal como informal, es también una fuente del conocimiento del contexto pedagógico y un estímulo para el desarrollo posterior.

De particular valor en el pensamiento de los investigadores, sobre el conocimiento de los profesores, es la metáfora de **CLANDININ Y CONELLY**[21] de las *fronteras del conocimiento* y, en particular, sus informes sobre la vida profesional de los profesores, que discurren en dos lugares importantes, pero aislados, el aula y la sala de profesores. La metáfora de la *frontera del conocimiento*

[20] BARNETT, J. y HODSON, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(6), pp. 426-453.

[21] CLANDININ, D.J. y CONELLY, F.M. (1995). *Teachers´professional knomwledge landscapes*. New York: Teachers College Press.

ISSN 2177-9163

también arroja la descripción de lugares protegidos y lugares desprotegidos para los profesores, donde se comparten y desarrollan su conocimiento. Para **Barnett y Hodson**[22], el conocimiento crece en anchura, profundidad y utilidad como consecuencia directa de la exploración audaz y la reflexión crítica.

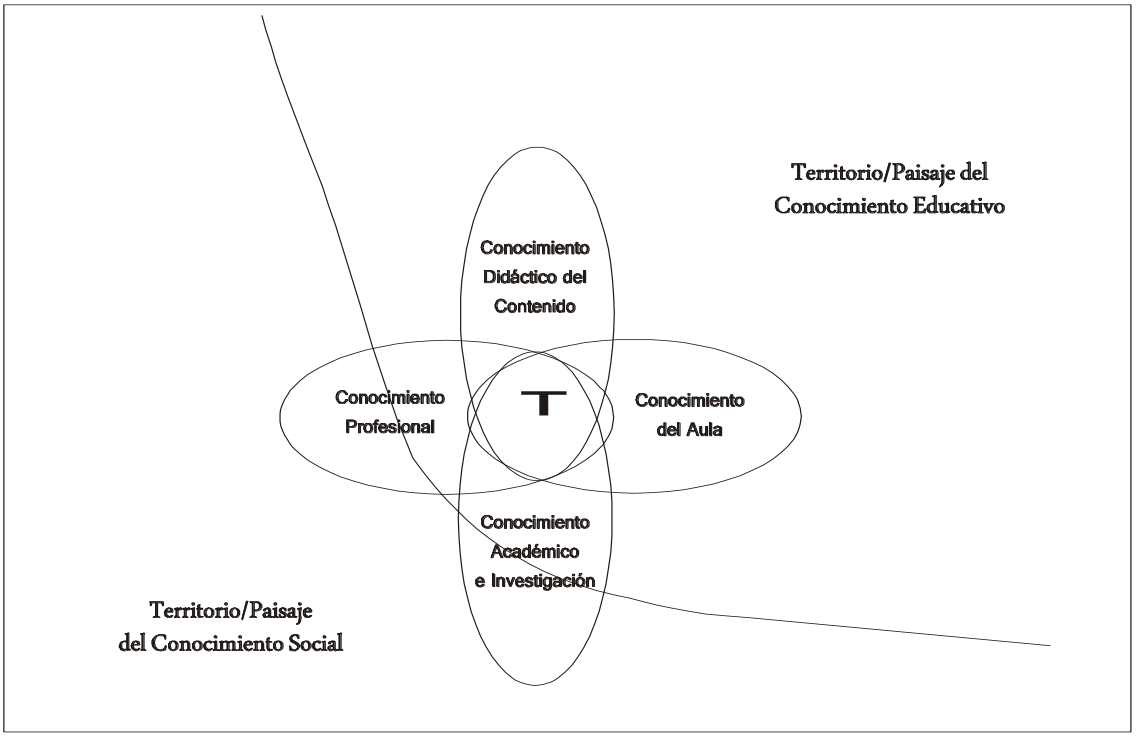


Figura 2. Metáfora sobre el conocimiento del contexto pedagógico.

Los elementos del frontera del conocimiento del contexto pedagógico incluyen conocimiento de investigación y académico, conocimiento didáctico del contenido, conocimiento profesional y conocimiento del aula. Dos de esos elementos caen enteramente dentro de la frontera del conocimiento educativo y, los otros, cabalgan entre los límites del conocimiento educativo y social (figura

[22] Ib., BARNETT, J. y HODSON, D. (2001).

ISSN 2177-9163

2). Sin embargo, los cuatros componentes se solapan e interaccionan unos con otros. Por su relevancia, pasamos a describir, de forma breve, cada uno de estos componentes:

- Conocimiento de investigación y académico. Incluye: a) conocimiento del contenido científico (conceptos, hechos y teorías); b) conocimiento sobre la naturaleza de la ciencia, incluye asuntos sobre la historia, filosofía, y sociología de la ciencia y las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y el medio ambiente, y c) conocimiento sobre cómo y por qué los alumnos aprenden (desarrollo del niño, teoría del aprendizaje y teorías motivacionales).
- Conocimiento del conocimiento didáctico del contenido. Incluye cosas como saber cómo proponer objetivos de enseñanza, organizar una secuencia de lecciones en un curso coherente, conducir lecciones, introducir tópicos particulares y distribuir el tiempo para un satisfactorio tratamiento de todos los conceptos significativos.
- Conocimiento profesional. Es, en esencia, el conocimiento de enseñar reflejado inconscientemente a través de la experiencia. Se ha llamado así para enfatizar la importancia como un componente de lo que los profesores saben, hacen y sienten; enfatizando que tal conocimiento se traspasa de los prácticos con experiencia a los prácticos jóvenes y de ellos, nuevamente a la escuela.
- Conocimiento del aula. Es el conocimiento que los profesores tienen de su propia clase y de sus alumnos. Se trata de un

ISSN 2177-9163

conocimiento completamente situacional y particular y está en continuo crecimiento, revisado y reconstruido constantemente.

El conocimiento del contexto pedagógico proporciona una simple y efectiva forma de examinar los puntos de vistas y los conocimientos de los profesores cuando enseñan o hablan sobre su enseñanza. El aspecto más importante, de la idea de los autores, descansa en la elaboración de la enseñanza como una actividad compleja y sutil que requiere muchas formas de conocimiento. El modelo, puede, además, servir de ayuda a los profesores como guía de prioridades para su propio *desarrollo profesional*. *

Por su cercanía a nuestras premisas teóricas, destacamos el trabajo desde la perspectiva del *Proyecto IRES*, en el desarrollo de una teoría del conocimiento profesional. Surge por la necesidad de comprender mejor el conocimiento de los profesores, sus posibilidades reales de evolución y las estrategias formativas más adecuadas para que los propios profesores impulsen una transformación gradual de la enseñanza. Consideramos esta teoría como la más integradora, intentando superar las limitaciones que hemos apreciado en anteriores programas de investigación. Así pues, en adelante, gran parte del análisis realizado en torno al conocimiento profesional será enfocado a la luz de esta teoría.

Se propone un nuevo conocimiento profesional coherente con tres perspectivas teóricas: *constructivismo*, *complejidad* y *teoría crítica*; así como con la idea de un *profesor investigador* como principio

ISSN 2177-9163

organizador del desarrollo profesional **PORLÁN ET AL**[23]. Este nuevo conocimiento profesional presenta unas características epistemológicas propias y actúa como referente estratégico tanto en la actuación como docentes, como en las actividades de formación e investigación. Estas características se pueden sintetizar en lo siguiente:

a) Es un conocimiento práctico. Así pues, se trata de un conocimiento epistemológicamente diferenciado, mediador entre las teorías formalizadas y la acción profesional, heredero del concepto de praxis y que pretende una acción profesional fundamentada.

b) Es un conocimiento integrador y profesionalizado. Se organiza en torno a los problemas relevantes para la práctica profesional (finalidades educativas, hipótesis sobre el conocimiento escolar, hipótesis sobre su construcción por los alumnos, etc.), y en torno a ellos busca la interacción y la integración constructiva de cuatro tipos de saberes: saber académico, creencias y principios, teorías implícitas y guiones de acción.

c) Es un conocimiento complejo. El nuevo conocimiento profesional reconoce la complejidad y singularidad de los sistemas de enseñanza-aprendizaje institucionalizados y de los procesos de integración de saberes descritos anteriormente.

[23] PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO (1998*).* Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias.* 16(2), pp. 271-288.

ISSN 2177-9163

d) Es un conocimiento tentativo, evolutivo y procesual. Parte de las concepciones y de las acciones de los sujetos, resaltando aquellas concepciones-obstáculo que suponen una barrera para el desarrollo profesional y que, a través de procesos de investigación de problemas, experimentación de alternativas y construcción y reestructuración de significados, evoluciona y progresa, individual y colectivamente, desde posiciones simplificadoras, acabadas, fragmentarias, dependientes y acríticas hacia posiciones más complejas, relativas, integradoras, autónomas y críticas.

Una característica importante de esta propuesta sobre el nuevo conocimiento profesional es que puede formularse en diferentes niveles tentativos de progresiva complejidad a modo de *hipótesis de progresión profesional*.

Desde el grupo de investigación DESYM (Didáctica de las Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas: Universidad de Huelva), se ha realizado una propuesta sobre el *conocimiento profesional* que pasaremos a desarrollar y argumentar en un trabajo de **ESTEPA**[24]. Aunque en el modelo originario de **SHULMAN**[25], sobre el conocimiento profesional, se distinguen siete categorías del conocimiento base del profesor, convenimos con **MARCELO**[26] en reducir a cuatro las componentes de este conocimiento, en las que se

[24] ESTEPA, J. (2004). *Proyecto docente*. Universidad de Huelva: Inédito.

[25] SHULMAN, L. (1990). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. En M. Wittrock (Ed.) *La investigación en la enseñanza I*, pp. 9-94. Madrid. Paidós.

[26] MARCELO, C. (2001). La función docente: nuevas demandas en tiempos de cambio. En C. Marcelo (Ed.). *La función docente*, pp. 9-26. Madrid: Síntesis.

ISSN 2177-9163

organizan los saberes del profesor: conocimiento de la materia, que incluye tanto su contenido como el de su estructura sintáctica y semántica; el conocimiento pedagógico general, compuesto por los conocimientos sobre los alumnos y el aprendizaje, la gestión de clase y el curriculum y la enseñanza; conocimiento del contexto, que hace referencia al dónde (la comunidad, el barrio, la escuela) se enseña y a quién (el alumno); el conocimiento didáctico del contenido (CDC), que comprende las concepciones del profesor sobre para qué enseña una materia, el conocimiento de las dificultades de su comprensión por los alumnos, el conocimiento del curriculum sobre tal disciplina, así como de las estrategias de enseñanza de la misma.

El CDC se ha identificado con las didácticas específicas y es la forma de conocimiento desde el que más se ha incidido, desde estas didácticas, para valorar la contribución de las mismas al desarrollo del conocimiento profesional; no obstante, este conocimiento se construye a partir del cual el profesor posee sobre el contenido, así como del conocimiento pedagógico general y el conocimiento de los alumnos. Es precisamente el m*odelo de razonamiento y acción pedagógica*, que plantea en relación con la transformación del contenido en materia enseñable, una de sus principales aportaciones, ya que distingue en él cinco fases que median desde la planificación hasta la enseñanza misma de un contenido:

- conocimiento comprensivo de la materia en concreto que se planifica;
- transformación del contenido que se va a desarrollar, fase de especial importancia que podríamos identificar con la

ISSN 2177-9163

transposición didáctica;

- la enseñanza propiamente dicha, que incluye conocimiento referido a la gestión de clase, presentación de la información, interacción con los alumnos, ...;
- la evaluación de la comprensión de los estudiantes y de la propia actuación del profesor;
- la reflexión, en la que el profesor revisa, reconstruye y analiza críticamente su propia actuación en clase.

Nos resulta particularmente interesante la fase de *reflexión sobre la acción* y su consideración de que la experiencia también es una fuente de ese conocimiento profesional. Sin embargo, entre las críticas que se le han formulado, **ARMENTO**[27] señala que el papel del profesor sigue definiéndose básicamente como el de presentador del conocimiento, y no como el de tomador de decisiones o transformador. Reduciéndose, a nuestro entender, la función docente a las relaciones académicas con los alumnos, obviando de este modo otras dimensiones de carácter más organizativo, social e ideológico. A ello habría que añadir que, desde nuestra perspectiva, está excesivamente centrado a una concepción restringida del conocimiento escolar.

Por otra parte, **CARRILLO**[28] **ET AL.** consideran que deben

[27] ARMENTO, B.J. (1991). Changing conceptions of research on the teaching of social studies, en J. Shaver (Ed.) *Handbook of Research on Social Studies Teaching and Learning*. New York: MacMillan.

[28] CARRILLO, J.; CORIAT, M y OLIVEIRA, H. (1999) Teacher Education and Investigations into Teacher's Knowledge, K. Krainer y F. Goffree (Ed.) *On Research in Teacher Education. From a Study in Teaching Practices to Issues in Teacher Education*. Forschunginstitut für Mathematikdidaktik. Osnabrück: Alemania.

ISSN 2177-9163

incluirse en el conocimiento profesional contenidos que deben ser dominados por los profesores, que deben haber trabajado y discutido, situados en el campo del saber pero que, bien por su complejidad o por su extensión, no tienen forzosamente que ser plenamente dominados. Estos últimos autores distinguen cuatro componentes en este conocimiento: componente específico o disciplinar, componente curricular, componente actitudinal y componente humana (social). De esta propuesta valoramos especialmente su esfuerzo de síntesis así como de integración de saberes e, igualmente, el que no trate de aportar matices que la asocien exclusivamente con la formación inicial o la permanente.

Por último, en **Cuenca**[29], se diferencian cuatro elementos: lo que podríamos llamar conocimientos del profesor propiamente dichos (conocimiento profesionalizado del contenido, conocimiento pedagógico general, conocimiento del contexto escolar y conocimiento didáctico del contenido); las concepciones, que actúan como lentes o filtros a través de las cuales se toman las decisiones profesionales de los docentes; las capacidades y las actitudes (fig. 3).

Llegado a este punto, caracterizamos el conocimiento profesional deseable como un único saber que integra la teoría (componente estática) y la experiencia práctica (componente dinámica) o, mejor, como un saber con varios componentes que se configuran a partir de la teoría y de la experiencia, de las que extraen información para, tras una elaboración personal, producir teorías

[29] CUENCA, J.M. (2002). *El patrimonio en la Didáctica de las Ciencias Sociales. Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria.* Tesis inédita: Universidad de Huelva.

ISSN 2177-9163

prácticas sobre las finalidades de la educación, la naturaleza de los contenidos escolares, la visión de cómo éstos son aprendidos por los alumnos, ...

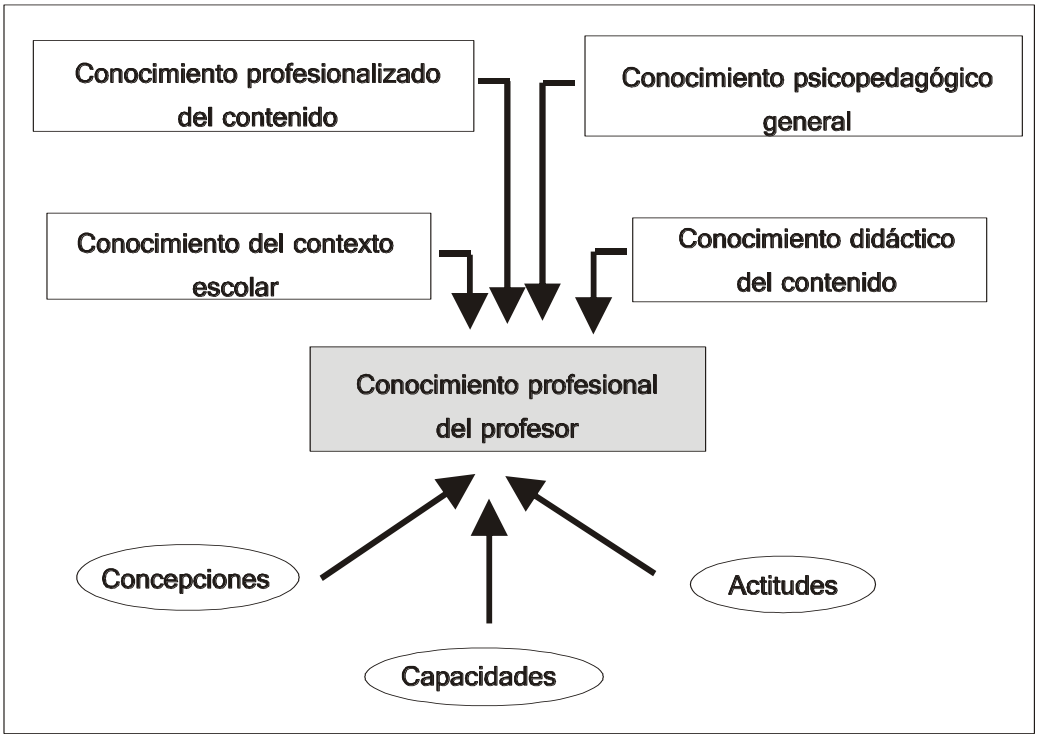


Figura 3. Componentes del conocimiento profesional.

Estas fuentes de las que emana o que generan el saber profesional deseable son, según **Porlán et al.**[30]:

A) Las metadisciplinas: se refieren a teorías generales y cosmovisiones que nos permiten un análisis crítico del resto de los conocimientos formalizados, en ellas se contemplan cosmovisiones ideológicas (marxismo, ecologismo...); perspectivas epistemológicas (constructivismo,

[30] Ib., PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO (1998).

ISSN 2177-9163

positivismo...); y perspectivas ontológicas (sistematismo, complejidad...).

B) Las disciplinas, entre las que incluyen:

- las relacionadas con las áreas curriculares: Física, Química, Geología, Biología,...
- aquellas relacionadas con la enseñanza (Pedagogía, Teoría del Curriculum, Didáctica de las Ciencias Experimentales, ...)
- relacionadas con el aprendizaje (Psicología)
- y las relacionadas con el estudio de los sistemas educativos (Sociología de la Educación, Economía Educativa,...).

C) La experiencia: distinguiendo tres componentes, atendiendo al grado creciente de integración y de elaboración consciente y reflexiva que representan:

- saberes rutinarios, constituidos por los guiones y esquemas de acción, que son imprescindibles para organizar y dirigir el curso de los acontecimientos de la clase,
- principios y creencias personales de los profesores acerca de las diferentes variables de su experiencia profesional, a los que se atribuyen mayores dosis de generalización que a las anteriores y mayor conciencia por parte del sujeto que las mantiene,
- saberes curriculares sistematizados, que suponen una

ISSN 2177-9163

importante integración de saberes para la acción, que se pueden incrementar a través de estudios de casos. Se refieren al conjunto de ideas, hipótesis de trabajo y técnicas concretas que se ponen conscientemente en juego en el diseño, aplicación y seguimiento del currículo, tales como conocer la existencia de concepciones en los alumnos, así como su utilización didáctica; conocer cómo se determina, organiza y secuencia el conocimiento escolar; saber diseñar un programa de actividades; saber dirigir el proceso de investigación del alumno; saber qué y cómo evaluar.

Las teorías prácticas se obtienen por la integración, no mera yuxtaposición, de estas fuentes y constituyen el contenido del conocimiento profesional deseable. Estos conocimientos se concretan en tres niveles: metaconocimientos profesionales; el modelo didáctico de referencia y los ámbitos de investigación profesional.

3.- EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO

Fue **SHULMAM**[31] quien introdujo el concepto de conocimiento pedagógico del contenido (CPC), describiéndolo como la amalgama especial de contenido y pedagogía que es de la esfera única de los profesores, su propia forma de comprensión profesional. En la

[31] SHULMAN, L. (1986). To Who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. 15 (2), pp. 4-14.

ISSN 2177-9163

actualidad, en el campo de la DCE, el CPC ha dado lugar al "*didáctico*", con un carácter más específico. Así, para Sánchez **Y VALCÁRCEL**[32] el conocimiento didáctico del contenido actúa como mediador entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar y, aunque podamos relacionarlo con un contenido genérico, se concreta con cada tópico de enseñanza (ver figura 4). **MELLADO**[33] ha profundizado en el significado, en la importancia y en los procesos que pueden propiciar un mayor desarrollo del CDC. Algunas precisiones sobre este conocimiento son:

- Permite distinguir el conocimiento de la materia que tienen los profesores del que poseen otros profesionales.
- Es una forma de razonamiento y de acción pedagógica, mediante la que los profesores transforman la materia en representaciones comprensibles a los estudiantes.
- Es un conocimiento que se elabora de forma personal ligado a la práctica docente.
- Aunque sea construido de forma personal, puede transcender al profesor como individuo y formar un cuerpo de conocimientos, destrezas y disposiciones que distingue a la enseñanza como profesión.

[32] SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M.V. (2000b). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique*, 24, pp. 78-76.

[33] MELLADO JIMÉNEZ, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales. En C. Martínez y S. García (Ed.) La Didáctica de las Ciencias. *Tendencias actuales. XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 45-76. Universidad da Coruña.

ISSN 2177-9163

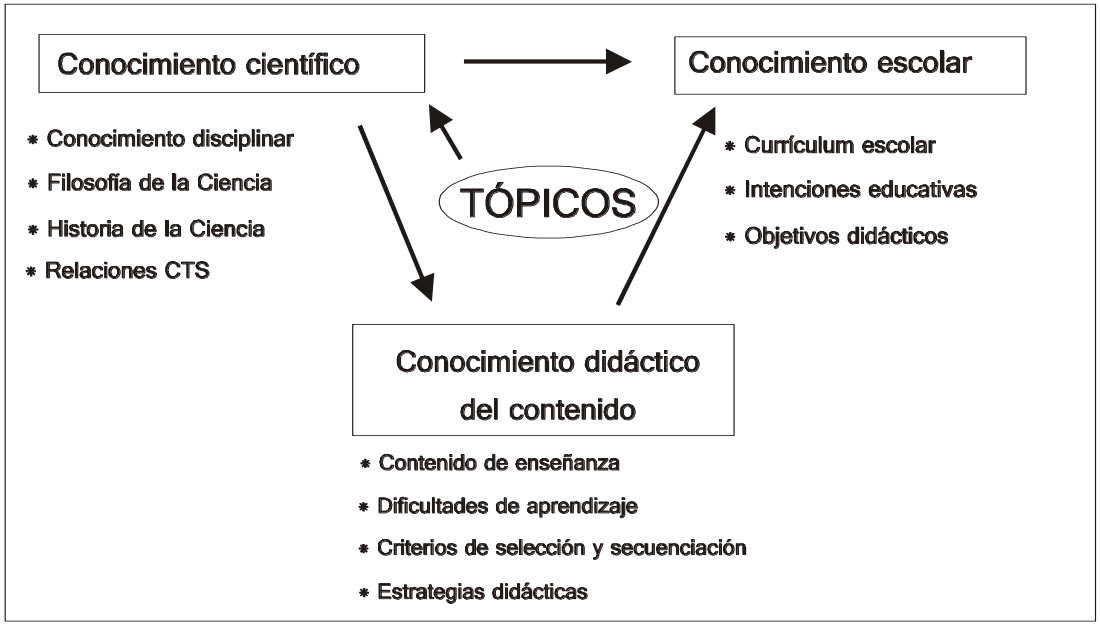


Figura 4. Relación entre el conocimiento científico y didáctico del profesor.

Desde el campo de la DCE se pretende romper con la dicotomía entre conocimiento disciplinar y escolar, integrando los aspectos teóricos y prácticos que deben orientar la actuación del profesor, tanto durante la planificación como en el aula. En general, el diseño, desarrollo y evaluación de unidades didácticas suele ser el eje elegido para buscar esta integración de la teoría y la práctica. Por tanto, los contenidos y estrategias de formación deberían proporcionar, al profesor, un conocimiento didáctico suficiente para que pudiera planificar la enseñanza de diferentes tópicos científicos, llevarla al aula y reflexionar sobre su actuación docente.

Para darnos cuenta de la importancia que ha adquirido el CDC, Van **DRIEL ET AL.**[34], dentro del dominio de la enseñanza de la

[34] VAN DRIEL, J. H. , JONG, O. de y VERLOOP, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(4), pp. 572-590.

ISSN 2177-9163

ciencia, han recopilado distintos estudios, realizados sobre el desarrollo del conocimiento de los profesores, en el contexto de profesores en formación y en servicio, que tienen por objeto de investigación el CDC. Los siguientes resultados revelan aspectos sugerentes:

- El desarrollo del CDC depende de que los profesores tengan un más profundo conocimiento conceptual del contenido.
- El desarrollo del CDC se promueve por el uso constante del contenido de la materia, de tal forma que se separa dicho tipo de conocimiento y el conocimiento pedagógico general, pero a medida que se desarrollan las prácticas de enseñanzas se van integrando.
- La necesidad de conocer las concepciones de los estudiantes y las dificultades de aprendizaje.
- La participación en talleres de duración corta e intensiva contribuye a que el CDC se desarrolle hacia los profesores expertos.

Desde el grupo de investigación DESYM, **Cuenca**[35] caracteriza la estructura del CDC (figura 5) y lo considera como un componente crucial dentro de los saberes del profesorado.

En una revisión muy actualizada sobre el CDC, **SCHNEIDER Y PLASMAN**[36], encontraron aspectos muy interesantes, por ejemplo,

35 Ib., CUENCA (2002).

36 SCHNEIDER, R. M. & PLASMAN. K. (2011). Science Teacher Learning Progressions: A Review of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Development. *Review of Educational Research*, 81 (4), pp. 530–565.

ISSN 2177-9163

que el CDC de los profesores de Ciencias, al inicio de sus carreras, era muy similar al de los profesores más experimentados. Según estos autores, esto suponía una desventaja en su desarrollo profesional.

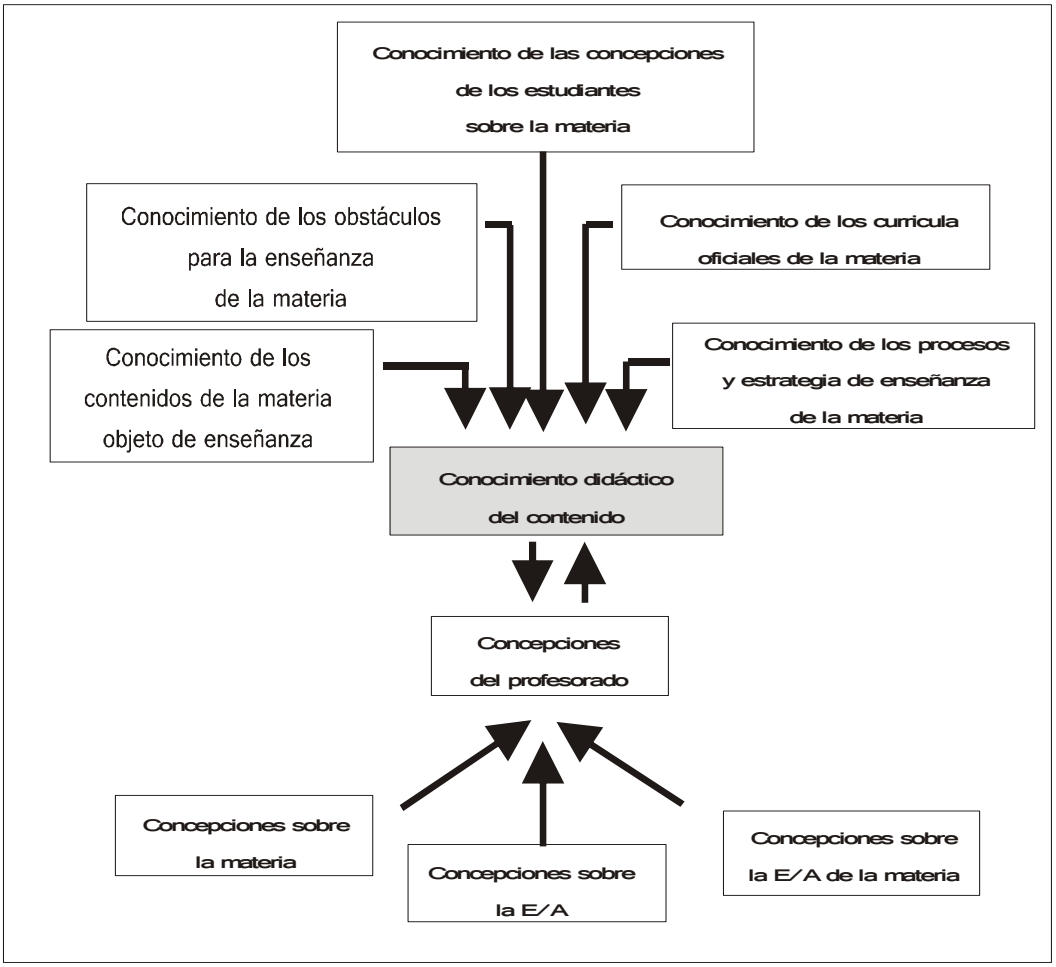


Figura 5. Estructura del conocimiento didáctico del contenido.

Otros autores, como **HENZE ET AL.**[37], destacan el papel esencial de la reflexión en el desarrollo de su CDC, dando claras

[37] HENZE, I., VAN DRIEL, J. & VERLOOP, N. (2007). The change of science teachers' personal knowledge about teaching models and modelling in the context of science education reform. *International*

ISSN 2177-9163

oportunidades al profesor de reflexionar sobre su experiencia y sobre aspectos concretos del CDC, en relación a los alumnos y a la ciencia. Estas carencias del profesorado en relación al CDC, ha llevado a **GARET ET AL.**[38] a expresar a expresar las deficiencias formativas iniciales sobre ese tópico, pero también a lo largo de sus carreras docentes a pesar de que la docencia implica un proceso continuo formativo. Por último, **FEIMAN-NEMSER**[39], en una reciente revisión, han destacado la práctica inexistencias de estudio de casos longitudinales acerca del aprendizaje del profesor, lo cual no resultaba extraño, dado los obstáculos que encontraban los investigadores.

4.- UN CASO PRÁCTICO: LA EVOLUCIÓN DEL CONOCIMIENTO DE UNA PROFESORA DE SECUNDARIA DE CIENCIAS

4.1.- MARCO TEÓRICO: LA HIPÓTESIS DE COMPLEJIZACIÓN PARA LA REFLEXIÓN

Nuestra hipótesis de la complejidad (HC) se sitúa al amparo de los modelos de enseñanza centrados en el profesor, una línea de investigación que trata de dotar de identidad propia a los profesores, y que incide en los modelos didácticos personales propios de cada

Journal of Science Education, 29(15), pp. 1819-1846.

[38] GARET, M. S., PORTER, A. C., DESIMONE, L., BIRMAN, B. F., & YOON, K. S. (2001). What makes professional development effective: Results from a national sample of teachers. *American Educational Research Journal*, 38(4), pp. 915–945.

[39] FEIMAN-NEMSER, S. (2008). Teacher learning: How do teachers learn to teach? In M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, D. J. McIntyre, & K. Demers (Eds.), *Handbook of research on teacher education: Enduring questions in changing contexts* (pp. 697–705). New York, NY: Routledge.

ISSN 2177-9163

profesor, y en la evolución personal y contextualizada de los mismos, como expresa **MELLADO**[40]. Fruto de estas investigaciones sobre las concepciones de los profesores, se elabora la "hipótesis de progresión" sobre el conocimiento profesional de los profesores de **JIMÉNEZ Y WAMBA**[41], donde el conocimiento "progresa" 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.

A partir de diferentes aportaciones, se elabora la Hipótesis de la Complejidad sobre la capacidad de reflexión por **VÁZQUEZ-BERNAL ET AL.**[42], diferenciando tres dimensiones. Para dar nuestros argumentos, recurriremos al uso de las metáforas, así distinguimos tres dimensiones: técnica, práctica y crítica. En nuestra hipótesis, cada dimensión se vuelve más compleja, añadiendo una complejidad creciente a la propia reflexión. Desde los intereses instrumentales hasta la concienciación social y el papel emancipador de la educación. Recurriendo a la metáfora, parecería que dentro de la "*dimensión técnica*" nos moveríamos en un universo unidimensional, que se

[40] MELLADO JIMÉNEZ, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y fislosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 343-358.

[41] JIMÉNEZ PÉREZ, R., WAMBA, A. M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interunivesitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), pp. 113-131.

[42] VÁZQUEZ-BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R. & MELLADO, V. (2007) La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1), pp. 73-90.

ISSN 2177-9163

cierra sobre sí mismo, plagado de rutinas y esquemas de acción autoconsistentes, los cuales se retroalimentan a sí mismos, pero que, observado desde el mismo, nos parecería completo y suficiente. En una dimensión superior, la "*dimensión práctica*", el mundo unidimensional daría lugar al universo plano, bidimensional, donde la resolución de problemas prácticos orienta a la reflexión. Otro tipo de presupuestos dan sentido a la educación y a la enseñanza y nuestras reflexiones encuentran sentido en ellas. Sin duda el espacio se amplía y nos movemos en el plano.

Finalmente, en el último grado de complejidad, encontramos la *"dimensión crítica"*. Nos desenvolvemos en el mundo tridimensional, con el máximo grado de libertad. Las perspectivas se desarrollan y se abren ante nosotros. Dotamos de espacialidad a nuestras reflexiones, dicho sea de forma metafórica. Los problemas prácticos se vuelven más complejos con todas las posibilidades que las coordenadas sociales nos permiten. Todo problema de índole práctico está incardinado en un contexto social complejo y único. Tratamos con individuos que aprenden y la gama rica de diversidad que les acompañan. 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 definitiva, da sentido de forma racional a nuestra aspiración de conocimiento, conocimiento fundamentado en la práctica, inherente a nuestras acciones e intervenciones diarias. Ponemos especial énfasis

ISSN 2177-9163

en la determinación de los obstáculos que afectan a la reflexión. Recurriendo a la metáfora sobre la competencia entre programas de investigación de **LAKATOS**[43], es indudable que existen núcleos duros, resistentes al cambio en las concepciones de los profesores, 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.

El disponer de un estudio que se prolonga a lo largo de varios años, nos va a facultar para comprobar, a la luz de los instrumentos elegidos, el grado y la dirección de la complejidad en la reflexión docente. En este sentido, prevemos que los cambios que se produzcan van a ser escasos, dado el corto espacio temporal, relativamente, en que se desarrolla la investigación, a la vez que situacionales, esto es, dependientes del contexto. Con ello queremos decir que, como se hace eco la literatura al respecto, 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.

Nuestra visión de la reflexión como promotora del conocimiento es compatible con las teorizaciones de autores como **COCHRAN-**

[43] LAKATOS, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.

ISSN 2177-9163

SMITH Y LYTLE[44], quienes conciben un desarrollo profesional cuyos extremos se situarían en uno de naturaleza vertical en el primer caso, el conocimiento "*para*" la práctica, donde los saberes dimanan de arriba abajo, del mundo experto universitario al mundo escolar; y otro desarrollo de vertiente horizontal, surgido en las comunidades escolares y de origen eminentemente práctico, el conocimiento "*en*" la práctica. La versión intermedia, el conocimiento "*de*" la práctica, implicaría el desarrollo de teorías prácticas fundamentadas y contextualizadas en ámbitos amplios de actuación y desarrollo. Como dice **MELLADO**[45], los estudios de casos permiten a los profesores y profesoras reflexionar sobre las actividades de clase, el ritmo y la secuencia de la misma, los ejemplos y analogías utilizados, el diagnóstico y la intervención en las dificultades de aprendizaje de los alumnos. Además, la reflexión y contraste entre su propia práctica y la de otros profesores principiantes y expertos, en la enseñanza de los temas más relevantes de ciencias en contextos concretos, les ayuda a que vayan desarrollando su propio estilo personal de enseñanza.

Por otro lado, en la actualidad, las investigaciones del pensamiento del profesor, según **IMBERNÓN**[46], están asumiendo un

[44] COCHRAN-SMITH, M. y LYTLE, S.L. (2003). Más allá de la certidumbre: adoptar una actitud indagadora sobre la práctica. En A. Lieberman y L. Miller (Ed.) *La indagación como base de la formación del profesorado y la mejora de la educación*, pp. 65-79. Barcelona: Octaedro.

[45] MELLADO JIMÉNEZ, V. (1998). Preservice teachers´ clasrooms practice and their conceptions of the nature of science. En B. J. Fraser y K Tobin (Ed.) *International Handbook of Science Education*, pp. 1093-1110. Dordrecht (The Netherlands): Kluwer Academic Publishers.

[46] 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*, pp. 11-68. Barcelona: Graó.

ISSN 2177-9163

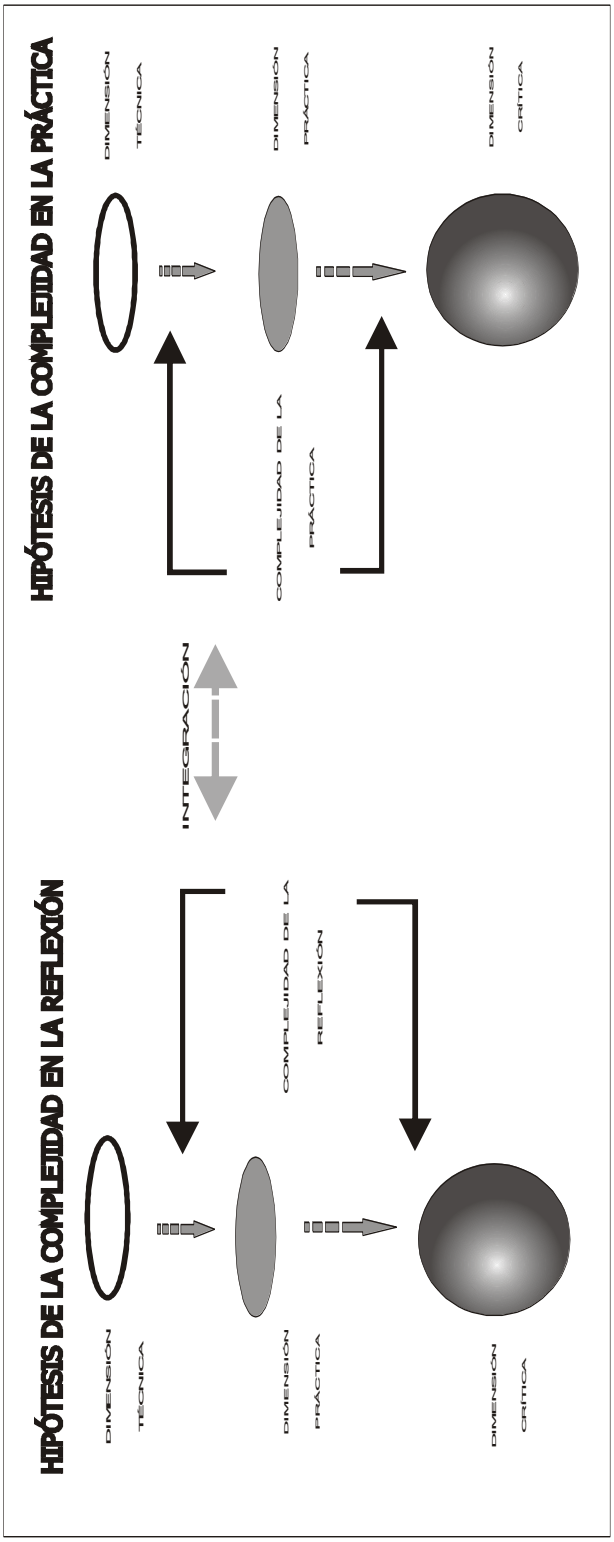
enfoque más dialéctico. Por tanto, como hemos expuesto hasta ahora, partimos de la necesaria integración entre calidad de reflexión en los profesores, como generador de conocimiento, y práctica de aula, lo que, desde nuestro punto de vista, ha de redundar en un grado de complejidad en el desarrollo/conocimiento profesional (figura 6).

En la presente ejemplificación, que forma parte de uno más amplio, nos interesamos en "*los tipos de problemas*" empleados en el aula, entendiendo por problema cualquier actividad planteada que tenga una misión indagatoria (verbal, lápiz-papel o práctico). Nos interesa conocer cómo se reflexiona sobre su uso (reflexión) y la forma en que se implementan en el aula (práctica):

a) Dimensión técnica: las críticas a los problemas cerrados son abundantes y forman parte del discurso de desarrollo de la didáctica de las ciencias experimentales como disciplina, pareciendo existir un consenso en que la utilización excesivas de resoluciones mecánicas es perjudicial, ya que impide una adecuada comprensión conceptual.

b) Dimensión práctica: El uso de problemas cerrados versus abiertos ha sido objeto de una profunda polémica. Pensamos que ambos tipos de problemas deberían coexistir, en cuanto uno proporciona situaciones estandarizadas, escolares, pero que ayudan a los alumnos a tamizar los conceptos estudiados; en este sentido, la tarea del profesor sería conducirlos hacia una mayor comprensión de las variables implicadas, que les permitiera adquirir la suficiente flexibilidad y adaptabilidad.

ISSN 2177-9163



ISSN 2177-9163

Figura 6. Integración reflexión – práctica.

c) Dimensión crítica: el uso de este tipo de actividades del entorno socio-natural supone una mejora en las prácticas educativas, que afecta a una mayor comprensión de los retos sociales de la ciencia y las consecuencias que las diferentes aplicaciones tecnológicas tienen en la sociedad.

De acuerdo con la HC, por tanto, para los tipos de problemas hemos definido tres categorías, una por dimensión y con unos códigos asociados (Cuadro 1).

TIPOS DE PROBLEMAS PLANTEADOS
- Dimensión Técnica: Utilización exclusiva de problemas de respuestas cerradas (TPRC)
- Dimensión Práctica: Utilización de problemas abiertos (PPRA)
- Dimensión Crítica: Utilización de problemas de investigación del entorno socio-natural (CPRI)

Cuadro 1. Dimensiones, categorías y códigos para el análisis de los tipos de problemas.

4.2.- OBJETIVOS

En nuestro trabajo nos hemos planteado los siguientes objetivos:

a) Determinar, en base a la Hipótesis de la Complejidad, cómo es la evolución de un caso a lo largo del tiempo, en dos ámbitos diferentes: reflexión y práctica.

b) Estudiar el grado de integración y convergencia entre los procesos reflexivos y los prácticos en dicha evolución.

ISSN 2177-9163

c) Analizar la evolución de los obstáculos para el ámbito concreto de la resolución de problemas en el aula, tanto para la reflexión como en la práctica de aula.

d) Revelar el grado de influencia del contexto desde dos puntos de vista diferentes: contenido didáctico y el tipo de entorno en el que se desarrolla profesionalmente nuestro caso.

4.3.- METODOLOGÍA

Nuestro caso de investigación es una profesora de Biología-Geología, siendo su formación inicial de licenciada en Geología, con diecisiete años de experiencia. Diferenciamos dos períodos bien diferentes:

a) Primer período: desde el curso 2001 al curso 2003, dos años, la profesora se integra en un grupo de investigación-acción (I-A) que desarrolla un programa de innovación curricular. El contenido didáctico que sirve de dinamizador al programa es el referido a "*Las Disoluciones*", un contenido esencial en el desarrollo de la Química y acordado por todos los participantes.

b) Segundo período: desde el curso 2004 al 2006. Comprende dos cursos, aunque la profesora ya no forma parte del programa de I-A, pues éste ha concluido y el contenido

ISSN 2177-9163

didáctico es "*La Formación del Suelo*", netamente geológico (elegido por la profesora).

Por último, el resultado de esta investigación se somete al juicio de la profesora en la actualidad, para contrastar su evolución. En la tabla I se aprecian los instrumentos empleados:

Tabla I.- Instrumentos de recogida de datos, análisis su presentación

	Análisis de la Reflexión	Análisis de la Práctica de Aula
Instrumentos de Primer Orden	• Diarios • Memorias • Reuniones del Grupo de Trabajo • Cuestionario de Concepciones Iniciales Declaradas (CID) • Cuestionarios Finales • Entrevistas Semiestructuradas	• Notas Etnográficas • Extracto Vídeos de las Sesiones de Aula • Programación de Aula • Unidades Didácticas • Producciones de los Alumnos • Otras Fuentes de Información
Instrumentos de Segundo Orden	• Categorías para los Tipos de Problemas*	• Categorías para los Tipos de Problemas • Taxonomía de Jiménez y Wamba
Instrumentos de Tercer Orden	• Horizontes de la Integración	

Con el ánimo de ser más precisos a la hora de analizar y categorizar los problemas empleados, seguiremos la Hipótesis de Progresión de **Jiménez y Wamba**[47], más explícita a la hora de clasificar los problemas. Se incluyen dentro de la dimensión práctica los problemas tipo PPRAi, PPRAc y PPRAd, ya que inducen, debido a su naturaleza abierta, respuestas múltiples por parte del alumnado, tanto si inician procesos de investigación (i), los continúan (c) o

[47] Ib., JIMÉNEZ PÉREZ y WAMBA (2003).

ISSN 2177-9163

diversifican (d). De forma análoga, podemos encontrar problemas tipo CPRIi, CPRIC y CPRID. El análisis se ha efectuado con el programa AQUAD, instrumento que nos posibilita los recuentos pertinentes, así como una localización idónea.

4.4.- RESULTADOS

4.4.1.- Análisis de la reflexión

En primer lugar se efectuará el análisis desde una visión estadística, analizando las frecuencias en las que la profesora realiza reflexiones sobre la resolución de problemas.

a) Análisis de frecuencias

Tabla II.- Frecuencia de códigos por dimensión en los intervalos temporales para la reflexión.

Tipos de problemas	TPRC (46)*	PPRA (8)	CPRI (6)
2001/2002: 60 (20 sesiones)	77%	13%	10%
Tipos de problemas	TPRC (18)	PPRA (15)	CPRI (5)
2002/2003: 38 (16 sesiones)	47%	40%	13%
Tipos de problemas	TPRC (16)	PPRA (27)	CPRI (6)
2004/2006: 49 (16 sesiones)	33%	55%	12%

(46)*: nº de unidades de información halladas, o sea, reflexiones realizada por la profesora

Como criterio para dimensionar una categoría (esto es, incluir en una dimensión concreta), debe superar la parte proporcional a cada una de las tres dimensiones (33 %). Para iniciar el proceso de evolución de una dimensión a otra entre dimensiones (transición), no debe ser inferior un 5 % de la mitad de esa proporción (aproximadamente 12-13 %). Los resultados numéricos nos ofrecen

ISSN 2177-9163

la siguiente imagen, según se desprende de la tabla I, la profesora se sitúa en el período inicial en la dimensión técnica y comienza a volver más compleja sus reflexiones (en los términos de la HC), iniciándose su tránsito hacia la dimensión práctica. Los problemas de naturaleza crítica, aunque existen, no son suficientes para iniciar tal transición. En el segundo período, observamos una mayor profundización en el tránsito, sin haberse alcanzado la dimensión práctica. En el tercer intervalo se alcanza los criterios para situar a la profesora dentro de la dimensión práctica, sin embargo, al haberse abandonado la técnica, podemos hablar de inicio del tránsito, todavía incipiente, hacia la dimensión crítica.

b) Análisis de contenido

Queremos mostrar, más allá de los datos estadísticos, las reflexiones de la profesora que apoya a la dimensionalización. Las cifras muestran la línea que ocupa en el programa AQUAD durante la codificación. Por razones espacio sólo mostramos resultados no mostramos la dimensión práctica.

Dimensión técnica: se infiere con claridad la manera de plantear los problemas en el siguiente extracto, donde se busca la respuesta correcta:

436 Se ha comenzado la clase
-> (436-445): TPRC
437 corrigiendo las actividades
438 A.4, A.5 y A.6, he pedido
439 voluntarios para hacerlo y el
440 que más problema ha
441 presentado ha sido la actividad A.6,
442 donde ha costado que ellos
443 entiendan por qué en una zona
444 llana el suelo se forma mejor

ISSN 2177-9163

445 que en zonas de pendiente. ***Diario-2004/2006***

Dimensión crítica: mostramos un extracto significativo de esas reflexiones críticas, en el que a partir de una propuesta de trabajo basada en las Tecnologías de la Información y Comunicación, se muestra al alumnado una WebQuest para que valore de forma crítica el uso de "*la quema de o restos de la cosecha*" para el enriquecimiento del suelo:

514 Hoy la clase ha sido en el
-> (514-521): CPRI
515 aula de informática, para
516 hacer la práctica de la
517 página web sobre "La quema de
518 rastrojos". Los alumnos se
519 han puesto por pareja y han
520 ido leyendo toda la
521 información. ***Diario-2004/2006***

4.4.2.- Análisis de la práctica de aula

Se indaga en los registros etnográficos que se disponen en los tres intervalos de tiempo. En primer lugar desde un punto de vista estadístico y, en segundo lugar, desde el contenido de las intervenciones en el aula.

a) Análisis de frecuencias:

En la tabla III puede observarse un escenario similar al de la reflexión. Sin embargo, denotamos que en el segundo período, el proceso de tránsito es menor que el producido en la reflexión y, por tanto, el grado de complejidad es algo menor.

ISSN 2177-9163

Tabla III.- Frecuencia de códigos por dimensión en los intervalos temporales para la práctica de aula.

Tipos de problemas	TPRC (99)	PPRA (29)	CPRI (0)
2001/2002: 128 (19 sesiones)	77 %	23 %	0 %
Tipos de problemas	TPRC (209)	PPRA (59)	CPRI (1)
2002/2003: 269 (15 sesiones)	78 %	22 %	0 %
Tipos de problemas	TPRC (71)	PPRA (186)	CPRI (19)
2005/2006: 276 (10 sesiones)	26%	67 %	7 %

b) Análisis de contenido

Por razones espacio sólo mostramos resultados no mostramos la dimensión técnica.

Dimensión práctica: a continuación, mostramos un ejemplo de este tipo de problemas, en el extracto siguiente de los registros etnográficos (por ejemplo: RET nº 1 del curso 2004 a 2006), donde la profesora interacciona a cuenta del humus:

1223 12,43 h. Entabla diálogo con los alumnos
-> (1223-1226): PPRAi
1224 haciéndoles preguntas por el horizonte A.
1225 Una alumna dice "se descompone". Ella
1226 asiente y vuelve a preguntar "qué,
-> (1226-1231): PPRAc
1227 sustancias se forma". Una alumna dice
1228 "el humus". "Muy bien", añade la
1229 profesora. Al fin, dicta la respuesta "y la
1230 actividad de estos seres vivos, de morirse
1231 y descomponerse origina el humus".
1232 12,44 h. Pregunta la profesora por el
-> (1232-1237): PPRAd
1233 color del suelo. Un alumno responde
1234 "oscuro". Ella dice que "es de color
1235 oscuro" y añade el suelo es "fértil".

ISSN 2177-9163

1236 Indica que para mañana repasen. Los alumnos
1237 recogen. ***RET1-2004/2006***

Dimensión crítica: en contraposición a otros cursos, se han hallados ejemplos de estas intervenciones en el aula, como incidir en el papel de los cultivos intensivos:

977 9,06 h. Una alumna le pregunta por los
-> (977- 982): CPRIi
978 cultivos intensivos (A8). Ella explica el
979 concepto aportando su visión más
980 científica. Una alumna le expresa sus
981 ideas sobre los animales y su influencia
982 negativa. La profesora disiente y se
-> (982-983): CPRId
983 entabla un diálogo entre ellos.
984 9,08 h. La profesora sigue contestando a
-> (984- 988): CPRId
985 las preguntas de los alumnos. Llama la
986 atención a un alumno para que trabaje,
987 pero de forma amable, indicándole lo que
988 deben hacer. ***RET1-2004/2006***

4.4.3.- Horizonte de la Integración Reflexión-Práctica de Aula

En la figura 7 hemos representado el horizonte de la integración (instrumento de tercer orden), que integra dos metáforas diferentes: horizontes de **FELDMAN**[48] y senderos de **HEWSON**[49]. El primero pone atención en la visión holística de un escenario cambiante y el segundo en los caminos que se conectan en el proceso de desarrollo profesional en el tiempo. A tenor de los resultados anteriores

[48] 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.

[49] HEWSON, P. W. (2007). Teacher Professional Development in Science. In Sandra K. Abell & Norman G. Lederman (eds), *Handbook of Research on Science Education*, pp. 1177-1203. Mahwah, New Jersey: LEA.

ISSN 2177-9163

podemos realizar las siguientes apreciaciones bajos dos perspectivas de análisis:

a) Integración: donde existe un grado de integración muy importante en la resolución de problemas. En este sentido, en los intervalos de tiempo analizados, la integración es casi completa. Sólo al final del primer período, durante el curso 2002/2003, la reflexión avanza un poco más en su proceso de transición hacia la dimensión práctica, mientras las actividades que plantea la profesora, a nivel global, sufre un ligero descenso. Esta disrupción en la integración la explicamos en el marco de la pugna entre las teorías que rivalizan en la profesora: por un lado la seguridad de las cuestiones y problemas cerrados, que son obstáculos bien asentados y, por otro, la emergencia de las cuestiones abiertas y el trabajo autónomo del alumnado.

b) Complejidad: la diferencia que se aprecia en la figura 7 es evidente. Observamos una complejidad en tránsito desde la dimensión técnica, tanto para el ámbito de la reflexión como para la práctica, en el primer período y un mayor grado de complejidad desde la dimensión práctica a la crítica en el segundo. Podemos hablar de superación de los obstáculos de la profesora en cuanto es capaz de compatibilizar en el aula las cuestiones abiertas y los problemas cerrados, que la profesora emplea como elemento dinamizador. Comienza a preocuparse por los problemas medioambientales de naturaleza abierta.

ISSN 2177-9163

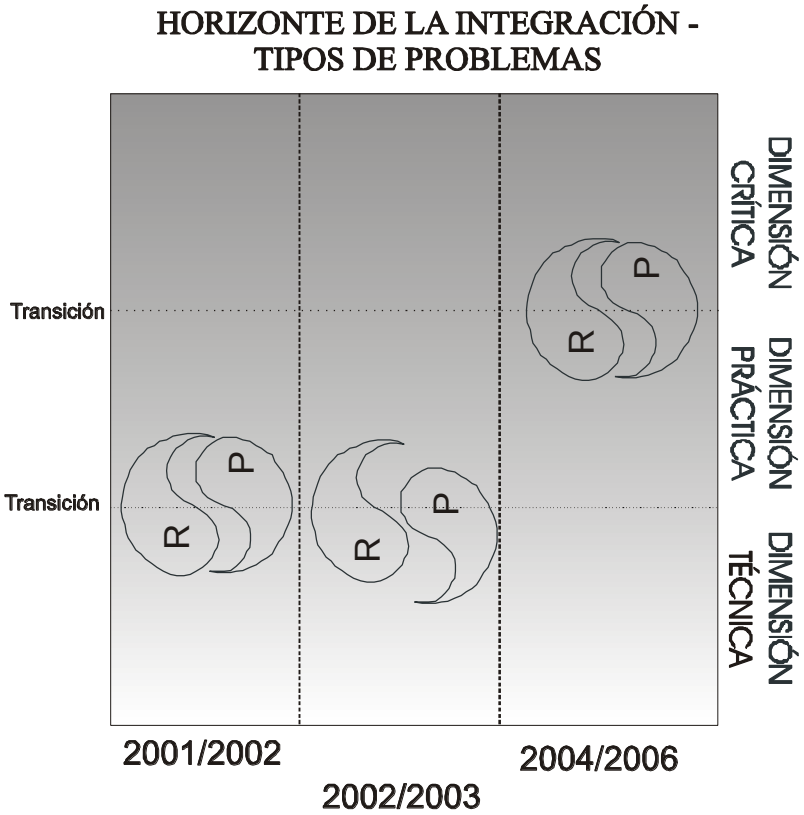


Figura 7.- Horizonte de la integración reflexión-práctica de aula

Ella acepta que existe una forma diferente de plantear preguntas y problemas a sus alumnos, y que la solución es combinar el uso de problemas abiertos y cerrados. La diferencia surge claramente de contrastar sus reflexiones en el comienzo y el final del estudio - después de 9 años de enseñanza (Tabla IV).

TABLA IV.- El contraste final de Marina de sus pensamientos acerca de los tipos de problemas.

Concepciones iniciales declaradas (2001)	Pensamientos finales (2010)
"A menudo, en esta parte [Contenido Soluciones], por ejemplo, los alumnos ni siquiera sabían lo que les estaba pidiendo, que no entienden lo que se pide, no saben siquiera lo que sobre lo	*"Los problemas cerrados, desde mi punto de vista profesional, dificultan la capacidad de los alumnos para razonar, lo hacen mecánicamente, sin entender lo que están haciendo. Por*

ISSN 2177-9163

que es la pregunta. Por mucho que sepan un concepto, sólo lo saben de memoria. Creo que lo aprenden de memoria, pero son incapaces de aplicarlo, para entenderlo. Lo de memorizar, pero no lo entiendo."	*otro lado, y como dice todo el mundo, trabajar [con ellos] ayuda a reforzar los conceptos. Creo que una educación completa exige una combinación del uso de los dos tipos de problemas. "*

En contraste con el primer período, en sus últimas reflexiones se habla de una forma completa de la enseñanza que debe incluir ambos tipos de problemas. Se observa, sin embargo, algo que subyace a ambas reflexiones y es que Marina ve la razón de la dificultad de sus alumnos en el aprendizaje como su falta de razonamiento, sin tomar en cuenta otros aspectos como la naturaleza del contenido que tiene que ser trabajado o la forma en la que plantea problemas a los alumnos.

Dos hechos importantes se destacan en relación con el contexto de la investigación. Uno de ellos es lo diferentes que fueron los dos primeros años, cuando Marina formó parte de un grupo de investigación-acción cuyo objetivo era la innovación curricular, de los últimos dos años, cuando ella trabaja en un contexto más académico, sin ese tipo de compromiso. La otra es la influencia de su dominio del contenido que estaba enseñando. En los dos primeros años, Marina enseñó el contenido de Química "*Soluciones*" y, en el período siguiente, el contenido "*Formación del Suelo*", más adecuado para su formación en Geología. La pregunta que surge es qué parte de su desarrollo profesional se debió al dominio del CDC y el dominio de la consiguiente relación de un tema sobre el otro, y cuánto al proceso de investigación-acción.

CONCLUSIONES

ISSN 2177-9163

Para responder a la última pregunta en la anterior sección, debemos pensar que se unen dos contextos diferentes cuyas influencia podemos discutir. Por un lado, la influencia del contexto propio de la investigación, con períodos en el desarrollo como profesora claramente diferente, ya descritos anteriormente. Nos podemos preguntar cuál fue el grado de influencia del CDC y qué parte corresponde al proceso de Investigación-Acción. Sin ánimos de ser eclécticos, creemos que ambos contribuyeron al desarrollo de la profesora. Lo que no podemos estimar es el grado de dicha influencia. Podemos sostener este juicio en base a que, la seguridad en el conocimiento disciplinar y didáctico, es esencial en el profesorado, no en vano, influye en sus decisiones y acciones, como aprecian **LEE Y LUFT**[50], y que la capacidad de plantear preguntas abiertas a su alumnado viene de la mano de su CDC, como fue confirmado por las propias reflexiones finales de la maestra:

> *"La influencia del conocimiento del contenido es absoluto, el dominio de los contenidos da confianza, y me hace proponer y utilizar los problemas más abiertos, [mientras que] la ignorancia, ni siquiera en parte, significa proponer problemas cerrados. Esto me pasó a mí, como ya he mencionado que entre los temas de las soluciones y de suelo "(Marina: marzo de 2010).*

En este sentido, durante la primera fase del estudio, mientras que la influencia del grupo de investigación se hizo evidente en las reflexiones de Marina, aunque su influencia era menor en su práctica en el aula, que ha cambiado poco con respecto a los tipos de problemas que plantea a sus alumnos.

[50] LEE, E. & LUFT, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30 (10), pp. 1343-1363.

ISSN 2177-9163

Ahora bien, estas nuevas teorías en la profesora no hubiesen podido llevarse a cabo sin un período de reflexión previo, en el seno del grupo de trabajo y en la "re-construcción" de nuevas teorías que enriqueciesen a las antiguas y que le permitió superar su principal obstáculo: el uso abusivo de cuestiones cerradas resultas mediante algoritmos explícitos.

Otra respuesta proviene de considerar un modelo de transformación de la CDC, que toma como base un profundo conocimiento de la materia, como indican **KRAUSS ET AL**[51]. Este conocimiento permite estrategias de planificación docente, incluidas las cuestiones y problemas. Esta influencia del CDC en el desarrollo profesional docente es plausible y razonable y trata de explicar la evolución de la complejidad en términos de nuestra hipótesis. Cuando nos fijamos en la figura 7, pensamos surgen a partir de los datos obtenidos y nuestra interpretación.

51 KRAUSS, S., BRUNNER, M., KUNTER, M., BAUMERT, J., BLUM, W., NEUBRAND, M. & JORDAN, A. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), pp. 716-725.

ISSN 2177-9163

CONSIDERACIONES FINALES

A lo largo del presente trabajo hemos realizado un recorrido a través del concepto de CDC, desde su origen hasta una visión actualizada del mismo. Hemos dado muestra de su importancia dentro de lo que se conoce como conocimiento profesional del profesorado y, en concreto, del profesorado de ciencias. Esta delimitación, desde su ambigüedad inicial, era necesario parta poder delimitarlo con claridad, pues se considera como un elemento fundamental en la formación del profesorado, tanto inicial como de continuidad.

Para dar relevancia a esta importancia, hemos analizado el caso de una profesora de ciencias experimentales, donde este concepto se ha erigido como esencial para su desarrollo profesional. A través del tipo de problemas que la profesora plantea en el aula, hemos conocido su evolución en diferentes contextos, dentro de nuestra "*Hipótesis de la Complejidad*", una herramienta conceptual que nos permite conocer e interpretar dicha evolución, según **VÁZQUEZ-BERNAL ET AL**.[52]

El desarrollo, en el futuro, del término conceptual Conocimiento Didáctico del Contenido pasa, según **CHIN**[53], en su contextualización

[52] VÁZQUEZ-BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., MELLADO, V. & TABOADA, M. C. (2012) The process of change in a science teacher's professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, 96 (2), pp. 337-363.

[53] CHIN, P. W. U. (2012). Developing Teachers' Place-Based and Culture-Based Pedagogical Content Knowledge and Agency. In B. J. Fraser et al., (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, pp. 323-334. New York: Springer Publishing.

ISSN 2177-9163

dentro de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias (*placed-based Science Education*), de forma que sea un saber significativo para el profesorado, su alumnado y la comunidad a la que pertenecen. Somos de esta opinión, pero para ello, esta nueva visión de transdisciplinariedad, debe recogerse en los programas de formación del profesorado, tanto desde su formación inicial, como a lo largo de su desarrollo profesional, para romper con unos saberes demasiados disciplinares y compartimentados.

ISSN 2177-9163

BIBLIOGRAFÍA CITADA

Libros

ANGULO, J.F. (1999). De la investigación sobre la enseñanza al conocimiento docente. En A. Pérez Gómez, J. Barquín Ruiz y J.F. Angulo Rasco (Ed.) *Desarrollo profesional del docente: Política, investigación y práctica,* pp. 261-319. Madrid: Akal.

ARMENTO, B.J. (1991). Changing conceptions of research on the teaching of social studies, en J. Shaver (Ed.) *Handbook of Research on Social Studies Teaching and Learning*. New York: MacMillan.

CARTER, K. y DOYLE, W. (1987a). Teachers´ Knowledge and Learning to Teach. En J. Calderhead (comp.), *Exploring Teachers´ Thinking*, pp. 147-160. London: Cassell.

CLANDININ, D.J. y CONELLY, F.M. (1995). *Teachers´professional knomwledge landscapes*. New York: Teachers College Press.

COCHRAN-SMITH, M. y LYTLE, S.L. (2003). Más allá de la certidumbre: adoptar una actitud indagadora sobre la práctica. En A. Lieberman y L. Miller (Ed.) *La indagación como base de la formación del profesorado y la mejora de la educación*, pp. 65-79. Barcelona: Octaedro.

DOYLE, W. (1986). Classroom Organization and Magement. En M.C. Wittrock, (comp.) *Handbook of Research on Teaching*, 3ª ed., pp. 392-431. New York: MacMillan Publishing Comp.

CARRILLO, J.; CORIAT, M y OLIVEIRA, H. (1999) Teacher Education and Investigations into Teacher's Knowledge, K. Krainer y F. Goffree (Ed.) *On Research in Teacher Education. From a Study in Teaching Practices to Issues in Teacher Education*. Forschunginstitut für Mathematikdidaktik. Osnabrück: Alemania.

CHIN, P. W. U. (2012). Developing Teachers' Place-Based and Culture-Based Pedagogical Content Knowledge and Agency. In B. J. Fraser et al., (eds.), *Second International Handbook of Science Education*, pp. 323-334. New York: Springer Publishing.

ELBAZ, F. (1983). *Teacher Thonking. A Study of Practical Knowledge*. London: Crom Helm.

ISSN 2177-9163

ERAUT, M. (1988). Management Knowledge: Its Nature and Its Development. En J. Calderhead (Ed.) *Teacher´s Profesional Learning*. Great Britain: The Falmer Press.

FEIMAN-NEMSER, S. (2008). Teacher learning: How do teachers learn to teach? In M. Cochran-Smith, S. Feiman-Nemser, D. J. McIntyre, & K. Demers (Eds.), *Handbook of research on teacher education: Enduring questions in changing contexts* (pp. 697–705). New York, NY: Routledge.

GROSSMAN, P. (1994). Teacher knowledge. En T. Húsen y T.N. Postlethwaite (Ed.) *The Intemational Encyclopdia of Education (2ª Ed.).* Londres: Pergamon Press.

HEWSON, P. W. (2007). Teacher Professional Development in Science. In Sandra K. Abell & Norman G. Lederman (eds), *Handbook of Research on Science Education*, pp. 1177-1203. Mahwah, New Jersey: LEA.

LAKATOS, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.

LEINHARDT, G. (1988). Expertise in Instruccional Designs: A Example From Fractions. In D. Grouws, T. Cooney, & D. Jones (Ed.) *Effective Mathematics Teaching*, pp. 47-66. Reston, VA: NCTM e Laurence Erlbaum.

MARCELO, C. (2001). La función docente: nuevas demandas en tiempos de cambio. En C. Marcelo (Ed.). *La función docente*, pp. 9-26. Madrid: Síntesis.

MELLADO JIMÉNEZ, V. (1998b). Preservice teachers´ clasrooms practice and their conceptions of the nature of science. En B. J. Fraser y K Tobin (Ed.) *International Handbook of Science Education*, pp. 1093-1110. Dordrecht (The Netherlands): Kluwer Academic Publishers.

MAGNUSSON, S., KRAJCIK, J. S., & BORKO, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95–132). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

SCHÖN, D. (1998). *El profesional reflexivo*. Barcelona: Paidós.

SHULMAN, L. (1990). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. En M. Wittrock (Ed.) *La investigación en la enseñanza I*, pp. 9-94. Madrid. Paidós.

ISSN 2177-9163

***

ISSN 2177-9163

Periódicos Científicos

BARNETT, J. y HODSON, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. *Science Education*, 85(6), pp. 426-453.

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*, pp. 20, 3-56.

JIMÉNEZ PÉREZ, R., WAMBA, A. M. (2003). ¿Es posible el cambio en los modelos didácticos personales? Obstáculos en profesores de Ciencias Naturales de Educación Secundaria. *Revista Interunivesitaria de Formación del Profesorado*, 17(1), pp. 113-131.

KRAUSS, S., BRUNNER, M., KUNTER, M., BAUMERT, J., BLUM, W., NEUBRAND, M. & JORDAN, A. (2008). Pedagogical content knowledge and content knowledge of secondary mathematics teachers. *Journal of Educational Psychology*, 100(3), pp. 716-725.

LEE, E. & LUFT, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30 (10), pp. 1343-1363.

PORLÁN, R., RIVERO, A. y MARTÍN DEL POZO (1998*).* Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias.* 16(2), pp. 271-288.

SÁNCHEZ, G. y VALCÁRCEL, M.V. (2000b). Relación entre el conocimiento científico y el conocimiento didáctico del contenido: un problema en la formación inicial del profesor de secundaria. *Alambique*, 24, pp. 78-76.

SCHNEIDER, R. M. & PLASMAN. K. (2011). Science Teacher Learning Progressions: A Review of Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Development. *Review of Educational Research*, 81 (4), pp. 530–565.

SHULMAN, L. (1986). To Who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*. 15 (2), 4-14.

VAN DRIEL, J. H. , JONG, O. de y VERLOOP, N. (2002). The development of preservice

ISSN 2177-9163

chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(4), pp. 572-590.

VÁZQUEZ-BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R. & MELLADO, V. (2007) La reflexión en profesoras de ciencias experimentales de enseñanza secundaria. Estudio de casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 25 (1), pp. 73-90.

VÁZQUEZ-BERNAL, B., JIMÉNEZ-PÉREZ, R., MELLADO, V. & TABOADA, M. C. (2012) The process of change in a science teacher's professional development: A case study based on the types of problems in the classroom. *Science Education*, 96 (2), pp. 337-363.

***

Documentos de Congresos

MELLADO JIMÉNEZ, V. (1999). La investigación sobre la formación del profesorado de Ciencias Experimentales. En C. Martínez y S. García (Ed.) La Didáctica de las Ciencias. *Tendencias actuales. XVIII Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 45-76. Universidad da Coruña.

MELLADO JIMÉNEZ, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y fislosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (3), pp. 343-358.

PONTE, J. DA (1994). Mathematics teachers´profesional knowledge. En J. P. da Ponte y J. F. Matos (Ed.) *Proceedings of the 18th PME Conference, vol I*., pp. 195-210. Lisboa.

***

Tesis y Tesinas (o Monografías)

CUENCA, J.M. (2002). *El patrimonio en la Didáctica de las Ciencias Sociales. Análisis de concepciones, dificultades y obstáculos para su integración en la enseñanza obligatoria*. Tesis inédita: Universidad de Huelva.

ESTEPA, J. (2004). *Proyecto docente*. Universidad de Huelva: Inédito.