

Conocimiento profesional del profesor de ciencias de primaria y conocimiento escolar



No. ∞ Serie grupos

Carmen Alicia Martínez Rivera
Édgar Orlay Valbuena Ussa
(Compiladores)

Autores

Carmen Alicia Martínez Rivera
María Mercedes Jiménez Narváez
Alba Yolima Obregoso Rodríguez
Yolanda Catalina Vallejo Ovalle
Édgar Orlay Valbuena Ussa
Soraya Hamed Al-lal
Ana Rivero García
Emilio Solís Ramírez
Jaime Duván Reyes Roncancio



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



Conocimiento profesional
del profesor de
ciencias de primaria
y conocimiento escolar

No. ∞ Serie grupos

Carmen Alicia Martínez Rivera
Édgar Orlay Valbuena Ussa
(Compiladores)

Autores

Carmen Alicia Martínez Rivera
María Mercedes Jiménez Narváez
Alba Yolima Obregoso Rodríguez
Yolanda Catalina Vallejo Ovalle
Édgar Orlay Valbuena Ussa
Soraya Hamed Al-lal
Ana Rivero García
Emilio Solís Ramírez
Jaime Duván Reyes Roncancio

Conocimiento profesional del profesor de ciencias de primaria y conocimiento escolar

No. ∞ Serie grupos

Carmen Alicia Martínez Rivera
Édgar Orlay Valbuena Ussa
(Compiladores)

Autores

Carmen Alicia Martínez Rivera
María Mercedes Jiménez Narvárez Alba
Yolima Obregoso Rodríguez
Yolanda Catalina Vallejo Ovalle
Édgar Orlay Valbuena Ussa
Soraya Hamed Al-lal
Ana Rivero García
Emilio Solís Ramírez
Jaime Duván Reyes Roncancio



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS



UNIVERSIDAD
del Valle

INSTITUTO
TECNOLÓGICO
DE BOGOTÁ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

Comité Editorial Interinstitucional-CAIDE

Carlos Javier Mosquera Suárez
Director nacional

Edgar Alberto Mendoza Parada
*Coordinador (E) DIE,
Universidad Pedagógica Nacional*

Sandra Soler Castillo
*Directora DIE,
Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Jaime Humberto Leiva
*Coordinador DIE,
Universidad del Valle*

Comité Editorial CADE

Sandra Soler Castillo
Presidenta CADE

William Manuel Mora Penagos
*Representante grupos de investigación:
Interculturalidad, Ciencia y Tecnología-INTERCITEC, y del
Grupo Didáctica de la Química-DIDAQUIM, del Énfasis
de Educación en Ciencias.*

Dora Inés Calderón
*Representante de los grupos de investigación: Mora-
lia, Estudios del Discurso, Filosofía y Enseñanza de la
Filosofía, Grupo de investigación Interdisciplinaria en
Pedagogía de Lenguaje y las Matemáticas-GIIPLyM y
Jóvenes, Culturas y Poderes, del Énfasis de Lenguaje
y Educación.*

Martín Eduardo Acosta Gempeler
*Representante de los grupos de investigación: Grupo
de Investigación Interdisciplinaria en Pedagogía de
Lenguaje y las Matemáticas GIIPLyM, Matemáticas
Escolares Universidad Distrital-MESCUY y Edumat, del
Énfasis de Educación Matemática.*

Bárbara García Sánchez
*Representante de los grupos de investigación:
Formación de Educadores, del énfasis de Historia de la
Educación, Pedagogía y Educación Comparada.*

Roberto Vergara Portela

*Rector (E)
Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

Borys Bustamante Bohórquez

*Vicerrector Académico
Universidad Distrital Francisco José de Caldas*

ISBN impreso: 978-958-8832-43-2

ISBN digital: 978-958-8832-44-9

Primera edición, 2013

© U. Distrital Francisco José de Caldas

Preparación Editorial

Doctorado Interinstitucional en Educación
Sede U. Distrital Francisco José de Caldas
<http://die.udistrital.edu.co>

Elban Gerardo Roa Díaz

*Asistente Editorial
eventosdie@udistrital.edu.co*

Fondo de publicaciones

U. Distrital Francisco José de Caldas
Cra. 19 No. 33-39. Piso 2.
PBX: (57+1) 3238400, ext. 6203
publicaciones@udistrital.edu.co

Corrección de estilo

Luisa Juliana Avella Vargas

Diana Milena Salazar Báez

Asistente Proyecto de Investigación "El co-
nocimiento profesional de los profesores de
ciencias de primaria sobre el conocimiento
escolar en el Distrito Capital". Convenio 420-09
COLCIENCIAS-UDFJC-UPN

Impreso en Javegraf

Bogotá, Colombia, 2013

Prohibida la reproducción total o parcial de la
presente obra por cualquier medio sin permiso
escrito de la Universidad Distrital Francisco José
de Caldas.

Tabla de contenido

Presentación	9
Prólogo	13

Capítulo 1

El conocimiento del profesor de ciencias, una disyuntiva entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar

Carmen Alicia Martínez Rivera

Resumen	17
Introducción	18
Concepciones mayoritarias de los profesores de ciencias sobre cómo se produce el conocimiento científico	18
Relaciones entre las concepciones sobre el conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias.	
Algunas miradas	19
Relaciones entre las declaraciones sobre el conocimiento científico y las propuestas de conocimiento escolar. Tres estudios de caso	24
A modo de conclusión	40
Referencias	42

Capítulo 2

Aprender a enseñar ciencias para la básica primaria, experiencias de profesores principiantes que se inician en la docencia

María Mercedes Jiménez Narváez

Resumen	47
Contexto de partida	47
Primer caso, Oscar	49
Segundo caso, Elsa	52
La búsqueda del empleo	70
La inserción como una fase de la carrera docente	71
Para empezar a construir puentes en lugar de abismos...	72
Referencias	75

Capítulo 3

El conocimiento didáctico del contenido de las ciencias naturales en docentes en formación inicial de primaria. Un estudio de caso

*Alba Yolima Obregoso Rodríguez, Yolanda Catalina Vallejo Ovalle y
Édgar Orlay Valbuena Ussa*

Resumen	81
Introducción	82
El Conocimiento Profesional del Profesor como marco de referencia de esta investigación	82
Metodología	85
Resultados y discusión	90
Conclusiones	106
Referencias	107

Capítulo 4

Conocimiento de los futuros maestros acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Soraya Hamed Al-lal y Ana Rivero García

Resumen	113
Introducción	113
Origen y justificación	114
Problema y objetivos de la investigación	119
Metodología	120
Análisis de datos	128
Resultados	128
Conclusiones	132
Referencias	135
Anexo 1: Cuestionario definitivo	138

Capítulo 5

La investigación en la formación inicial del profesorado: una aproximación a las concepciones curriculares del profesorado de Ciencias de Educación Secundaria

<i>Emilio Solís Ramírez y Ana Rivero García</i>	143
El Conocimiento Profesional del Profesorado	144
El Conocimiento Profesional según IRES	146
La organización y el cambio del conocimiento profesional	154
Las concepciones curriculares del profesorado de Ciencias de Secundaria	166
Referencias	174

Capítulo 6

Una Hipótesis de Progresión sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido respecto a las actividades de enseñanza asociadas al campo eléctrico

Jaime Duván Reyes Roncancio y Carmen Alicia Martínez Rivera

Resumen	179
El Conocimiento Didáctico del Contenido	179
Un análisis de las tendencias del CDC en la formación de profesores de física	180
Las actividades de enseñanza	181
El campo eléctrico en la formación de profesores	184
La representación como actividad en el aula: flechas, vectores y líneas	188
Actividades de enseñanza en libros de texto	189
Una Hipótesis de Progresión sobre el CDC en torno a las actividades de enseñanza	190
Conclusiones	196
Referencias	196
 <i>Sobre los autores</i>	 201

Presentación

Este libro compila los resultados del trabajo de cuatro grupos de investigación, tres colombianos (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de Antioquia) y uno Español (Universidad de Sevilla, España), desde unas bases teóricas y metodológicas comunes en relación con el Conocimiento Profesional del Profesorado (CPP) de Ciencias de Primaria, usando particularmente el marco conceptual internacional conocido como Conocimiento Pedagógico del Contenido (Pedagogical Content Knowledge) PCK, y de procesos de mejoramiento docente, utilizando una herramienta didáctica conocida como «Hipótesis de Progresión».

La presente obra ofrece la posibilidad de observar posturas de grupos de cuatro universidades distintas que colaboran en su realización, y aunque no es necesariamente monográfica y de estado del arte, como tradicionalmente se encuentran en el mercado, aporta significativamente con casos concretos de investigación y de diseño de estrategias e instrumentos que pueden ser ejemplo para investigadores y docentes interesados en la formación del profesorado de ciencias desde la perspectiva del PCK.

Los distintos trabajos establecidos en seis capítulos, redactados a la manera de artículos de investigación, pueden ser leídos de manera independiente o conjunta, pues muestran elementos de complementariedad tanto de escenarios de contextualización como de métodos y alcances en sus conclusiones. Aunque cada capítulo presenta su propio resumen, es posible destacar de cada uno de ellos las siguientes ideas centrales:

Capítulo 1. Se investiga si el conocimiento que utiliza el profesorado en su actividad docente es equivalente al conocimiento científico o es una transformación de este en un conocimiento escolar, llegándose a evidenciar que el resultado obedece más a un procesos de hibridación y transición hacia un conocimiento escolar en los docentes participantes, sin que se llegue a un estado completamente deseable teóricamente.

Capítulo 2. Como resultado de un trabajo doctoral, que investiga la inserción profesional en el contexto escolar de recién egresados de la carrera de formación

de profesores de ciencias, se muestra cómo la formación inicial y la permanente requieren integrar este estadio de inserción si se quiere tener efectividad en la acción docente, pues lo que se observa es que en este proceso se presentan estados preocupantes de regresión formativa. Se considera que la inserción en las instituciones escolares es un paso formativo necesario y obligatorio, de gran valor para el aprendizaje docente, y una oportunidad para cualificar las dinámicas escolares; esto, si se quiere evitar caer en procesos de progresión-regresión en los cuales el profesorado termine sumergiéndose en la inercia institucional tradicional.

Capítulo 3. Se estudia la diferencia entre las dimensiones declarativa y de reflexión sobre la práctica, de dos profesores de ciencias en formación inicial, en el manejo de contenidos, fines y estrategias de enseñanza, que se mueven entre tres niveles-modelos: el tradicional, el tecnológico y el complejo, mostrándose hibridaciones particularmente de los dos últimos –tecnológico y complejo– que permiten inferir que los procesos formativos de estos docentes antes de egresar de la carrera de formación inicial, ya tienen avances importantes frente a los modelos tradicionales.

Capítulo 4. Se muestran los resultados del diseño, validación y aplicación de un instrumento cuantitativo, a manera de encuesta con una escala Likert, que permite evaluar comparativamente las concepciones docentes desde los modelos tradicional (MT) y alternativo (MIE), acerca de los contenidos escolares, las ideas de los estudiantes, la metodología de enseñanza y la evaluación. Este instrumento es utilizado para evaluar las concepciones de un grupo de docentes en formación inicial luego de tomar un curso constructivista, concluyendo que existe un predominio del *modelo de investigación escolar* frente al *modelo tradicional*, mostrando evidencias de que las diferencias observadas resultan estadísticamente significativas.

Capítulo 5. Luego de describir un amplio marco teórico propuesto por el grupo DIE de la Universidad de Sevilla, en el que se plantea que el *conocimiento profesional dominante* puede constituirse por los saberes académicos, los fundamentados en la experiencia, las rutinas y guiones de acción, y las teorías implícitas; y que el *conocimiento profesional deseable* presentaría como fuentes los saberes metadisciplinares, los saberes disciplinares básicos y los saberes experienciales, se crea la necesidad teórica e investigativa de establecer relación

entre modelos didácticos y niveles de formulación de los AIP (Ámbitos de Investigación Profesional) de problemas práctico-profesionales de la acción docente, que permitan estudiar los procesos evolutivos y complejizantes de la práctica profesional docente. Se muestra cómo este marco funciona en la formación inicial de profesores, evaluando las diferencias entre lo que se justifica, lo que se diseña y lo que se reflexiona de la acción; concluyéndose que la evolución de las concepciones curriculares del profesorado a lo largo del proceso formativo, ha ido desde posiciones más próximas a niveles intermedios, con escasos matices de los niveles de referencia, a niveles más próximos a los de partida.

Capítulo 6. Resultado de una investigación doctoral sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), se plantea una hipótesis de progresión sobre las actividades de enseñanza del concepto *campo eléctrico*, mediante un desarrollo teórico de cuatro niveles de formulación: *nivel acrítico*, *nivel reflexivo lógico*, *nivel innovador* y *nivel reflexivo integral*; estableciendo que no se intenta generar con ellos leyes didácticas ni rutas inflexibles, sino que desde distintos referentes pedagógicos se muestran mejores formas de posibilitar la transformación del contenido físico en un contenido comprensible por parte de los estudiantes.

En general se puede decir que este libro compila varios informes de investigación en el campo del Conocimiento Profesional del Profesorado (CPP) de ciencias naturales de primaria, desde la perspectiva del PCK (Pedagogical Content Knowledge), así como en relación con el conocimiento escolar, la metodología cualitativa, el estudio de caso y el análisis de contenido, en tres niveles de la formación docente: formación inicial (todavía cursando la carrera de formación de profesores), los recientemente egresados, y en formación permanente (con varios años de experiencia profesional docente), mostrando la necesidad de articular estos tres momentos, lo que representa un gran potencial para el diseño de estrategias en la formación docente, por lo que la temática desarrollada es pertinente y de gran actualidad, tanto para la comunidad de investigadores en la línea del conocimiento profesional del profesorado, como para las facultades que forman el profesorado de ciencias naturales en la primaria. El libro tiene un adecuado balance entre teoría y experiencias empíricas de carácter investigativas, por lo que es una buena base de consulta para estudiantes y profesores de la carrera de formación docente en ciencias naturales, tanto de la básica como de la secundaria.

Las experiencias mostradas permiten concluir que los procesos formativos a nivel inicial han facilitado la progresión a estadios más complejos y deseables, caracterizados por niveles muchas veces híbridos, aunque luego de egresar (de las facultades de formación del profesorado) y con el paso del tiempo, se muestren estados de progresión-regresión, particularmente cuando en los escenarios escolares predominan modelos didácticos tradicionales.

El libro permite establecer distintas posturas, la mayoría complementarias, desde perspectivas particulares de los autores invitados, donde los posicionamientos teóricos –en algunos casos en construcción, otros consolidados pero siempre posibles de confrontar en los resultados– dejan un debate abierto sobre las relaciones existentes entre el CPP y el PCK (donde el uno podría incluir al otro, o a la inversa), entendiendo el PCK como sumatoria de saberes o como hibridaciones; asimismo expone el potencial de las hipótesis de progresión en la formación docente y la necesidad de su interpretación como *hipótesis de progresión-regresión* o simplemente como *hipótesis de transición*, pues es claro en la compilación la existencia de una gran diversidad de interpretaciones, pero a su vez de riqueza, para continuar el fortalecimiento de la línea de investigación sobre el CPP y el PCK, y su relación con el conocimiento escolar.

William Manuel Mora Penagos

*Doctorado Interinstitucional en Educación
Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Bogotá, 13 de Noviembre de 2013.*

Este libro compila algunos estudios que, a modo de antecedentes, señalamos en el marco de la investigación *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar en el Distrito Capital*, realizado con el apoyo de COLCIENCIAS, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la Universidad Pedagógica Nacional.

La educación del profesor no fue considerado como un problema de investigación en los primeros Handbook (Munby y Russell, 1998); tampoco el pensamiento de los docentes (Clark y Peterson, 1997). Hoy, por el contrario, la investigación del conocimiento profesional del profesor en general, y del profesor de ciencias en particular, se ha venido abordando como un problema relevante, al punto que el *Handbook of Research on Science Education* (Abell & Lederman, 2007) y el *Second International Handbook of Science Education* (Fraser, Tobin & McRobbie, 2012) incluyen diferentes capítulos que abordan el problema del conocimiento del profesor; y se editan números especiales, como el 30 del *International Journal of Science Education*, dedicados al tema, en los cuales se pone de realce el carácter polémico, dinámico y constructivo del conocimiento del profesor y, en particular, del conocimiento pedagógico del contenido, así como la necesidad de continuar haciendo investigaciones sobre el conocimiento del profesor de ciencias.

De manera semejante a lo que ha ocurrido en la investigación sobre el conocimiento profesional del profesor de ciencias, la reflexión sobre lo que se debe enseñar no siempre se ha asumido como un problema de investigación que permita fundamentar los nuevos currículos asociados a la enseñanza de las ciencias. Así, se ha desconocido la importancia del conocimiento escolar como uno de los ejes fundamentales de la profesión docente. El reconocer el problema en torno al conocimiento que se produce en la escuela también es un hecho que ha sido desarrollado recientemente; es así como se plantea la necesidad de una transposición didáctica y se propone la construcción de una teoría del conocimiento escolar en el contexto de la Didáctica de las Ciencias. Esto nos lleva ahora a asumir la producción de un conocimiento particular: el escolar, en el cual se relativiza la preponderancia del conocimiento científico en la enseñanza de las ciencias, dando apertura a otros referentes, por ejemplo, desde la perspectiva intercultural. Frente a estas preocupaciones, en el contexto colombiano algunos

grupos nos estamos ocupando de realizar estudios que pretenden aportar a la teorización sobre el conocimiento escolar, como la investigación en la que presentamos esta publicación.

Esta compilación aporta a la revisión de antecedentes relacionados con el conocimiento del profesor de primaria, tanto en docentes en ejercicio como en formación inicial. Tal es el caso de la investigación realizada con profesores experimentados del ámbito español, en el que se caracteriza el saber sobre el conocimiento escolar y las posibles relaciones frente a sus declaraciones sobre el conocimiento científico (capítulo 1, de autoría de Martínez), y el estudio con profesores novatos en el contexto colombiano respecto a la configuración del conocimiento profesional en la etapa de inserción profesional (Jiménez, capítulo 2). En cuanto a las investigaciones en formación inicial, se aborda el problema del conocimiento didáctico del contenido de Ciencias Naturales en futuras profesoras de un programa colombiano de formación en Educación Infantil (Obregoso, Vallejo y Valbuena, capítulo 3), así como el conocimiento sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en futuros maestros en el contexto español (Hamed y Rivero, capítulo 4).

Hemos incluido dos capítulos más que aportan a la reflexión sobre el conocimiento escolar, en particular respecto a la construcción de hipótesis de progresión. En el caso de Solís y Rivero (capítulo 5), sobre las concepciones curriculares en un proceso de formación inicial de profesores de secundaria (España), en las especialidades de física y química; en el caso de Reyes y Martínez (capítulo 6), respecto a una de las componentes del conocimiento didáctico del profesor de física (actividades de enseñanza).

Referencias

Abell, S. & Lederman, N. (2007). *Handbook of Research on Science Education: Taylor & Francis*.

Clark, C. & Peterson, P. (1997). Procesos de pensamiento de los docentes. En: Wittrock (comp.). *La investigación de la enseñanza, III. Profesores y alumnos*. Primera reimpresión Barcelona: Ministerio de Educación. Título original de 1990, *Handbook of Research on Teaching*.

Fraser, B., Tobin, K. & McRobbie, C. (Eds.). (2012). *Second international handbook of science education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer International Handbooks of Education, Vol. 24.

Munby, H. & Russell, T. (1998). Epistemology and context in research on learning to teach science. En: B. Fraser & K. Tobin (Eds.). *International handbook of Science Education*, pp. 643-666. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Capítulo 1

El conocimiento del profesor de ciencias, una disyuntiva entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar¹

Carmen Alicia Martínez Rivera

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

carmenaliciamartinezrivera@gmail.com

camartinezr@udistrital.edu.co

Resumen

Para los profesores de primaria, ¿Qué referente prima en el conocimiento escolar? ¿Es el conocimiento científico? ¿Qué relación tiene con otros referentes? Son algunas de las preguntas que se abordan a partir de los resultados de tres estudios de caso con profesores destacables que enseñan ciencias en primaria. Caracterizamos sus saberes sobre el conocimiento escolar y sus posibles relaciones frente a las declaraciones sobre el conocimiento científico. Consideramos que estos conocimientos son epistemológicamente diferenciados y buscamos comprender esas complejas relaciones. Para ello analizamos entrevistas, el diseño de unidades didácticas y las grabaciones de las clases de estos docentes. Los resultados de los casos señalan que no hay una relación causal entre el conocimiento científico y el conocimiento escolar. Estas complejidades son caracterizadas a través de ejes dinamizadores o movilizadores, cuestionamiento y obstáculo, propuestos en la investigación.

¹ Este escrito se ha elaborado como parte del desarrollo del proyecto de investigación *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el Distrito Capital*. CIDC. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y recoge aspectos centrales de investigaciones anteriores (Martínez, 2000 y 2005) realizadas con el apoyo de la Universidad del Tolima y COLCIENCIAS. Los análisis de estas investigaciones han sido ampliamente discutidos y enriquecidos con las investigadoras Dra. Ana Rivero García de la Universidad de Sevilla y Vilma Martínez Rivera, a quienes agradezco.

Introducción

Es nuestra intención señalar en este escrito que el conocimiento científico, como referente, es fundamental tanto para los procesos de enseñanza de las ciencias en general, como para el conocimiento del profesor de ciencias en particular, pero no es el único. Veremos que en el contexto general de la enseñanza de las ciencias y en particular para el conocimiento del profesor de ciencias, existen otros referentes que el docente podría considerar para la construcción de su conocimiento profesional, tal como lo relacionan varias investigaciones (Aikenhead, 2007; Niño y Sepúlveda, 2006).

Si bien durante años la difusión del conocimiento científico ha sido prolífica en diferentes medios de comunicación, también es claro cómo, desde la apertura de nuevas visiones de mundo y de nuevas formas de conocimientos –entre estos el escolar–, ha permitido que se dé la producción y difusión de investigaciones en torno a este otro conocimiento, de modo que el conocimiento científico ya no es el único referente. Razón que nos lleva a indagar sobre la manera como los docentes consideran estos conocimientos en sus propuestas de enseñanza, así como por las relaciones que se establecen entre estos. En este sentido, plantearémos inicialmente las ideas mayoritarias sobre cómo se produce el conocimiento científico, para luego exponer las posibles relaciones entre las concepciones científicas y didácticas de los profesores, soportadas en algunos resultados de nuestros estudios y terminar así con unas reflexiones a modo de conclusión.

Concepciones mayoritarias de los profesores de ciencias sobre cómo se produce el conocimiento científico

Al respecto se han realizado estudios en los que se destaca la existencia de una problemática relacionada con las siguientes tendencias absolutistas en las creencias sobre el conocimiento científico en los profesores: empirismo *ingenuo* (Porlán, 1989), visión inductivista, objetiva y acumulativa (Pope & Scott, 1983); prevalencia del *método científico* (Smith, 2000); conocimiento verdadero y acabado (Tobin & McRobbie, 1997); carácter absoluto y principio de superioridad (Porlán, Rivero & Martín, 2000).

Otros estudios sobre los profesores de ciencias, como los de Lederman (2007), recogen observaciones como, por ejemplo, que en general ellos no poseen

adecuadas concepciones de la naturaleza de la ciencia (Carey & Stauss, 1970; Aguirre, Haggerty & Linde, 1990); o que sus visiones son eclécticas y la carencia de fundamentos en historia y filosofía de la ciencia, influye en su enseñanza (Koulaidis & Ogborn, 1989).

Sobre estas concepciones, Martínez (2000) señala los estudios de Koulaidis y Ogborn (1989) y Porlán (1989), en los que se plantea cómo, en la mayor parte de las investigaciones, se encuentran concepciones absolutistas en los profesores, pero también aparece diversidad en la tendencia a la evolución en las creencias analizadas, así como en los puntos de vista. Esta diversidad nos lleva a reconocer una complejidad, en la que se deberían develar no solo los obstáculos, sino además los cuestionamientos e ideas movilizadoras, con el ánimo de promover el cambio y amplitud frente a las posiciones epistemológicas, a través de propuestas como los ejes *DOC*² (Martínez, 2000; Ballenilla, 2003) o la polifonía epistemológica (Perafán, 2004).

En este contexto diverso y complejo, la pregunta frente a ¿cuáles son las consideraciones que elaboran los profesores de ciencias sobre el conocimiento científico? y ¿cómo ellos relacionan este conocimiento con sus propuestas de enseñanza?, será parte del análisis que a continuación desarrollaremos.

Relaciones entre las concepciones sobre el conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias.

Algunas miradas

A estas relaciones **entre las concepciones sobre el conocimiento científico y la enseñanza de las ciencias** se la ha llamado «epistemología del profesor» (Porlán y otros, 2000), y ha sido trabajada por diferentes autores que aportan en la comprensión y evolución del saber propio de los profesores. A continuación veremos tres aspectos de esta relación: una causal, otra en la que se admite que hay implicaciones, y otra en la que se señala una diversidad frente a esta relación.

2 Los ejes *doc* -dinamizadores (o movilizadores), obstáculo y cuestionamiento-, son categorías que hemos venido utilizando con la intención de tratar de abordar una perspectiva más compleja del conocimiento escolar y del conocimiento profesional de los profesores (Martínez, 2000).

Una determinada visión sobre la ciencia no es causa de una determinada práctica docente

Una visión empirista de la ciencia no implica una visión espontaneísta de la enseñanza (Porlán, 1989); Hodson (1993, citado por Fernández (2000) plantea que poseer concepciones válidas sobre la ciencia es un requisito –mas no garantía– para que el trabajo docente sea coherente con estas; en el mismo sentido, Prawat (1992) no considera la influencia de estas concepciones sobre la enseñanza y el aprendizaje; hacerlo sería simplista y mecánico (citado por Rivero, 1996). Igual considera Lederman (2007), quien realiza una revisión de diferentes estudios, como veremos en la Tabla 1.

Tabla 1. Algunos estudios que han abordado la relación entre las concepciones sobre la naturaleza de la ciencia (NOS) y las prácticas docentes (elaborada con base en Lederman, 2007).

ASPECTOS SEÑALADOS	AUTORES
Un estudio con 13 profesores de ciencias señala que las teorías científicas no afectan las decisiones educativas de los profesores.	Dushl Wright (1989)
El trabajo con 18 profesores de biología indica que no hubo relaciones significativas entre las comprensiones de los profesores de NOS y la práctica de clase.	Lederman y Zeidler (1987)
En un estudio de caso múltiple, con 5 profesores de biología de un instituto, de variable experiencia, se encuentra que aunque poseían buenas comprensiones de NOS, esto no afectaba directamente la práctica de clase, incluso, los profesores no intentaban explícitamente enseñar NOS.	Lederman (1999)
Del estudio con 13 profesores, se concluyó que aunque se tenga una comprensión de NOS, esta no es automáticamente trasladada en la práctica al salón de clase.	Bell, Lederman y Abd-El-Khalick (2000)

Así, acorde con los resultados de estas investigaciones, parece cuestionable la relación directa entre las concepciones de los profesores sobre la ciencia y la práctica en su enseñanza.

La visión sobre la ciencia tiene implicaciones en la enseñanza

De esta relación de implicación, citamos algunos autores, quienes coinciden en señalar relaciones entre las visiones sobre el conocimiento científico y la enseñanza, como lo exponemos a continuación:

Tabla 2. Resultados de algunas investigaciones que señalan implicaciones entre las visiones sobre el conocimiento científico y las propuestas de enseñanza.

ASPECTO ENUNCIADO	AUTORES
Los profesores identificados con tendencias constructivistas favorecen el cambio conceptual, mientras que los empiristas, con la consideración de las ideas de los alumnos como errores, usan pocas estrategias para modificarlas (Hasheweh, 1996).	Porlán y otros (2000)
La visión positivista del conocimiento científico se relaciona con las creencias transmisionistas del profesor y con el centramiento de su poder en la toma de decisiones curriculares.	Tobin y McRobbie (1997)
La incorrecta comprensión sobre el conocimiento científico es un problema por su incidencia en la enseñanza.	Fernández (2000)
El conocimiento y la observación son apromblemáticos; entonces sus expectativas para la enseñanza de las ciencias, son igualmente simples y apromblemáticas.	Smith (2000)
La consideración de que la ciencia es divertida y orientada, factual, técnica y precisa, se relaciona con actividades para que los estudiantes estén alegres, las cuales reflejan una ciencia acabada; la maestra aparece como fuente de autoridad.	Munby, Malcolm y Lock (2000)
La ciencia como neutral y objetiva, inmutable, independiente del contexto histórico-social, se relaciona con la selección de contenidos centrada en el texto, organización y secuencia lineal, donde no hay relación entre contenidos. La ciencia como construcción social, condicionada por la comunidad científica, es relativa y con utilidad social; en la selección de contenidos se tiene en cuenta al alumno, y la secuencia y organización es coherente con la disciplina.	Baena (2000)

Las investigaciones realizadas «confirman la tendencia mayoritaria entre los futuros profesores de trasladar el empirismo científico al terreno didáctico» (pp. 529).	Porlán y otros (2000)
La imagen absolutista de la ciencia está relacionada con enseñanzas basadas en aprendizajes formalistas de conceptos científicos, énfasis en la memorización de términos, en el aprendizaje de conceptos acabados, en trabajos de laboratorio centrados en seguir fielmente instrucciones para llegar a los datos correctos, etc. (Brickhouse, 1990; Porlán 1989; otras investigaciones).	Porlán (1996)

2.3. Diversidad de tendencias

Al respecto señalamos las siguientes, en las que se contemplan diferentes relaciones entre las concepciones de los profesores sobre la naturaleza de la ciencia y su práctica docente:

Tabla 3. Algunas investigaciones que señalan diversidad de tendencias frente a la relación entre concepciones sobre el conocimiento científico y la enseñanza.

ASPECTOS SEÑALADOS	AUTORES
Los profesores especialistas en ciencias experimentales y los de más años de experiencia tienden a concepciones «empiro-directivistas»; los profesores de otras disciplinas y los de menos años de experiencia están más cerca de una visión compleja del conocimiento, tanto científico como en la escuela.	Porlán (1989)
Algunas investigaciones señalan que las prácticas de los profesores son consistentes con sus creencias epistemológicas (Tobin y otros, 1992), otras señalan inconsistencias (Hodson, 1993).	Furió (1994)
Diversidad de tendencias. Incluso hay datos contradictorios en los que en algunos casos no se observa claramente esta influencia.	Lederman (1992) Koulaidis y Ogborn (1995)
Las investigaciones que relacionan el currículum de ciencia con las creencias sobre la naturaleza de las ciencias no son decisivas (Brickhouse, 1989).	Tobin y McRobbie (1997)

Son más las investigaciones en las que no se encuentra relación entre estas concepciones y la conducta docente.	Mellado y González (2000)
---	---------------------------

Si bien se da una tendencia absolutista de la ciencia, relacionada con enseñanzas basadas en aprendizajes formalistas de conceptos científicos, hay otras investigaciones que ponen en evidencia la complejidad de este tipo de relaciones, como Porlán (1989) o Mellado y González (2000). Estos últimos consideran que lo habitual «no es encontrar versiones puras sino orientaciones dominantes, con mezcla de rasgos característicos de varias tipologías» (pp. 540).

El anterior panorama nos lleva a preguntar, ¿lo que se pretende enseñar y aprender en las clases de ciencias, es equivalente al conocimiento científico? La respuesta a este cuestionamiento, tal como lo hemos analizado en otros trabajos (Martínez y Rivero, 2005; Martínez, 2005), es no, pues aunque el conocimiento científico es un referente, no es «el» (el único) referente para las propuestas de conocimiento escolar. Consideramos necesaria esta precisión, porque en la medida en que se tenga la claridad de que el conocimiento científico es uno de tantos referentes y no el único, se enriquecerá el proceso de construcción de propuestas alternativas para la formación científica. Esta diferenciación entre un referente y *el referente*, no hace más que ratificar que nos encontramos en escenarios, con formas de producción, criterios de validez y actores, particulares. Porque el conocimiento escolar se produce de manera diferente al conocimiento científico. En este sentido cabe preguntarnos, ¿cuál es la relación entre los diferentes tipos de conocimiento en el contexto escolar?, ¿consideramos que hay un conocimiento superior?, ¿cuál es nuestra pretensión, llegar a un conocimiento predefinido, como hasta el momento ha pasado con el conocimiento científico, o por el contrario, favorecer y reconocer la inclusión de otros conocimientos que enriquezcan al conocimiento escolar?, ¿qué relaciones se pueden establecer entre estas consideraciones sobre *el referente*, los referentes escolares y las declaraciones sobre el conocimiento científico?

En el siguiente apartado analizamos algunas respuestas de estas posibles relaciones, teniendo en cuenta los resultados de nuestra investigación.

Relaciones entre las declaraciones sobre el conocimiento científico y las propuestas de conocimiento escolar. Tres estudios de caso

Si bien consideramos al conocimiento escolar como un conocimiento particular, constituido por distintas formas del saber que posibilitan un proceso de complejización del conocimiento cotidiano de los individuos (García Díaz, 1998) y al conocimiento profesional como la integración de diferentes saberes académicos –implícitos, rutinas y guiones, y prácticos– (Shulman, 1987; Porlán y Rivero, 1998), compartimos lo señalado por Rivero (1996) y Porlán y Rivero (1998) en el sentido de considerar un carácter evolutivo y complejo de estos conocimientos. Así, observamos una progresión del conocimiento del profesor sobre el conocimiento escolar, que parte de visiones tradicionales hacia visiones investigativas, pasando por transiciones que pueden ser o bien de tendencia tecnológica o espontaneísta (Porlán y otros, 2000; Martínez, Molina, Valbuena y Hederich, 2011; Martínez y Martínez, 2012).

En nuestro trabajo, buscamos dar cuenta del conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar y sus posibles relaciones con las consideraciones sobre el conocimiento científico, que para efectos de la publicación centramos, respecto del conocimiento escolar, en la categoría *Referentes* (formas de conocimiento tenidas en cuenta para el desarrollo del conocimiento escolar) en relación con una descripción de las características centrales de las declaraciones de los profesores sobre el conocimiento científico. Para ello tuvimos en cuenta posibles tendencias organizadas en una hipótesis de progresión (Martínez y Martínez, 2012) basada en Porlán (1998) y Porlán y otros (2000), que van desde tendencias racionalistas, pasando por tendencias empiristas o relativistas hasta la perspectiva evolucionistas (Martínez, 2000; Martínez y Rivero, 2012).

Presentamos los resultados de los estudios de caso de Rosa, Juan y Pedro, quienes fueron seleccionados por ser profesores «destacados», por estar desarrollando sus propias propuestas fundamentadas desde principios contemporáneos, y por tener contacto con grupos de investigación, así como por su voluntariedad para participar en esta. Preferimos maestros con más de 10 años de experiencia, puesto que suponemos que han consolidado un «conocimiento profesional» más

sólido, que enriquece la investigación. Ellos desarrollan sus propuestas en tercero (Rosa y Pedro) y sexto grado de primaria (Juan).

La información fue clasificada en dos niveles: declarativo y de acción. El nivel declarativo abordó la información recogida a través de una entrevista semiestructurada, en la que se trataron aspectos relacionados con el conocimiento escolar (tipos de contenidos, fuentes y criterios de selección, referentes, criterios de validez, grado de generalidad, relaciones horizontales y niveles de formulación) y el conocimiento científico (nivel ontológico, sentido de la objetividad, validez, relación entre diferentes formas de conocimiento, aspectos metodológicos y dinámica del conocimiento), y el análisis del diseño de una unidad didáctica, elaborada por los maestros participantes de la investigación. Al nivel de acción corresponden las grabaciones audiovisuales de las sesiones de clase durante el desarrollo de la unidad didáctica trabajada.

La información fue tratada con base en el análisis de contenido, teniendo en cuenta la propuesta de Bardín (1996) y las recomendaciones de Rivero (1996). Realizamos un proceso de codificación, elaboración de unidades de información, de categorización o clasificación según criterios semánticos, y de inferencia, en el sentido de establecer interpretaciones controladas e hipotéticas a partir del proceso anterior. Un principio orientador de la investigación lo hemos denominado «principio de confrontación», según el cual resaltamos que el análisis de las categorías es fundamentalmente de carácter contextual, de ahí que el proceso de categorización y análisis haya sido discutido y negociado conjuntamente con otros investigadores. La caracterización del tratamiento de los contenidos en el desarrollo de las clases la trabajamos con base en la observación que realizó una de las investigadoras durante todas las sesiones en las que los maestros desarrollaron la unidad didáctica diseñada por ellos.

Queremos señalar que en este escrito solo presentamos algunos resultados de la investigación y que su lectura y revisión fundamentalmente sugieren algunos de los problemas analizados. Para el estudio caracterizamos *ejes obstáculo*, *cuestionamiento* y *movilizadores* (Martínez, 2000; Ballenilla, 2003; Martínez y Rivero, 2001), que consideramos como categorías de análisis de gran potencialidad para dar cuenta de la complejidad del conocimiento profesional de los profesores, como veremos en la observación de algunas respuestas del siguiente apartado.

Caso 1. El conocimiento científico es el referente fundamental, pero hay que adaptarlo

Es el caso de Rosa, quien a pesar de hacer adecuaciones de los contenidos teniendo en cuenta el referente cotidiano, finalmente busca llegar al conocimiento científico como referente fundamental. Esa adaptación consiste, en gran parte, en ejemplificar los contenidos (científicos) haciendo uso de informaciones del ámbito cotidiano.

Los resultados obtenidos en el caso de Rosa, nos permiten señalar que el referente fundamental al que ella acude es el científico, aunque tiene que «adaptarlo» para que sea accesible a los niños. Tal como se indica: «Lo que se trabaja en la escuela tendrá que haber de todo, claro, conocimiento científico también, tengo que partir de unas bases establecidas, no improviso, parto de lo que hay. Yo lo adecuo a lo mío».

En el nivel de acción, al hacer un inventario de los tipos de referentes usados en las intervenciones, tanto de los niños como de la maestra, encontramos primacía al referente cotidiano (215 intervenciones), lo cual nos llama la atención por el mayor número de intervenciones realizadas por la maestra. En el caso de los contenidos introducidos por los estudiantes, se hicieron con base en referentes cotidianos, mientras que los contenidos introducidos por la maestra se abordaron tanto desde referentes cotidianos, mezcla de científicos y cotidianos y exclusivamente científicos.

Destacamos que de los ejemplos en los que a partir del texto se introducen los contenidos, solamente hay uno que está clasificado como referente científico, mientras que los otros los hemos categorizado como de mezcla tanto de científico como de cotidiano. Veamos un ejemplo:

R: A ver Arturo [leéenos] alto, (...) claro, (...) haciendo los puntos (...) y sin correr (...) [...]

A: El agua se presenta en tres estados diferentes, el agua sólida (...), el agua de la nieve (...), del granizo (...) y el hielo está en estado sólido (...), el agua sólida (...) tiene formas variadas (...) y podemos cogerla con las manos (...). Agua líquida [mientras el niño hace la lectura, la maestra la sigue con una de las niñas].

En esta intervención, consideramos que no es propio de un contexto cotidiano que los estudiantes se refieran a los estados del agua; son expresiones propias o de un contexto científico o de un contexto escolar, mientras que expresiones como «podemos cogerla con las manos» sí corresponden a una observación de un contexto cotidiano. Con lo cual afirmamos que el texto, como fuente, está relacionado simultáneamente con referentes tanto cotidianos como científicos, en la mayoría de casos.

En cuanto a la maestra, sus intervenciones usan referentes tanto científicos (cambio de temperatura), como cotidianos (papel del frío, granizo o nieve), o los dos a la vez. Por ejemplo: R: «Y (...) ese [vapor de agua] va a ser el que cuando:: va a tener un cambio de temperatura y va a tener frío :: pues va a formar la lluvia::, o:: el granizo:: o la nieve:: ¿eh?».

Los análisis del caso nos llevaron a suponer los siguientes ejes: un *eje cuestionamiento*: ¿qué significa no dar primacía a referentes científicos y tener en cuenta los referentes cotidianos?, pues tanto en el nivel de acción como en el declarativo, los contenidos (conceptuales y fundamentalmente «científicos») han de ser «adaptados» para que sean asequibles a los alumnos; esto es, ejemplificarlos y/o explicarlos, haciendo uso de informaciones desde un referente cotidiano. Es por eso que abunda tanto este referente. Un *eje obstáculo*: en el que consideramos que los contenidos son «científicos»- «adaptados» con el uso de informaciones con referentes cotidianos. Y un posible *eje dinamizador*: que registra tanto referentes científicos como cotidianos, que son usados por las diferentes fuentes: maestro, texto y estudiantes.

Estos resultados de la categoría *referentes* del conocimiento escolar nos muestran cómo, en el nivel de acción, no hay primacía de un referente científico; mientras que en el caso de otras categorías analizadas en las investigaciones (Martínez, 2000; 2005) como en el de las fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares, es usado con mayor frecuencia por el texto y la maestra, mientras que los estudiantes fundamentalmente tienen en cuenta referentes cotidianos. Esto nos indica que los contenidos «más científicos» son introducidos por la maestra y/o el texto, y los «menos científicos», por los estudiantes, lo cual consideramos como *eje obstáculo*. El uso del referente cotidiano por los niños y la maestra, nos hace pensar en un estado en transición y posible *eje cuestionamiento*, donde los contenidos conceptuales y fundamentalmente «científicos»

tienen que ser «adaptados» desde un referente cotidiano, para ser asequibles a los alumnos. Esa adaptación consiste, en parte, en ejemplificarlos desde informaciones con referentes cotidianos.

Respecto al **conocimiento científico**, desde nuestro análisis, señalamos cuatro *ejes obstáculo* relacionados con visiones absolutistas que lo consideran como realidad única, objetivo centrado en «el método científico», donde la experimentación es de gran importancia y lleva a la verdad. En este sentido, Rosa señala:

- *Estoy de acuerdo con que las teorías científicas obtenidas al final de un proceso metodológico riguroso son un reflejo cierto de la realidad.*
- *Yo creo que la eficacia y objetividad del trabajo científico estriba en seguir fielmente las fases ordenadas del método científico...*
- *Dentro de las ciencias... la verdad que sí hay una metodología y que se hace de una manera exhaustiva, y que si hay una demostración científica quizás sería incongruente pensar que un aspecto subjetivo, un aspecto emocional (influya) ahí concretamente en lo científico, si hay una experimentación pues quizás, pueda anular este aspecto.*

Igualmente hemos caracterizado cuatro *ejes cuestionamiento*: ¿es posible «anular los efectos de los aspectos subjetivos y emocionales» en la producción del conocimiento científico?; ¿es el conocimiento científico el mejor de los conocimientos o es una forma (positiva) de conocer?; ¿cuándo podemos estar seguros de que una teoría ha sido «súper probada», como para que la consideremos totalmente cierta?; ¿qué relaciones podríamos establecer entre el proceso de cambio del conocimiento científico, y del contexto sociocultural histórico? Y un *eje movilizador*: Una teoría nueva tiene algo que ver con la teoría antigua, puede transformarla, enriquecerla o modificarla.

- *No se puede decir tajantemente la certeza de que [el conocimiento científico es la mejor forma de conocimiento que pueda darse]. Pero yo sí creo que es una manera positiva de conocer. Yo tampoco tengo la verdad absoluta.*
- *El contexto permite avanzar... y [es modificado gracias al conocimiento humano] hay una interacción.*

Aquí registramos una **cierta coherencia**, pues hay tanto una verdad científica, como una «verdad» en el conocimiento que se enseña en la escuela. Destacamos así un proceso de transición personal por parte de Rosa, con ciertos matices espontaneístas (Porlán y Rivero, 1998), al considerar no solo al conocimiento

escolar como una versión simplificada del conocimiento científico, sino además al dar más relevancia a las motivaciones o gustos de sus estudiantes que a sus ideas. Respecto de ellos, la maestra piensa que son fuente importante, aunque de contenidos «menos científicos», fundamentalmente, pues los «más científicos» suelen ser introducidos por la profesora o por el texto.

Caso 2. Hacia un enriquecimiento del conocimiento de los estudiantes

En el caso 2 identificamos una aproximación a un proceso de enriquecimiento del conocimiento de los niños, en donde el conocimiento científico aporta, pero no es el punto de llegada. Aquí se ve que no se trata de negar o aceptar los conocimientos científicos y cotidianos, sino que se busca reconceptualizar lo científico y tenerlo en cuenta en la elaboración de los contenidos escolares como referente. Este es el caso de Pedro, quien en la entrevista indica una relativización del conocimiento científico en la escuela, donde es probable que se tenga la pretensión de que este se trabaje allí para acercar al estudiante «más profundamente a la realidad». Veamos:

Hay una pretensión de que ese conocimiento (que circula en la escuela) sea un conocimiento científico... como planteamiento último, pero en la realidad, con el niño, el conocimiento científico... o también depende del concepto que uno tenga de... si entiende conocimiento científico... el conocimiento que a partir de unas ideas que tú tengas, verdaderas, falsas, coincidentes, no coincidentes con la realidad, buscas acercarte más profundamente a la realidad, pues yo creo que sí, que hay una pretensión científica.

Desde el análisis general del caso, es posible señalar como un eje movilizador tanto la consideración de «lo cercano al niño» (referente cotidiano), como una mayoritaria visión alternativa, según la cual se relativiza el papel del conocimiento científico en la escuela y se destaca la importancia de un «acercamiento más profundo de la realidad», donde parecen relevantes tanto el conocimiento científico, como el cotidiano. Asimismo identificamos un eje obstáculo al no haber claridad en la organización de esta diversidad de referentes; al no abordar un marco integrador que permita dar nuevos sentidos a las informaciones de distinto tipo que aporta cada uno; que los reconozca como un conocimiento

particular dentro de la escuela, con su propia epistemología; así como la falta de un referente como el metadisciplinar (García Díaz, 1998), desde el cual organizar y dar sentido determinado a las aportaciones del resto de los conocimientos considerados relevantes.

Para el nivel de acción, en este caso la frecuencia de tipos de referentes en los que hemos caracterizado las intervenciones, se presentan así: cotidiano (233 intervenciones), científico (27) y mezcla de cotidiano y científico (123). Aquí vemos cómo las intervenciones de referentes científicos son notoriamente menores con respecto a los cotidianos y a los correspondientes a una mezcla entre cotidianos y científicos.

Desde los referentes de la investigación, la visión tecnológica es considerada un estado de transición en el que se da gran importancia al referente científico, que no es este caso. Mientras que desde la perspectiva espontaneísta, el referente central es el cotidiano, desde los intereses y experiencias de los niños (Porlán y Rivero, 1998). Aquí los referentes anotados tanto por el maestro como por los alumnos, con más frecuencia en la introducción que se hace por primera vez de un contenido, son la mezcla de cotidiano y científico (en 16 ocasiones), y de solo cotidiano (17 ocasiones). Nuestro análisis amplio del caso nos lleva a plantear que es posible que nos encontremos con una tendencia relacionada con un proceso de complejización del conocimiento de los niños:

P: Vamos. Lo vamos a explicar con un poco más de detenimiento, mirad. Yo no sé si vosotros sabéis que una... una gran parte de la superficie de nuestro planeta está cubierta por agua (indica con las manos), ¿eso lo sabéis vosotros?. Los océanos cubren una parte importantísima de... del planeta, incluso, hay mucho... mucha más área cubierta de agua que no lo está, ¿eh? de manera que esa agua:: constantemente se está calentando:: y... quién la puede calentar, a ver quién me sabe contestar.

As: El sol.

P: El sol. Hay zonas de nuestro planeta donde el sol da con más fuerza, da más calor:: y se evapora más, hay zonas donde hay menos fuerza, el agua tiene más fuerza y se evapora menos.

[...]

En las anteriores intervenciones, Pedro introdujo dos nuevos contenidos: la abundancia del agua en el planeta, y la relación entre el grado de calor y evaporación. Estas son informaciones que se hacen desde referentes que no son solamente cotidianos, sino que parecen una mezcla entre cotidiano y científico. Resaltamos en este ejemplo cómo el maestro puede conducir a errores, cuando explica por qué puede evaporarse más o menos agua en términos de que el sol da con más «fuerza», ratificando así una idea cotidiana relacionada con que el sol tiene «fuerza».

Fijémonos cómo, tanto Pedro como los niños, hacen uso de los referentes cotidianos, lo que en principio podría cuestionar un progreso; sin embargo nuestro supuesto es que sí es posible que se dé un proceso de enriquecimiento del conocimiento cotidiano (García Díaz, 1998; Porlán y otros, 2000), dado que el profesor está pendiente de que se introduzcan nuevos elementos en las discusiones de la clase.

Pedro en el nivel declarativo señalaba que se ha de abordar lo cercano al niño y a la realidad, en este sentido planteábamos el cuestionamiento de si hacía referencia a centrarse en referentes cotidianos. Pero desde el análisis del nivel de acción parece que conlleva tanto referentes científicos como cotidianos y no fundamentalmente cotidianos, como se evidenciaba en el nivel declarativo. Consideramos que en este caso las informaciones propuestas por los estudiantes son incorporadas en el proceso, donde no hay un centramiento ni en el referente científico, ni en el cotidiano, sino que podríamos afirmar que por lo menos en algunos casos lo que ocurre es un enriquecimiento del conocimiento cotidiano de los estudiantes, quienes a su vez, aparecen como fuente de contenidos (Martínez y Rivero, 2001).

Parece que la complejización del conocimiento cotidiano, desde un referente también cotidiano, sí se da (Martínez y Rivero, 2001), puesto que parte de este no se intenta reemplazar por ideas científicas, sino que se genera un debate con estos referentes, y en el transcurso de la discusión, se tiende a incorporar nuevos elementos y relaciones en las que se parte de una idea que, parece, es aditiva, y hacia una visión más sistémica, donde el estudiante es involucrado en esta dinámica. Es un proceso de ir y venir entre elementos más cercanos y lejanos del niño: una ciudad, un río cualquiera, su ciudad, su piscina etc. Entonces cabría preguntarnos, ¿qué relaciones son posibles de establecer entre las características

de las propuestas de conocimiento escolar y las declaraciones de este profesor, sobre el conocimiento científico? Recordemos que en el caso 1, identificamos una cierta coherencia respecto a los obstáculos señalados, y así como hay una pretensión de verdad en el conocimiento científico, también la hay en el conocimiento escolar.

En cuanto a las declaraciones sobre el conocimiento científico, hemos caracterizado un *eje obstáculo*, relacionado con visiones absolutistas, tales como su superioridad, la producción de este desde la observación y la experimentación, que garantiza su objetividad, y su consideración de cambio mediante un proceso inductivo.

- *Por ejemplo, comparado con... las conformaciones de tipo irracional que se puedan tener, por cuestiones intuitivas, o por creencias, el método científico realmente es algo, que asegura un camino, teniendo en cuenta todas sus posibilidades... de que no tiene por qué ser totalmente seguro.*

Un *eje movilizador*, relacionado con el reconocimiento de la incidencia de la subjetividad y de los aspectos emocionales en la producción del conocimiento:

- *El contexto sociocultural e histórico de alguna manera determina el pensamiento. El... conjunto de valores, de conocimientos, de verdades aceptadas, pues de alguna manera condicionan el pensamiento... de la persona que vive en ese, en ese contexto.*

Y tres *ejes cuestionamiento* relacionados con el nivel ontológico, los criterios de validez, y el papel de la subjetividad en la producción del conocimiento científico: ¿si las teorías científicas cambian, podemos decir que estas son un reflejo de la realidad?, o ¿hay teorías de las que se puede afirmar que son un reflejo cierto de la realidad, mientras que en otras, dada su complejidad (por ejemplo disciplinas del área humanística y social) no es posible asegurarlo?, ¿es deseable anular el efecto de la subjetividad en la producción del conocimiento científico?, ¿en qué consistiría dicho proceso?, ¿son la observación y la experimentación, los criterios de validez fundamentales del conocimiento científico?, ¿reconocer la complejidad de disciplinas como la antropología y psicología, tiene implicaciones respecto al papel de la observación y de la experimentación como posibles criterios de validez? Por ejemplo afirma:

- *Creo que la complejidad de la realidad hace que ese reflejo totalmente cierto siempre tenga la posibilidad de la revisión... su propia complejidad. También... tengo la impresión de que hay parcelas de la ciencia donde se anda con pies*

más seguros que en otros, ya sea por su propia complejidad...

- *La observación, yo creo que en las disciplinas científicas que lo permiten siempre es una garantía, pero... que tampoco es una garantía absoluta en el sentido... no sé... Yo creo que hay ciencias como la Química o la Biología, donde a través de... la experimentación, pues puedes comprobar pues si se dan o no se dan determinadas cosas, pero yo creo que en otras disciplinas como la Antropología o en la Psicología y demás, la propia complejidad de los procesos, pues te hacen que tú tampoco puedas generalizar de la manera que puedas... generalizar en otras... pero... no estoy muy seguro.*

Fijémonos que la mayor parte de las características las hemos planteado como *ejes cuestionamiento*, resaltando el posible carácter de transición en las consideraciones sobre el conocimiento científico. Nos encontramos con lo que en principio podría indicarse como inconsistencias de las categorías de análisis DOC; pero si pensamos en el proceso de formación de profesores, vemos cómo esta aparente inconsistencia se transforma en una riqueza; es el caso de Pedro, quien considera como relevante el método científico en la producción del conocimiento, pero a la vez, considera que la subjetividad de quien investiga influye en la investigación, y se cuestiona respecto a qué tan deseable es anular el efecto de la subjetividad y cómo será este proceso.

En principio diríamos que si Pedro considera que la producción de conocimiento parte de la observación, y que el método científico garantiza la objetividad, pareciera entonces que él considera deseable la búsqueda de una observación neutra y objetiva, pero dados los ejes movilizador y cuestionamiento, no podemos ratificar esta afirmación. Entonces es posible otra explicación, la consideración de que «el método científico» se ha popularizado entre la población escolar y hace parte de nuestro saber, pero no es un saber reflexionado. Es posible a la vez, reconocer la influencia de la subjetividad en la producción del conocimiento científico, pero aún así, esto no nos da claridad acerca de si es deseable o no pretender anular su efecto. Tener en cuenta estas diferenciaciones nos permite establecer preguntas y actividades que ayuden a confrontar nuestras ideas. Además es una forma de enriquecimiento del proceso, al reconocer la diversidad del pensamiento y, de paso, cuestionar su supuesta homogeneidad.

En este caso, el conocimiento científico no es el referente fundamental del conocimiento escolar, ya que lo que se pretende enseñar en la escuela no le es equivalente. Y aunque esta es una propuesta mucho más cercana a una visión

alternativa (Martínez, 2000; Porlán y Rivero, 1998), notamos la ausencia de un referente organizador de las otras formas de conocimiento que se consideren relevantes en la escuela. Podríamos suponer que estamos hablando de epistemologías diferentes y que, o bien no tiene por qué haber alguna relación entre ellas –Rodrigo (1994)–, entonces no tendría mucho sentido seguir el análisis, o que, a pesar de la diferencia, se puedan establecer relaciones entre ellas, fuertes o débiles, según García Díaz (1998) y es la postura con la que estamos de acuerdo. Quizás ambas responden a una manera particular de ver el mundo, considerada importante por varios autores en la acción educativa (Porlán y Rivero, 1998).

Es posible que el saber experiencial de Pedro le haya permitido abordar de manera más compleja la producción del conocimiento escolar, pero esta visión no ha sido cuestionada respecto a cómo se produce el conocimiento; no ha sido quizás incorporada como parte de su conocimiento profesional explícito. Situación que puede estar relacionada con lo que en alguna ocasión anterior anotamos respecto a que parecía que para Pedro podría tener incidencia la diferenciación entre ciencias en las que «se anda con los pies más seguros», como la química o la biología, y otras en las que no, como la antropología y la psicología, y probablemente la didáctica.

Estos *ejes movilizados* los hemos registrado con mayor énfasis en el nivel de acción, con lo cual parece que, o bien este es un conocimiento tácito no reflexionado (Porlán y Rivero, 1998), o que presenta dificultades en el proceso de formalización, sistematización y explicitación de este discurso. Destacamos que el análisis de comparación entre los dos niveles propuestos, nos llevaron a señalar que podría haber un obstáculo didáctico, relacionado con la consolidación del conocimiento profesional como un conocimiento particular. Cabe señalar que la investigación sobre el conocimiento profesional de los profesores muestra diversos problemas en la construcción de este conocimiento, como se evidencia en Abell (2007, 2008).

Desde la óptica con la que analizamos estos datos, la anterior postura llama la atención dado que, en el proceso de transición, suele ser más frecuente la perspectiva espontaneísta en maestros de primaria, proceso en el que se ignoran los significados alternativos y espontáneos que los estudiantes elaboran (Porlán y Rivero, 1998). Sin embargo, en este caso, parece que la transición en la que se encuentra Pedro, está organizada por la idea de que los estudiantes tienen

conocimientos sobre lo que les va a enseñar, y estos son importantes y hay que tenerlos en cuenta. Adicional a lo anterior, señalamos que se da una relativización del conocimiento escolar, donde el conocimiento científico no es el referente fundamental, y además se introducen algunas relaciones de tipo recursivo y en algunos casos se entra en la naturaleza del proceso, según lo analizado en otras categorías no contempladas en este escrito.

Caso 3. Una tensión: ¿llegar al conocimiento científico o enriquecer el conocimiento de los estudiantes?

En el caso 3 parece que hay una tensión entre si lo que se pretende es enriquecer el conocimiento de los niños, o llegar a un conocimiento predefinido, el conocimiento científico. Juan, el tercer caso, señala en la entrevista que trabaja en la escuela el conocimiento científico, pero no exclusivamente:

- *Lo que se trabaja en la escuela yo creo que es un cúmulo de conocimientos, no solamente trabajas el conocimiento científico, sino que ahí están incluso las relaciones entre el alumno, el profesor, el clima de aula que se crea, la afectividad, la poca afectividad, la mucha afectividad, la serie de... los valores... o bien que el profesor lo transmite, o bien que entre los mismos alumnos, porque si en vez de ser esos alumnos, se cambiara, a lo mejor, a una parte de esos alumnos, en los valores que habría, a lo mejor, serían diferentes.*

Juan indica que en la escuela se da un conocimiento particular: hay actitudes, comportamientos e incluso conocimientos ocultos, esto es, el currículo oculto; hay una diversidad en la que inciden los individuos que allí concurren. Esta mirada nos lleva a plantear un *eje dinamizador* o *movilizador* relacionado con «el posible reconocimiento de un conocimiento escolar no centrado en el conocimiento científico»; es de señalar que lo consideramos como un *eje movilizador*, en tanto que no hay una pretensión previa de llegar a un conocimiento predefinido, pero sí de reconocer los aportes del conocimiento científico, en el enriquecimiento del conocimiento de quienes participan en el proceso. Como lo indicamos en Martínez (2000), son posibles diferentes maneras de entender el conocimiento que se trabaja en la escuela: una mirada pretende equipararlo al conocimiento científico; otra asume que es un conocimiento particular, que implica la integración de diferentes saberes que tienen en cuenta tanto al científico como al cotidiano, del maestro y del alumno, y además otras posibles formas de conocimiento como el ideológico, artístico, etc. (García Díaz y Merchán, 1997).

En el nivel de acción, las frecuencias de los referentes identificados fueron: cotidiano (19), científico (23), mezcla de referentes cotidianos y científicos (52), de modo que predominan los contenidos en los que el referente fundamental no es el científico o el cotidiano, sino una «mezcla de estos», seguidos de los contenidos referidos a conocimientos científicos y luego a los conocimientos cotidianos.

En la siguiente unidad hay una preocupación por parte del maestro, por identificar un proceso cotidiano con uno científico desde el término «mezcla», por lo cual en esta ya no lo hemos señalado como centrado en el referente cotidiano, pues se aborda tanto el cotidiano como el científico.

J.f.: La masa qué cosas. A ver cómo se hace la... masa Luis, cómo crees tú que, una masa de la que sea, por ejemplo una cualquiera [varios niños han levantado la mano] qué es lo que se hace, qué se echa. A ver, Ana.

*A.c.: Harina, azúcar, huevos, leche, aceite***

*J.5.f.: Vale, ya está, y todo eso qué es, **qué nombre le darías a eso.***

*A.c.: Materia***

*A.c.:/ **Una mezcla** XX*

*J.1.: **Una mezcla***

A.c.: Ayyy, una masa

J.1.5.: Una mezcla.(...) Bien, más cosas.

Un ejemplo de información con contenidos de referentes científicos, lo encontramos en esta otra unidad:

J.2.f.9.: Se disuelve. O cuando tú la echas y la dejas ahí quieto, al cabo del tiempo, ¿se ve el azúcar en el agua? ¿qué le ha pasado al azúcar?

A.c.: [mismo] se disuelve

*J.2.5.e.: Que se ha disuelto. Bien. **Estas mezclas (...) se llaman homogéneas::** [y escribe al frente de azúcar y agua, «homogéneas»] **Esto, «homo»** [señala la palabra en el tablero y encierra en un círculo las sílabas] **significa igual, ¿eh? igual, o sea, igual forma, igual color::, igual sabor::, bueno sabor (...), bueno sí sabor igual. O sea que se ve igual todo. ¿Eh? homo significa igual. ** y hetero distinta, y hetero distinta, distintas e iguales, ¿eh? distintas sustancias, e iguales sustancias, sustancias iguales, todo igual. Sustancias distintas. Hetero significa, una cosa hetero.***

A.d.:/ Que al mezclarlo ¿no?

J.12.: Sí.

Ejemplos como el anterior nos llevan a plantear el siguiente *eje cuestionamiento*: ¿La introducción de información por parte del maestro pretende enriquecer el proceso de construcción de conocimiento, o se hace para identificar los contenidos trabajados con contenidos científicos? Vemos cómo en las intervenciones en las que el maestro aporta información y plantea preguntas, favorecen las intervenciones de los estudiantes en este proceso; parece que busca tenerlos en cuenta en la construcción del conocimiento escolar. Es de señalar que se abordan situaciones cotidianas interesantes, de mayor complejidad y dificultad en el tratamiento de contenidos.

Ahora bien, es necesario aclarar que de los contenidos que no son planteados en interacción, priman los que tienen referentes cotidianos, seguidos de la mezcla entre científicos y cotidianos. El caso contrario se da en el maestro, donde priman las intervenciones con referentes tanto científicos como cotidianos, seguidas de los científicos y, finalmente, de los contenidos con referentes cotidianos. Y así, como en algunas unidades de información parece que hay una preocupación por aproximar al conocimiento científico, en particular, por el uso de los términos, a su vez también se nota un proceso en el que se busca que los estudiantes elaboren sus propias explicaciones. Esta situación nos plantea la relevancia de análisis posteriores respecto a cómo se abordan los niveles de formulación: ¿de manera simple a modo de etiquetas? ¿fundamentalmente descriptivos? o ¿explicativos? (Martínez, 2000). Como lo indica Pozo (1996), muchas veces necesitamos adquirir informaciones carentes de significado, o cuyo significado se escapa a nosotros, y no por ello son menos importantes que los aprendizajes conceptuales.

Teniendo en cuenta lo planteado, respecto a la posible preocupación por identificar los contenidos escolares con los científicos, consideramos pertinente formular este otro *eje cuestionamiento*: ¿la introducción del referente científico se hace porque finalmente las elaboraciones escolares tienen la pretensión de ser su equivalente? Este es un debate contemporáneo relevante, en el que identificamos cómo diferentes autores (Martínez, Molina y Reyes, 2010) se refieren al conocimiento escolar de manera diferente (ciencia escolar, conocimiento científico escolar, ciencia en primaria, entre otros), pero además, parece que en algunos casos el referente fundamental continúa siendo el conocimiento científico; este es un aspecto relevante, dados los cuestionamientos actuales sobre el carácter absolutista y jerárquicamente superior que se ha concedido al conocimiento científico frente a otros referentes (García Díaz, 1998; Arnay, 1998), más aún,

frente al reconocimiento del papel relevante de la cultura en la construcción del conocimiento escolar (Martínez y Molina, 2011).

Es de destacar que en el análisis general de este caso (Martínez, 2005), tal como lo esperábamos, no se da una perspectiva homogénea al asumir el conocimiento escolar, sino que hay una primacía de *ejes cuestionamiento*; en este análisis solamente hemos identificado un *eje obstáculo* relacionado con la primacía de contenidos conceptuales, y en cambio sí, dos *ejes dinamizadores*, relacionados con el papel del estudiante como una fuente válida de contenidos escolares y como probables interlocutores en la elaboración del conocimiento.

Respecto al primer cuestionamiento planteado en la categoría de referentes, notamos una tensión en cuanto a si la introducción del referente científico se hace porque las elaboraciones escolares tienen la pretensión de ser equivalentes a este conocimiento, esto es, más que buscar enriquecer las ideas de los niños, se quiere que estas se correspondan a dicho referente. Esta misma tensión se refuerza en otras categorías, y de igual manera, en el análisis de criterios de validez, planteábamos el cuestionamiento siguiente: el niño puede ser asumido como sujeto de conocimiento «válido», pero de todos modos hay un conocimiento al que se debe llegar, el conocimiento científico.

Estos diferentes ejes, pero en particular los *ejes cuestionamientos*, nos permiten suponer un proceso de transición en el conocimiento profesional de Juan, probablemente orientado por la tensión entre enriquecer las ideas de los niños o llegar al conocimiento científico (a un conocimiento predefinido, acabado y probablemente «superior»). Nos preguntamos ¿qué pasaría si no existiera esa tensión? ¿si no se diera esa preocupación por el conocimiento al que hay que llegar? En este sentido es necesario hacer alusión al análisis realizado por García Díaz y Merchán (1997), García Díaz (1998), y García Pérez (1999), quienes plantean varias posibilidades de entender el conocimiento escolar como la hipótesis de la compatibilidad o del «sentido común», que se basa en el supuesto de que tanto el conocimiento cotidiano como el científico tienen epistemologías similares y, por ello, la transición entre uno y otro se hace sin dificultad. Otra considera que subyace una visión del aprendizaje a modo de «llenado del vaso vacío» o «mente en blanco» del estudiante; y están también las hipótesis de sustitución, de coexistencia y de complejización (Martínez, 2000).

Frente a nuestro interés, en cuanto a qué relaciones podríamos establecer entre las características sobre el conocimiento escolar y las declaraciones sobre el conocimiento científico, recordemos que en los dos casos anteriores –tanto en el caso uno (1) como en el dos (2)– identificamos *ejes obstáculos* relacionados con visiones absolutistas sobre el conocimiento científico; pero su relación con el conocimiento escolar fue diferente, pues en el primero parece que hay una pretensión de llegar al conocimiento científico, en cambio, en el segundo, no. Veamos a este respecto qué ocurre en el tercer caso. Recordemos que desde el nivel declarativo se hizo explícita la consideración de otros referentes, diferentes al conocimiento científico.

En el caso de Juan, respecto a las declaraciones sobre el conocimiento científico, señalamos *ejes dinamizadores*: la mirada relativa frente al conocimiento científico en cuanto a su dependencia de los individuos, su relación con el contexto y su carácter colectivo; la no objetividad ni exactitud del conocimiento científico, sino su dependencia de las personas; la observación como determinada por el observador, pues no todos los observadores hacen las mismas observaciones, ya que el científico está influenciado por su contexto y por su propia subjetividad; y el carácter colectivo que generalmente requieren las investigaciones, por ejemplo:

- *En un momento determinado tú tomas por cierto varias cosas que después se han visto que no... que el conocimiento en general y el científico no es objetivo, ni tampoco es exacto, o sea que... que puede serlo, pero también puede no serlo.*
- *En una investigación todos los elementos están conectados unos con otros, incluso la observación depende del observador, qué clase de observador, todos los observadores no hacen las mismas observaciones.*
- *Nosotros somos un sistema, nos movemos dentro del modelo sistémico. Entonces... el conocimiento científico es sistémico también. Cuando varía por ejemplo la observación, la hipótesis, varían todos los elementos, van variando todo...*

De este caso se destaca una mirada relativa frente al conocimiento científico en cuanto a su validez, no con los criterios absolutos; en cuanto al reconocimiento de la incidencia de diferentes variables en su producción; en los procesos de cambio y su carácter sistémico. También hemos señalado *ejes cuestionamiento* (p. ej. ¿si la producción del conocimiento científico está determinada por cada individuo, se produce un conocimiento científico absolutamente relativo? ¿cuál

es el papel del experimento en la investigación? ¿hay investigaciones que no se pueden demostrar?), y señalamos a continuación un *eje obstáculo* que corresponde a la eficacia de «el método»: «La eficacia del método, sí, pueden ser estas fases ordenadas del método científico: observación, hipótesis, experimentación y elaboración de teorías».

De este panorama nos llama la atención el *eje cuestionamiento* en torno a la tensión entre favorecer y enriquecer el proceso de construcción, e identificar los contenidos trabajados con contenidos científicos; vemos cómo la introducción de este referente se hace porque las elaboraciones escolares, probablemente, tienen la pretensión de ser equivalentes a dicho conocimiento; esto es, posiblemente más que buscar enriquecer las ideas de los niños, se pretende que estas sean correspondientes con las del conocimiento científico; pero es una situación que se da en tensión, puesto que hemos identificado unidades que señalan ambas tendencias.

Los anteriores aspectos nos reiteran que en el tercer caso, se está en un proceso de construcción del conocimiento escolar como conocimiento particular; diferente ocurre en el caso dos, donde se nota un mayor número de *ejes dinamizadores* frente a las declaraciones sobre el conocimiento científico, pues hay una reflexión cercana sobre consideraciones tenidas actualmente como adecuadas. Pero al igual que en los casos 1 y 2, en el 3 se asume como relevante el papel del método científico en la escuela.

A modo de conclusión

En los tres casos hemos señalado un proceso de transición entre diferentes niveles de complejidad del conocimiento de los profesores, hemos identificado posibles ejes *DOC*, que evidencian no solo la complejidad del conocimiento de los profesores, sino además, que se está en un proceso de cambio. En particular, parece que hay tres niveles diferentes en la constitución del conocimiento escolar, como conocimiento particular:

- En el caso 1: aunque se hacen adecuaciones a los contenidos teniendo en cuenta el referente cotidiano, parece que finalmente se ha de llegar al conocimiento científico, como predefinido.
- En el caso 2: hay una aproximación a un proceso de enriquecimiento del conocimiento de los niños, en donde el conocimiento científico aporta, pero no es el punto de llegada.

- En el caso 3: parece que hay una tensión frente a si lo que se pretende es enriquecer el conocimiento de los niños, o llegar a un conocimiento predefinido, el conocimiento científico.

De modo que en los tres casos hemos identificado que no se da una manera homogénea de entender el conocimiento escolar, sino que se está en un proceso de transición; de manera especial en los casos 2 y 3 se nota un proceso de construcción de alternativas para entender el conocimiento escolar.

Respecto a las posibles relaciones entre las declaraciones sobre el conocimiento científico y las propuestas de conocimiento escolar, en el caso de los referentes, señalamos que si bien la reflexión sobre el conocimiento científico aporta en los procesos de enseñanza, es posible plantear relaciones, pero no un proceso causal. Siguiendo a Rivero (1996), consideramos que no se puede realizar una interpretación simplista y mecánica de la influencia de las concepciones científicas de los profesores sobre otras concepciones o prácticas; y aunque no todas se relacionen coherentemente, sí podemos hacer referencia a un sistema de ideas en evolución (Porlán, 1989; García Díaz, 1998) que constituyen el conocimiento profesional del profesor.

Consideramos que es necesario adelantar más estudios que ayuden a comprender el proceso de construcción del conocimiento profesional de los profesores de ciencias y, en particular, de los profesores que, insatisfechos con las prácticas tradicionales, emprenden la búsqueda de alternativas. Cabe entonces preguntarnos, ¿cómo se están abordando estas propuestas de conocimiento escolar, en profesores innovadores que buscan favorecer la formación científica? ¿de qué manera estamos considerando las explicaciones propias de nuestra cultura, en relación con esta formación científica?, ¿qué papel cumplen los conocimientos sobre la cultura particular en la enseñanza de las ciencias? Más aún, ¿tenemos en cuenta las diferentes relaciones entre cultura y enseñanza de las ciencias (Martínez y Molina, 2011), por ejemplo aculturación o enculturación (Cobern y Aikenhead, 1998), o las diferentes maneras de concebir la alfabetización científica o el reconocimiento de la cultura científica popular (Aikenhead, 2007)? Así, las preguntas por abordar son bastante relevantes para plantear las propuestas de enseñanza de las ciencias y los desarrollos profesionales de los profesores de ciencias, en atención a nuestros contextos particulares.

Referencias

Abell, S. (2007). Research on Science teacher Knowledge. En: S. Abell y N. Lederman (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

Abell, S. (2008). Twenty years later: Does pedagogical content knowledge remain a useful. In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1405-1416.

Aguirre, J.; Haggerty, S. & Linder, C. (1990). Student-teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in preservice science education. In: *International Journal of Science Education*, 12(4), pp.381-390.

Aikenhead (2007). Expanding the research agenda for scientific literacy. In: Douglas Roberts. *Promoting scientific literacy: science educations research in transaction*. Uppsala Sweden: Uppsala University.

Arnay, J. (1997). Reflexiones para un debate sobre la construcción del conocimiento: hacia una cultura científica escolar. En: *La construcción del conocimiento escolar 1997*, pp. 35 -57. Barcelona: Paidós Ibérica.

Baena, M. (2000). Pensamiento y acción en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), pp. 217-226.

Ballenilla, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de Enseñanza Secundaria. Estudio de caso*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Bardín, L. (1996). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.

Castañeda & Franco (2004). *Generación CYT. Análisis de experiencias para el fomento de una cultura de la ciencia y la tecnología en niños, niñas y jóvenes de Colombia*. Bogotá: COLCIENCIAS.

Bell, R. L.; Lederman, N. G. & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. In: *Journal of Research in Science*.

Brickhouse, N. W. (1989). The teaching of the philosophy of science in secondary classrooms: Case studies of teachers' personal theories. In: *International Journal of Science Education*, 11(4), pp. 437-449.

Brickhouse, N. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. In: *Journal of Teacher Education*, 41(3), pp. 53-62.

Carey, R. L. & Stauss, N. G. (1970a). An analysis of the relationship between prospective science teachers' understanding of the nature of science and certain academic variables. In: *Georgia Academy of Science*, pp.148-158.

Cobern, W. & Aikenhead, G. (1998). Cultural aspects of learning science. In: Fraser y Tobin (Eds.). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publisher.

Duschl, R. A. & Wright, E. (1989). A case study of high school teachers' decision making models for planning and teaching science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), pp.467-501

Fernández, E. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación*. Tesis doctoral inédita. Universitat de València.

Furió, C. (1994). Tendencias actuales en al formación del profesorado de ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), pp.188-199.

García Díaz, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.

García Díaz, J. E. & Merchán, J. (1997). El debate de la interdisciplinariedad en la ESO: el referente metadisciplinar en la determinación del conocimiento escolar. En: *Investigación en la Escuela*, 32, pp. 5-26.

García Pérez, F. (1999). *El medio urbano en la educación secundaria obligatoria. Las ideas de los alumnos y sus implicaciones curriculares*. Tesis doctoral inédita. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Hashweh, M. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 33, pp.47-63.

Hodson, D. (1993a). Philosophic stance of secondary school science teachers, curriculum experiences and children's understanding of science: some preliminary findings. In: *Interchange*, 24(1-2), pp. 41-52.

Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1989). Philosophy of science. An empirical study of teachers' views. In: *International Journal of Science Education*, 11(2), pp.173-184.

Koulaidis, V. & Ogborn, J. (1995). Science teacher's philosophical assumptions: how well do we understand them? In: *J. Sci.Edu.*, 17(3), pp.273-283.

Lederman, N. (2007). Nature of Science: Past, present, and future. In: S. Abell & N. Lederman. *Handbook of Research on Science Education*. London: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.

Lederman, N. (1992). Students' and teachers' conceptions of nature of science: A review of the research. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), pp. 331-359.

Lederman, N. G. (1999). Teachers' understanding of the nature of science and classroom practice: Factors that facilitate or impede the relationship. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 36(8), pp. 916-929.

Lederman, N. G. & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teacher behaviour? In: *Science Education*, 71(5), pp. 721-734.

Martínez, C. (2000). *Las propuestas curriculares sobre el conocimiento escolar en el área de conocimiento del medio: dos estudios de caso en profesores de primaria*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla. Programa Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, un enfoque interdisciplinar.

Martínez, C. (2005). *Las propuestas de conocimiento escolar en los inicios del aprendizaje de la química: un estudio de caso en las clases de ciencias en sexto grado de educación primaria*. Tolima, Colombia: Centro de Investigaciones, Universidad del Tolima.

Martínez, C. & Martínez, V. (2012). El conocimiento escolar y las hipótesis de progresión: algunos fundamentos y desarrollos. En: *Revista Nodos y Nudos*, 32, pp. 50-63. Disponible en: <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/NYN/article/view/1799>

Martínez, C. & Molina, A. (2011). La especificidad del conocimiento profesional y del conocimiento escolar en las clases de ciencias: algunas relaciones con la cultura. En: *Revista EDUCyT*. 2(2), pp. 35-57. Consultado el 1 de Marzo de 2012. Disponible en: http://www.educyt.org/portal/index.php?option=com_virtuemart&Itemid=86.

Martínez, C. & Rivero, A. (2001). El conocimiento profesional sobre el conocimiento escolar en la clase de conocimiento del Medio. En: *Revista Investigación en la Escuela*, 45, pp. 65-75. Sevilla.

Martínez, C. & Rivero, A. (2005). Algunos aspectos a considerar en una propuesta de conocimiento escolar desde una perspectiva compleja. Reflexiones en torno a un estudio de caso en las clases de ciencias. En: *Revista Enseñanza*

de las Ciencias, número extra. Disponible en: http://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp244algasp.pdf

Martínez, C. & Rivero, A. (2012). La investigación sobre el conocimiento profesional del profesor: algunos aspectos conceptuales y metodológicos. En: A. Molina (Ed.). *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina* (Énfasis 9, pp. 205-241). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Martínez, C.; Molina, A. & Reyes, J. (2010). Conocimiento escolar en la didáctica de las ciencias: una aproximación al problema. En: *EDUCyT, Memorias, II congreso Nacional de investigación en educación en ciencias y tecnología*. Disponible en: http://www.educyt.org/portal/images/stories/ponencias/sala_9/9conocimiento_escolar_en_la_didactica_de_las_ciencias_una_aproximacion_al_problema.pdf. Cali, Colombia: Universidad del Valle.

Martínez, C. E.; Molina, A.; Valbuena & Hederich, C. (2011). *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar: un caso sobre los tipos de contenidos y referentes epistemológicos*. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências VIII ENPEC I Congreso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias I CIEC. Campinas, Brasil: Unicamp, Universidade Estadual de Campinas.

Mellado, V. & González, T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En: F. Perales y P. Cañal (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.

Munby, H.; Malcolm, C. & Lock, C. (2000). School science culture: A case study of barriers to Developing Professional Knowledge. In: *Science Education*, 84(2), pp. 193-211.

Niño, C. & Sepúlveda, C. (2006). Referenciais teóricos e subsídios metodológicos para a pesquisa sobre as relações entre educação científica e cultura. Em: Teixeira, Greca (Org.). *A Pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias*. Ijuí: Editora UNIJUI.

Perafán, A. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Pope, M. L. & Scott, E. M. (1983). Teachers' epistemology and practice. En: R. Halkes & J. K. Olson. *Teacher thinking: A new perspective on persisting problems in education*. Lise: Swets and Zeitlinger. (Trad. Cast. La epistemología y la práctica de los profesores. En: R. Porlán, J. E. García y P. Cañal: *Constructivismo y enseñanza de las ciencias*. Sevilla: Díada, 1988).

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Porlán, R. (1996). *Proyecto Docente*. Sevilla: Universidad de Sevilla. Documento inédito. Departamento de Didáctica de las Ciencias.

Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 16(1), pp. 175-185.

Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada Editora.

Porlán, R.; Rivero, A. & Martín, R. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En: F. Perales y P. Cañal (Comp.). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.

Pozo, J. (1996). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza Psicología Minor.

Prawat, R. (1992). Teachers' belief about teaching and learning: a constructivist perspective. In: *American Journal of Education*, 100(3), pp. 354-395.

Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de ciencias de la educación secundaria obligatoria: un estudio de caso*. Tesis Doctoral inédita. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Rodrigo, M. J. (1994). El hombre de la calle, el científico y el alumno: ¿un solo constructivismo o tres? En: *Investigación en la Escuela*, 23, pp. 7-16.

Shulman, L. S (1987). Knowledge and Teaching. Foundations of the New Reform. In: *Harvard Educational Review*, 57(1). (Trad. cast. [2001]. Conocimiento y enseñanza. Estudios públicos, 63, pp. 163-196).

Smith, D. (2000). Content and Pedagogical Content Knowledge for elementary science teacher educators: Knowing our students. In: *Journal of Science Teacher Education*, 11(1), pp. 27-46.

Tobin, K. y McRobbie, C. J. (1997). Belief about the nature of Science and the Enacted Science Curriculum. In: *Science & Education*, 6, pp. 355-371.

Tobin, K. ; Tippins, D. & Hook, K. (1992). *The long hard road from objectivism to constructivism*. En : *Proceedings of the Second International Conference on History and Philosophy of Science in Science Education*. Kingston: Canadá.

Capítulo 2

Aprender a enseñar ciencias para la básica primaria, experiencias de profesores principiantes que se inician en la docencia

María Mercedes Jiménez Narváez

Universidad de Antioquia

mmjn778@hotmail.com

mjimenez@ayura.udea.edu.co

Resumen

En este capítulo presentaremos algunos análisis que surgieron de una tesis doctoral que indaga por la configuración del conocimiento profesional en la etapa de la carrera docente denominada *inserción profesional*. A partir de dos casos de profesores principiantes de ciencias naturales, esperamos aportar en la reflexión sobre el conocimiento de los profesores que enseñan en la básica primaria y, especialmente, de aquellos que apenas están construyendo sus repertorios y rutinas de aula. Finalmente, mostraremos algunas ideas sobre cómo podríamos ayudar para que estos primeros años de docencia se conviertan en un puente comunicante –en lugar de un abismo– entre la formación inicial y la formación en servicio.

Contexto de partida

La cercanía de la autora con los grupos de práctica pedagógica de los últimos semestres y también de los egresados/as de la Licenciatura¹, fue el origen de una tesis doctoral (Jiménez, 2013), de la cual se comparten algunos fragmentos en este capítulo. La indagación giró en torno a la pregunta ¿en qué consiste el proceso de inserción profesional docente y cómo influye en la configuración del conocimiento profesional del profesor/a principiante de ciencias naturales, especialmente en su Pedagogical Content Knowledge (PCK)²?

1 En todo el texto nos referimos al Programa de Licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental, adscrita a la misma Facultad donde trabaja la autora.

2 Más adelante se hablará de este término y su relación con el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

La revisión de literatura nos permitió comprender que este interés frente a los egresados, estaba relacionado con un campo de estudio más amplio llamado *inserción profesional docente*, y que a esta población de profesores que están en sus primeros tres años de ejercicio profesional, se los conocía con diferentes nominaciones: novatos, noveles, debutantes o *profesores principiantes*³. Las múltiples investigaciones a nivel mundial y latinoamericano, comparadas con unas cuantas realizadas en Colombia (Fandiño, 2006; Calvo, 2006; Jiménez, 2006), nos reafirmaron que este era un camino interesante para seguir.

A la vez, encontramos que para acercarnos a lo que piensa, dice y hace un profesor/a, debíamos tener en cuenta las investigaciones que se han generado sobre el campo conocido en la década de los 80 como *Pensamiento del profesor*, y que actualmente se encuentra inmerso en una línea de investigación más amplia, denominada *Conocimiento profesional del profesor* (Marcelo, 1992). Fueron entonces, estos dos grandes marcos, la inserción y el conocimiento profesional, los referentes teóricos y metodológicos que dirigieron el rumbo de la tesis doctoral.

Para su desarrollo, contactamos a egresados/as de la Licenciatura que quisieran participar voluntariamente en el proceso. Las condiciones eran: que estuvieran trabajando en el área de ciencias naturales; que aceptaran la realización de entrevistas (4) y la grabación de una secuencia de enseñanza que ellos libremente escogieran; también, era necesario que la institución educativa donde trabajaban estuviera de acuerdo, no solo permitiendo el acceso de la investigadora sino, a la vez, colaborando con otra entrevista y autorizando la revisión de documentos, para comprender algunas características del contexto institucional y social. De ellos, escogimos a cuatro egresados/as, pero en este texto solo nos referiremos a dos: Oscar y Elsa⁴. Los dos llevaban entre 6 meses y un año y 8 meses de trabajo docente, respectivamente, en instituciones educativas privadas. Oscar tenía a su cargo todas las áreas del grado 4° (excepto inglés) y escogió el tema de célula; Elsa enseñaba el área de ciencias naturales de 3° a 5° y trabajó el tema de ecosistema. La elección de los temas estuvo ligada a la organización de los planes de estudio del área y los tiempos escolares de cada institución educativa, para el segundo semestre del 2010.

3 Hemos privilegiado esta opción siguiendo los estudios de Marcelo (1988), Vieira y Martins (2005) y De Pro, Valcárcel y Sánchez (2005).

4 Pseudónimos escogidos por los participantes. Los acuerdos establecidos en los consentimientos del proceso nos permiten divulgar estos resultados.

Dado que buscábamos observar y registrar las prácticas que ellos/as estaban realizando cotidianamente, no hubo ningún requerimiento especial. Se hizo un levantamiento de información al estilo naturalístico, y toda esta información se registró en audio y video; luego fue transcrita en su totalidad por la investigadora y, posteriormente, triangulada y analizada siguiendo las recomendaciones de la perspectiva cualitativa (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado & Baptista, 2006; Arnal, Del Rincón & Latorre, 1992; Morse, 2003; Deslauriers, 2004; Coffey & Atkinson, 2003; Cisterna, 2005).

Partimos de la premisa de que los profesores principiantes están en un proceso de «aprender a enseñar» (Marcelo, 2002) y por tanto, las vivencias que tienen en sus primeros años de docencia, nos pueden dar indicios de dónde están concentrando sus intereses y problemas. Igualmente, nos interesaba buscar algunas características del conocimiento de este profesor/a en relación a los componentes pedagógicos, disciplinares (saber específico), del contexto, y de las transformaciones del conocimiento que estuviera haciendo con su grupo específico de estudiantes, por ello, tuvimos en cuenta la perspectiva del grupo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999).

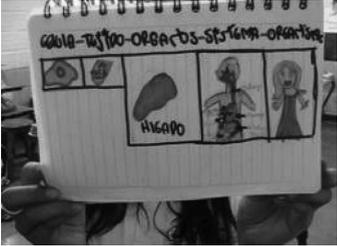
A continuación un breve acercamiento a los casos de Oscar y Elsa.

Primer caso, Oscar

Oscar es un profesor que para el 2010 tenía 22 años. Se graduó de la Licenciatura en el 2010 y en ese mismo año empezó a trabajar en una institución educativa de carácter privado y mixto, ubicada en el barrio Popular 1 en Medellín. La institución consta solamente de pequeños salones y un patio; la sala de profesores es al mismo tiempo la biblioteca (un estante) y tiene algunos computadores. A Oscar le asignaron la dirección del grado 4° de primaria, conformado por 32 niños/as entre 8 y 11 años; ellos pertenecen a familias de bajos recursos, que trabajan en empleos informales y de estrato socioeconómico 1 y 2.

Teniendo en cuenta el plan de estudios de ciencias naturales para este grado escolar, y siguiendo un formato que la institución empezó a utilizar en junio de 2010, Oscar planeó una secuencia de enseñanza del tema de célula, dividida en 4 clases (de 12:30 a 2:30 p.m.), distribuidas en tres semanas entre agosto y septiembre de ese mismo año. En la tabla 1, se sintetizan las actividades propuestas en su secuencia de enseñanza:

Tabla 1. Detalle actividades de enseñanza, tema célula, Caso Oscar

Actividades de enseñanza	Síntesis de las observaciones
<p>Identificación de ser vivo y no vivo:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Utilizando un dibujo de un robot, ayudarlo a este a decidir si es un ser vivo o no. Cada uno escribe sus ideas en el cuaderno y luego hacen una lluvia de ideas, que se consignan en el tablero. 2. Por grupos seleccionan, en una ficha con dibujos, cuáles son seres vivos y por qué. 3. Socialización de las respuestas de la ficha. 	<p>Las expresiones de los niños/as hacen referencia a los órganos que tiene el cuerpo (el robot <i>no tiene corazón, cerebro, pulmones, riñones, genitales, ojos</i>), a las funciones de respiración y a la alimentación; en otro grupo estarían las que incluyen el pensamiento, sentimientos, alma y la consciencia; otras, al material de que están hechos los cuerpos y el robot (huesos Vs. acero) y sobre quién los hace, resaltando que el robot es <i>«hecho por el hombre»</i>.</p> <p>Posteriormente, la expresión de una niña sobre el robot, <i>«no es un ser vivo porque no crece, ni muere, ni se reproduce»</i>, ayuda al profesor a cerrar la actividad del robot y continuar con la selección de imágenes que se muestran en la ficha (foto izquierda).</p>
<p>Historia de la célula y relación entre organismo y célula:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Exposición magistral contando una historia de la célula. 2. Dictado de los tres principios de la teoría celular. 3. Síntesis verbal y en dibujos: organismo, sistemas, órganos, tejidos, célula. 4. Dibujar en los cuadernos. 	<p>Relato caricaturesco del «descubrimiento» de la célula. Se resaltan características personales de los científicos. Después del dictado, el profesor intenta explicar el significado de algunos términos («estructural», «funcional» y «preexistente»).</p> <p>Con imágenes de los sistemas digestivo y circulatorio, y del tejido adiposo, realiza la explicación de las relaciones, desde célula hasta organismo. Luego los niños hacen sus dibujos explicando esta relación.</p> 

<p>Observación de la célula (animal y vegetal) utilizando el microscopio.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Distribución en equipos para que resuelvan una guía. 2. Cada equipo va pasando a observar los montajes en el microscopio (uno solo y monocular). 3. Los niños/as realizan los dibujos de lo observado. 4. Comparación con imágenes que los niños/as consultaron en libros. 	<p>El profesor explica cómo se hicieron los montajes de las placas, de carrillo bucal (c. animal) y de catafilo de cebolla (c. vegetal). Los montajes se los hicieron en la Universidad y él los lleva listos al aula.</p> <p>Da las instrucciones para trabajar, y cada equipo va pasando por el microscopio. Les insiste a los niños/as en que miren las imágenes de célula que debían traer como tarea. Cada equipo va desarrollando una guía de laboratorio.</p> 
<p>Funciones de las partes de la célula:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dibujos de los niños en el tablero. 2. Dibujo de las células que hace el profesor en el tablero. 3. Dictado de las partes de la célula y sus funciones. 	<p>El profesor invita a los estudiantes para que dibujen en el tablero lo que observaron en la clase anterior. Con base en ellos, el profesor los completa y modifica, luego les indica tres estructuras principales: membrana, citoplasma y núcleo, aunque algunos niños dicen que observaron hasta «mitocondrias» y «aparato de Golgi». Luego consignan en el cuaderno las funciones de las tres estructuras. La clase termina antes, porque van a celebrar el día del amor y la amistad.</p>

En general, los niños/as participan activamente en todas las actividades que Oscar les propone, levantan la mano para dar sus aportes, cuando tienen que trabajar en grupos se organizan con relativa facilidad y siguen en su mayoría las instrucciones. Los niños/as escriben lo que el profesor les dicta y hacen varios dibujos, algunos copiados de los afiches y del tablero, y en el momento de la observación de la célula, cada uno/a dibuja lo que observó: manchas de color

violeta, amorfas; en algunos casos confundieron la luz amarilla y redonda que proyecta el objetivo del microscopio, con la membrana celular, y los retazos violetas (tejidos y células) con el núcleo u otras organelas de la célula.

Oscar tiene otros colegas en la institución con los que comparte inquietudes frente a las actividades y situaciones que surgen en su grupo, no obstante, él siente que varias tareas las ha tenido que aprender de forma autónoma y solitaria, como por ejemplo el diligenciamiento de libros reglamentarios. Con algunos colegas ha podido incluso discutir temas y errores que salen en los libros (por ej. de matemáticas) y esto le sirve para confirmar los contenidos que quiere trabajar con sus estudiantes y sentirse más tranquilo como profesor. Pero también se ha encontrado con colegas que le dan varias excusas para no colaborarle, y esto lleva a que Oscar compare sus experiencias con los amigos y profesores de la Universidad, que eran solidarios y amistosos, con las experiencias que ahora tiene que afrontar como profesional en ejercicio.

Aunque la jornada escolar es de 12:00 a 5:00 p.m., Oscar tiene que llegar a la institución desde las 10:00 a.m. y sale a las 6:00; las reuniones, la preparación de materiales, la atención de padres, entre otras, son las actividades que tiene que atender en este tiempo. Como Oscar vive en un municipio a 36 km de Medellín, el tiempo de desplazamiento de su casa a la institución es de 1 hora y media aproximadamente, lo cual le deja pocas posibilidades en la semana para su vida social y académica.

Segundo caso, Elsa

Elsa se graduó de la Licenciatura en el 2008, y para el 2010, tenía 32 años. Por sugerencia de una amiga, empezó a trabajar en una institución como profesora en provisionalidad en ese mismo año; a los 6 meses tuvo contacto con el colegio donde estudió su bachillerato y la invitaron a participar como profesora para el año 2009. La institución es de carácter privado, mixto; está ubicada en la Comuna 7 de Medellín, cuenta con varios bloques de salones, laboratorios de química y biología, biblioteca, zonas verdes y piscina. Elsa ya llevaba año y medio en la institución; tenía a su cargo el área de ciencias naturales en los grados 3°, 4° y 5° de la primaria y el grado 7°, donde además era directora de grupo; sus horas

se completaban con un curso de Karate, deporte que ella practica. Las familias de sus estudiantes son de estratos 3 y 4, y los padres de familia, en un alto porcentaje, son profesionales.

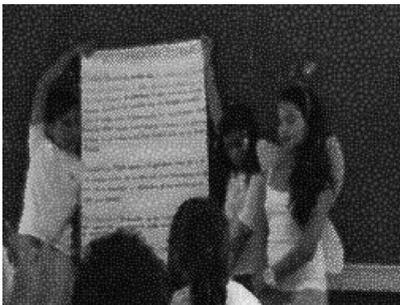
La institución tiene organizados los planes de área, las directrices para la evaluación y las sugerencias para la interacción en la comunidad educativa a través del manual de convivencia. De esta forma, Elsa tiene suficientes insumos para realizar su planeación, además la jefa de área la revisa, y le da sugerencias según los recursos disponibles o las fechas que debe tener presentes (en la institución tienen un calendario amplio de actividades conmemorativas).

Elsa planeó una secuencia de enseñanza con el tema de ecosistema para el grado 5°, el cual estaba conformado por 34 niños y niñas, con edades entre 8 y 10 años. El tema se dividió en 10 clases, distribuidas en los horarios de los lunes de 9:40 a 10:30 y de 12:40 a 1:30, y el miércoles 12:40 a 1:30; se desarrolló en 6 semanas aproximadamente (octubre-noviembre 2010). En la tabla 2 se hace referencia a ellas:

Tabla 2. Detalle actividades de enseñanza, tema ecosistema, Caso Elsa

Actividades de enseñanza	Síntesis de las observaciones
<p>Explicitación de propósitos y contenidos del tema. Exploración de ideas, tema ecosistema, con lectura en grupos del cuento «Véndame sus gallinazos» (tomado de: <i>Y qué es eso del desarrollo sostenible</i>, de Gustavo Wilchez-Chaux). Preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Explica ¿por qué crees que apareció la epidemia?» • «¿Cuál es el valor de los gallinazos en la historia?» • «Imagina un ecosistema que conozcas, ¿qué pasaría si desapareciera una de las especies que hay allí?» 	<p>Los/as niños/as se disponen rápidamente en sus puestos, tanto para escuchar a la profesora, como para la organización de equipos (de 3 y 4 integrantes cada uno). Entre ellos/as escogen la estrategia de lectura (una persona o lectura rotativa). La clase finaliza y se sugiere terminar la actividad como tarea para la casa.</p>

<p>Socialización preguntas de exploración sobre el tema. Entrega de las fotocopias:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «Características generales de los ecosistemas». • Imágenes de un ecosistema acuático y uno terrestre, para describir qué relaciones encuentran en los esquemas. 	<p>Los niños/as comentaron sus respuestas a la actividad anterior, dando cuenta de sus ideas iniciales sobre las relaciones de los seres en el ecosistema; algunos/as dieron respuesta mostrando lo que habían consultado en libros. El documento fue leído en voz alta, rotando entre varios niños/as para realizar una aproximación a los componentes del ecosistema. La última parte quedó de tarea para la casa.</p>
<p>Observación del video <i>Océanos</i>, y preguntas para resolver en la casa:</p> <ul style="list-style-type: none"> • «¿Qué es el océano?» • «¿Por qué es importante el equilibrio dentro de un ecosistema?» • «¿Por qué se dice que hay tanta diversidad en el océano?» • «¿Cómo influencia o cuál es la importancia de: a) el día; b) la noche; c) las plantas, para el ecosistema?» • «Escoge una especie que te haya llamado la atención y describe sus características físicas». 	<p>El grupo se desplazó al salón de proyección; se escucharon expresiones de sorpresa frente a las imágenes y, en algunos momentos, le hacían preguntas a la profesora sobre las especies observadas.</p>
<p>Socialización de las preguntas. Exposición magistral con mapa conceptual sobre ecosistema y documento sobre “Funcionamiento de los Ecosistemas”</p>	<p>Las respuestas de los estudiantes dan cuenta de la información del video y de la consulta adicional en la casa. El mapa es elaborado por la profesora y compartido con los estudiantes. Se aclaran algunos términos, tomando ejemplos del video, de lo que habían visto al inicio del año escolar y de la vida cotidiana.</p>

<p>Exposiciones de los niños/as sobre fauna colombiana. Actividad coevaluada por los mismos estudiantes.</p> 	<p>La profesora distribuyó a cada niño/a, desde el inicio del tema, una especie de fauna colombiana para que organizaran su exposición: principales características físicas del animal, el nicho y el hábitat.</p> <p>Algunas de las especies que se trabajaron fueron: nutria gigante, venado rojo, mariposa monarca, mono araña, tortuga morrocoy, estrella de mar, oso perezoso, guacamaya azul, danta, manatí, venado cola blanca, etc.</p> <p>Algunos niños/as se disfrazaron o llevaron algo alusivo al animal que les correspondía (la huella, el caparazón de tortuga, la aleta de tiburón, los cuernos del ciervo, la máscara de la rana); además, aunque algunos leyeron directamente de las carteleras o de sus cuadernos, un número importante de ellos/as memorizaron ciertos textos.</p>
<p>Juego de la red: «Quién se come a quien».</p> 	<p>Distribuyó a cada niño/a un dibujo (realizado por estudiantes de Elsa del grado 4º), que contenía la imagen de la especie o recurso (agua, suelo), y una breve descripción sobre sus hábitos alimenticios. El grupo salió a una cancha de básquet y, sentados formando un círculo, se hizo el juego usando una madeja de lana. Cada estudiante, según el rol que le hubiera tocado, le tiraba la madeja a su presa o recurso que necesitaba. Al final, con la red formada, Elsa explicó así el concepto de <i>red trófica</i>.</p>
<p>Exposición magistral, con apoyo de diapositivas, sobre ecosistemas colombianos. Material del Municipio de Medellín, que consta de una presentación de power point llamada <i>Mi Colombia silvestre</i>, y un juego con preguntas sobre el mismo contenido.</p>	<p>Presentó el material y discutió con los estudiantes asuntos relacionados con animales domésticos, silvestres, en extinción o amenazados, la caza ilegal, el tráfico de especies, entre otros. Luego se realizó el juego, los niños/as se distribuyeron en equipos y a cada uno se le hicieron preguntas, y si las respuestas eran acertadas, acumulaban puntos.</p>

Carrera de observación y evaluación final.	Los niños/as individualmente contestan preguntas y desarrollan ciertas actividades en cada estación. Aunque ellos expresaban cierto nerviosismo, realizaron la actividad sin problema.
--	--

En general, la participación de los estudiantes fue activa en todas las sesiones; sus comentarios, preguntas, expresiones de alegría, dan cuenta de cómo se involucran en las clases de ciencias; exponer ante el público es una estrategia que Elsa privilegia, pues ya la ha usado antes y anticipa la actitud responsable y dedicada de los niños/as en esta actividad.

La jornada escolar de la institución es de 7:00 a 1:00 p.m. Elsa cumple este horario y algunas tardes se queda con el grupo de la *Brigada ambiental*, compuesto por estudiantes voluntarios de diferentes grados escolares, los cuales, bajo el acompañamiento de ella, organizan actividades sobre reutilización de materiales y campañas ambientales. En la Institución el trabajo de Elsa es reconocido por sus colegas y la administración; y ella manifiesta su satisfacción por lo que ha realizado, y sabe que al final del año escolar, su desempeño será valorado no solo por los resultados que obtenga con los estudiantes y el cumplimiento de las directrices institucionales, sino también por la percepción que genere en los padres de familia.

¿Qué características surgieron en los casos de Elsa y Oscar, frente a su conocimiento profesional?

Primero, algunas precisiones sobre el Conocimiento Profesional del Profesor y el Pedagogical Content Knowledge (PCK)

Como señalábamos al inicio, queríamos indagar por la configuración del conocimiento profesional de estos profesores principiantes. Para ello, retomamos las ideas de Shulman (1986) por considerar que las discusiones que propuso fueron movilizadoras del campo de estudio sobre los profesores. El concepto de *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*, que algunos autores traducen como Conocimiento Pedagógico del Contenido (Garritz & Trinidad-Velasco, 2006) y otros como Conocimiento Didáctico del Contenido (Bolívar, 2005; Valbuena, 2007), hace referencia a un cuerpo de conocimientos específicos de la enseñanza, que

representa la mezcla del contenido (saber específico) y la pedagogía, que sirve para comprender cómo el profesor/a organiza, representa y adapta –a los diversos intereses y habilidades de los estudiantes (individual y colectivo)–, determinados temas, problemas o cuestiones de su disciplina (Shulman, 1987).

El PCK ha generado diversas discusiones no solo por las traducciones que se han hecho, sino también por los elementos que lo conforman y las relaciones que se establecen con el Conocimiento Profesional del Profesor (Marcelo, 1992; Park & Oliver, 2007; Valbuena, 2007). Asimismo, reconocemos que diferentes autores de Iberoamérica y de Colombia lo traducen con frecuencia como Conocimiento Didáctico del Contenido, CDC, no obstante, hemos elegido dejarlo en su lenguaje original por dos razones: la primera, porque consideramos que el PCK es un tipo de conocimiento que en la práctica de un/a profesor/a implica una relación intrincada de procesos no solo didácticos sino también pedagógicos y curriculares, difícilmente separables en los momentos de planeación, enseñanza y reflexión que vive un docente. Y ya que el núcleo de la propuesta del PCK está en la indagación de estos procesos de transformación del contenido, consideramos que la preparación de materiales, la representación de ideas, la elección didáctica, la adaptación de las representaciones a las características generales del grupo de estudiantes, la adecuación a las características específicas de cada estudiante (Shulman, 2005, p. 21), son justamente procesos que se tejen y anudan en la práctica profesional docente y le dan su singularidad.

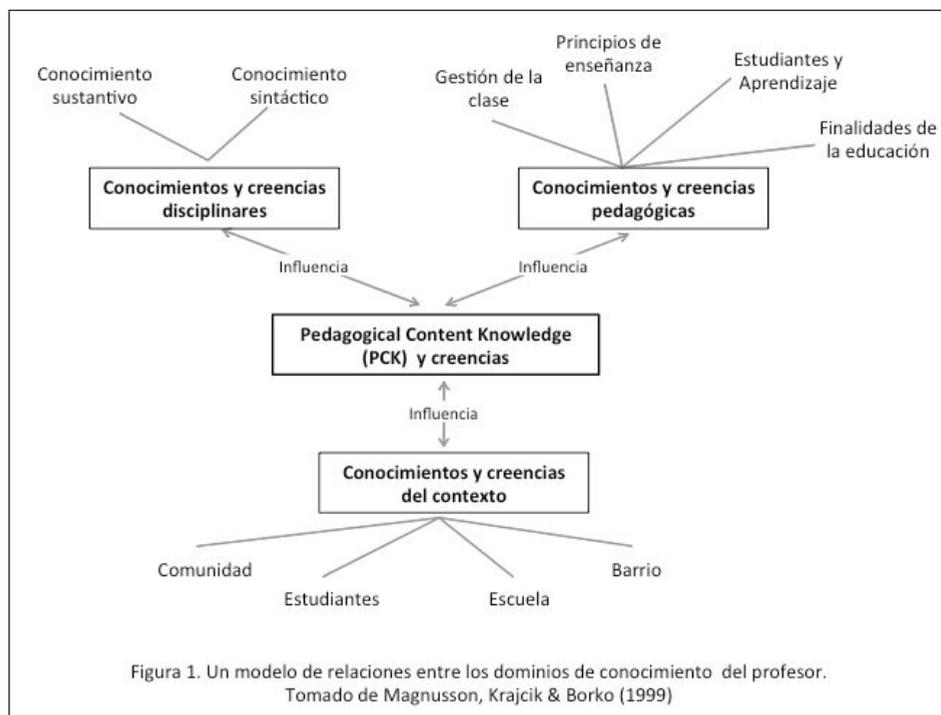
La segunda está ligada a las discusiones que se han dado a nivel histórico entre la pedagogía y la didáctica, donde la segunda, en el ámbito anglosajón, adquiere una connotación «negativa» y lo significan como «prácticas educacionales formalistas que combinan lo dogmático con lo insípido» (Hamilton, 1999, p. 20). Entonces, se consideró que al remitirnos al *Conocimiento Didáctico del Contenido* (CDC), los futuros lectores anglos puedan prevenirse y, tal vez, desestimar la total dimensión de este tipo de conocimiento. Igualmente, al traducirlo como *Conocimiento Pedagógico del Contenido* (CPC) en contextos como el nuestro, donde las discusiones entre Pedagogía y Didáctica siguen estando presentes como campos de saber separados, que hasta compiten en la formación docente, entonces el CPC se puede interpretar excluyendo a la didáctica, y así esta nominación también se vuelve limitante.

Entonces, optamos por utilizar la sigla PCK como una forma personal para intentar abarcar –en lugar de restringir– la mirada en la investigación sobre los procesos y elementos que surgen en la práctica docente de un profesor/a y, sobre todo, en la transformación del conocimiento que va a enseñar. Esta ruta nos permitió reconocer algunas de las características del PCK que la comunidad académica ha logrado consensuar, como son: el PCK incluye categorías separadas de conocimiento que son aplicadas sinérgicamente a problemas de la práctica; que es dinámico (no estático); el contenido (disciplina científica) es central en el PCK; y que el PCK implica la transformación de otros tipos de conocimiento (Abell, 2008, p. 1411).

Segundo, la descripción de los componentes del Conocimiento Profesional del Profesor

Con el propósito de delimitar los elementos teóricos y metodológicos de la investigación, se adoptó la propuesta del grupo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999), que sienta sus raíces en los trabajos de Shulman y Grossman, pero además con la ventaja de concentrarse en estudios sobre profesores de ciencias naturales. Se considera que esta propuesta tiene dos fortalezas, la primera es que se visualiza el *conocimiento profesional del profesor* como una interacción de cuatro tipos de conocimiento: el pedagógico, el disciplinar (saber específico), el del contexto y el PCK (ver figura 1). La segunda, es que asumen el PCK como el resultado de la transformación⁵ de estos otros conocimientos, que interactúan y se relacionan con los contextos de actuación de los profesores/as, y en esa medida, esta perspectiva del grupo de Magnusson estaba acorde con algunas de las características de la inserción profesional.

5 Reconociendo las discusiones que se dan sobre si el PCK es producto de la «integración» y/o «transformación» del conocimiento, como lo sugieren Mora y Parga (2008)., pPara esta tesis se privilegia el concepto de transformación.



- **El Conocimiento Pedagógico General** incluye todas aquellas representaciones, conocimientos, destrezas –de forma genérica– que posee el profesor, cuando llega a un aula de clase, sobre la enseñanza (la pedagogía, la didáctica, evaluación) y el aprendizaje.

En cuanto a este tipo de conocimiento, podemos decir que en los casos de Oscar y Elsa, a diferencia de lo reportado en la literatura sobre profesores principiantes (Veenman, 1984; Marcelo, 1992; Goddard & Foster, 2001), los problemas relacionados con la gestión del aula y el control de la disciplina no fueron tan determinantes en el desarrollo de sus secuencias de enseñanza.

En términos generales se considera que algunas características de las instituciones educativas donde estaban trabajando, ayudaron a sobrellevar situaciones propias de la gestión del aula, que se presentan normalmente en procesos de enseñanza y aprendizaje, como son: la organización de los estudiantes individualmente o en grupos, la definición de los tiempos para cada actividad, el favorecer o no la interacción entre estudiantes y entre estudiantes y profesor, entre otros. Es posible que en este punto ellos evoquen aprendizajes de la práctica pedagógica

de su formación inicial, no obstante se expresa en su discurso la importancia de las rutinas establecidas desde los colegas, la administración y los padres de familia, para lograr el manejo del grupo y el control de la disciplina en el aula.

En relación al control de disciplina, los dos generan en sus clases diversas estrategias que dan cuenta de las concertaciones que han hecho con los estudiantes, desde el inicio del año escolar, por ejemplo para respetar el turno de la palabra, permanecer en su puesto o seguir instrucciones. Y es que el control de la disciplina en el aula está relacionado con el conocimiento que tiene el profesor/a de las características de los estudiantes y de los grupos, condición que no es fácil para un profesor/a nuevo en tanto apenas se está involucrando en las dinámicas institucionales y están en un ejercicio de reconocer a los niños/as, y también en una construcción de rutinas que le permitan concertar normas y límites de los comportamientos que son permitidos en el aula.

De acuerdo con Bullough (2000), la «carencia de esquemas elaborados sobre los niños» (p. 107) es una de las razones para que los profesores principiantes tengan dificultades en el manejo de la disciplina, no obstante, para los casos de Elsa y Oscar, que ya llevaban un tiempo en las aulas, y especialmente para Elsa, que llevaba más de un año en la institución, se ha logrado cierto nivel de conocimiento de las características de los niños/as y esto favorece que en los momentos que requieren silencio en su clase, lo logren con relativa facilidad: levantar la mano y quedarse en silencio mientras todos los niños/as van haciendo lo mismo, mencionarles en tono fuerte que los enviará a la biblioteca y luego les hará una evaluación (Oscar), llamarlos por sus nombres y aclarar la acción que se espera de ellos en el momento (Elsa), etc.

En cuanto a la planeación, concebida como una actividad «de alta complejidad cognitiva, en la cual el profesor tiene que aplicar su conocimiento desde los diferentes dominios» (Magnusson et ál., 1999, p. 95), y como una «actividad mediadora entre el pensamiento y la acción» (Porlán, 1997, p. 88), encontramos que tanto Oscar como Elsa la utilizan, aunque Elsa confiesa que al inicio de su experiencia docente tuvo dificultades para adecuarse al diligenciamiento de formatos, como le exigía la institución. Se resalta en estos casos, que los dos tienen algún tipo de orientación institucional para organizar su planeación, pero solo a Elsa le hacen una revisión que le permite aprender de esta tarea. El acompañamiento de la jefa de área va más allá de una rutina de trabajo colaborativo entre

docentes; implica la posibilidad de que Elsa pueda comparar puntos de vista, tener en cuenta aspectos que omitió o restó importancia, adecuar lo planeado a una realidad que ella apenas conoce y que su colega ya maneja... de ahí deviene su importancia.

No obstante, también se encontró que la planeación en estos casos tiende a ser un instrumento más bien rígido, ya que la siguieron sin modificación, incluso sin tener en cuenta las ideas alternativas de los estudiantes. Esto puede entenderse desde la postura que tiene el principiante en su proceso de aprender a enseñar, y estar concentrado/a en la experimentación de su propio diseño de la planeación. Por ello, lo que surge es la necesidad de ayudarles a que estas rutinas básicas de la docencia, entendidas como «saberes en la acción, derivados del conocimiento experiencial de la acción (es decir, por contacto directo) y transformadas en formas de actuar que permiten evitar una reflexión demasiado prolongada» (Tardif, 2004, p. 148), requieren a la vez de tiempo y constancia por parte de cada profesor/a. Oscar y Elsa están en ese proceso de construcción de sus propias rutinas.

El Conocimiento del Contenido. Este conocimiento está relacionado con los contenidos de la disciplina (nociones, conceptos, procedimientos, su historia y epistemología, etc.) que el profesor/a va a enseñar; «el profesor no solo tiene que entender que algo es así, sino también por qué es así, cuáles son las razones que justifican el enunciado, en qué circunstancias podría debilitarse nuestra convicción al respecto, e incluso llegar a rechazarse» (Shulman, 1986, p. 211). De igual forma, este conocimiento está relacionado con las estructuras *Sustantivas* y *Sintácticas* del contenido (Grossman, Wilson & Shulman, 2005), que caracterizan a cada disciplina.

Sobre este componente, en los casos en cuestión, se pone en evidencia que cada uno de los profesores/as ha construido para sí mismo/a, una estructura particular de las disciplinas –de la biología para Oscar y de la ecología para Elsa–. Aunque los dos cursaron el mismo programa de formación inicial, es claro que sus creencias, intereses y experiencias, antes y durante la formación, influyeron en esta construcción diferenciada, que a su vez se refleja en la manera como organizan los contenidos de enseñanza de ciencias naturales que tienen a su cargo.

Aunque el programa de Licenciatura que cursaron está cimentado en una perspectiva contemporánea de la ciencia, en el discurso y las prácticas de aula

de los dos profesores/as participantes, solo se manifiestan algunos rasgos de esta perspectiva. Oscar y Elsa reconocen que los científicos estudian, se reúnen y generan modelos explicativos de objetos y fenómenos de la naturaleza; reconocen instrumentos, métodos y procedimientos experimentales como rutas de investigación; muestran de alguna manera, que el conocimiento se ha producido en ciertos contextos y épocas, además de que está en continuo desarrollo. Pero se encontró que ambos privilegian en sus conversaciones (entrevistas y en las clases) rasgos de una perspectiva más tradicional de la ciencia, ya que resaltan la responsabilidad individual en el «descubrimiento» del conocimiento, además, mencionan cómo los científicos observan la realidad e infieren a partir de ella el conocimiento; se hace referencia a este como un producto acabado y cierto; finalmente, se asume que todo esto es «transmitido» a la sociedad y a la Escuela, y que los profesores/as son solo «mediadores» de ese proceso.

En cuanto a los conceptos específicos que se utilizaron en las secuencias de grabación, se puede decir que estos representan un lugar importante dentro de la biología y la ecología, para su explicación y comprensión disciplinar. Aunque la elección de «célula» y «ecosistema» se debió a razones coyunturales, del currículo y el periodo escolar en el cual se hizo la recolección de información, se puede decir que, igualmente, estos corresponden a temas de reiterado uso en el currículo escolar colombiano y en las pruebas periódicas que realiza el Gobierno.

El concepto de célula es «clave» en el conocimiento biológico, como lo muestra el estudio de Rodríguez (2000), pues:

se trata de un concepto que determina la estructura y el funcionamiento de todo el mundo vivo; condiciona, por tanto, su comprensión, su interpretación, la representación que del mismo se haga en el conocimiento que generan como intermediaria entre ese mundo vivo y el sujeto que pretende acercarse a él para entenderlo y aprehenderlo (p. 237).

Sin embargo, es un concepto que en el medio escolar tiene dificultades en su enseñanza. Caballer y Giménez (1993) mencionan que el concepto de célula es «muy abstracto, construido a partir de numerosas investigaciones en microscopía electrónica y bioquímica», por ello «pretender un nivel de conceptualización funcional de correspondencia de morfología y función no parece muy sensato» (p. 63). Los autores también señalan que:

conocer el interior celular solo tendrá sentido cuando pueda hacerse intervenir la estructura en los procesos vitales de la célula. Mientras las funciones no puedan ser bien comprendidas, será en vano exigir el aprendizaje de estructuras y orgánulos celulares, aunque sea a nivel muy sencillo, pues quedará reducido a la memorización de parejas «orgánulo-función», que en poco tiempo serán olvidadas o confundidas (p. 66).

Por lo anterior, es comprensible que Oscar estuviera preocupado por saber que sus estudiantes iban a tener el «primer contacto» con la célula, pero desafortunadamente, por la influencia de sus propias creencias sobre la materia a enseñar, la manera cómo cree que se construye el conocimiento biológico ligado a la observación a través del microscopio y su énfasis en la presentación de hechos y teoría (celular), pierde de vista justamente estas posibles dificultades que pueden tener los niños/as del grado 4º frente a este concepto y se concentra en trabajar solo las partes y las funciones.

En cuanto al concepto de ecosistema, al igual que otros de la ecología, Jiménez-Aleixandre (2007) recuerda que estos generalmente se presentan en los medios de comunicación, pero muchos «son utilizados de forma distorsionada» y por ello, aunque despierten gran motivación, generan «un cierto número de dificultades». Por ejemplo, muestra la gran complejidad que tiene comprender las «redes alimentarias», tal como lo manifestó Elsa en las entrevistas, ya que implica «identificar los niveles alimentarios, las conexiones entre ellos, el reconocimiento de que estas conexiones no son lineales (cadenas) sino ramificadas (redes), y la comprensión de que las relaciones no se establecen entre individuos, sino entre poblaciones» (p. 135).

Fue llamativo encontrar que en ambos casos, los dos evocan varias de sus experiencias como estudiantes de la Licenciatura, especialmente de algunos cursos (microbiología, ecología, didáctica) y de ciertos consejos de sus profesores. Esto es comprensible, en tanto la formación inicial es para ellos el referente más cercano de cómo estructurar el contenido, y este resultado coincide con el estudio de Gudmundsdóttir y Shulman (2005), que al comparar lo que distinguía al profesor veterano del principiante en la enseñanza de la historia, encontraron que justamente la tendencia del principiante era «inspirarse directamente en su conocimiento del contenido tal y como lo aprendió en la universidad» (p. 3).

La Licenciatura que ellos cursaron está concebida como una propuesta innovadora en la formación de maestros de ciencias naturales y educación ambiental, en donde dialogan espacios relacionados con la historia y epistemología de las ciencias, la sociología, la didáctica de las ciencias y el saber específico de la biología, la química, la física, las matemáticas y la ecología. No obstante, lo que se identificó a través de estos casos, es que al parecer en los cursos científicos, seguimos promoviendo una visión fragmentada de la ciencia, en lugar de una perspectiva donde se vea al conocimiento disciplinar como un «tipo de conocimiento rico y flexible» (Putman & Borko, 2000, p. 236).

Sabemos que la comprensión de la disciplina es importante, pues le brinda al profesor/a más posibilidades de organización y planificación de su enseñanza; y las investigaciones muestran que los profesores con una comprensión más rica de la materia «tienden a poner de relieve en sus asignaturas los aspectos conceptuales, la resolución de problemas y la indagación». Cuando los profesores conocen menos la materia, «tienden a poner de relieve los hechos y los procedimientos» (Putman & Borko, 2000, p. 230). En los casos en cuestión se evidencia esto último, especialmente en Oscar, quien escoge sobre todo un enfoque descriptivo de la biología, privilegiando las definiciones, principios y el uso de algunos rasgos del método científico para trabajarlos con sus estudiantes; lo cual está ligado a sus concepciones sobre la manera como aprenden los niños/as en la básica primaria.

Tomando en consideración que si el profesor/a conoce la estructura sintáctica de la materia es posible que tenga en cuenta los procesos de construcción del conocimiento científico, y que a su vez esto se pueda reflejar en ciertas actitudes dentro de su propio proceso de aprendizaje y acercamiento a la nueva información para tomarla o descartarla, se puede decir que los dos profesores principiantes tienen cierta conciencia de esta situación. La expresión reiterada de que necesitan estar en continua actualización y la búsqueda en diferentes fuentes de la información para construir algunos de sus materiales, da indicios sobre su idea de que el conocimiento avanza, cambia y que ellos deben estar abiertos a su comprensión. Sin embargo, este enfoque –de mostrar el conocimiento en construcción y en continuo cambio– no es tan evidente en las clases ni en las conversaciones y actividades que realizan con sus estudiantes, dando tal vez una imagen de la ciencia opuesta a la que ellos asumen para sí mismos.

Por lo anterior, concluimos que frente al conocimiento disciplinar, estos dos profesores están en un proceso de elaboración y reelaboración del saber específico (biología y ecología), y sobre todo de los contenidos escolares de estas dos disciplinas, los cuales han construido para sí mismos a partir de la formación inicial y de su relación con otras fuentes de información, como los textos y la internet.

- El tercer componente del conocimiento profesional es el **Conocimiento del Contexto** y tiene que ver con las preguntas de dónde y a quién se enseña. Se asume que cada profesor debe conocer la institución educativa donde labora, a sus compañeros, a sus estudiantes y, con ello, toda la cultura, características y relaciones que se establecen con el entorno donde se desempeña. De ahí que sea un conocimiento que se construye en la medida en que ingresa a una nueva comunidad, esto incluye la relación con lo social y sus vivencias desde lo laboral-profesional hacia una nueva cultura docente.

Para nuestra investigación este componente estaba en directa relación con las características de la inserción profesional y se hablará de él más adelante.

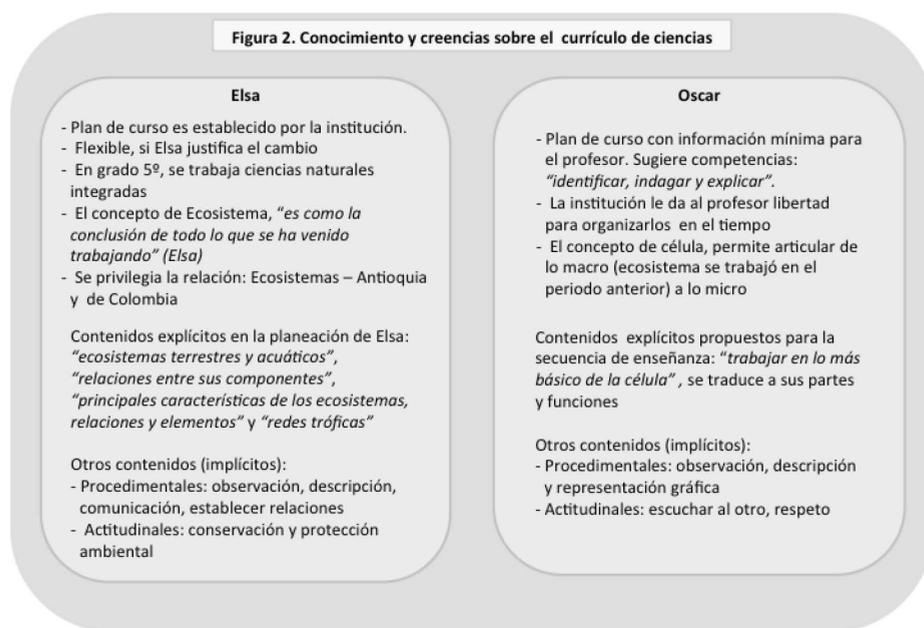
- El cuarto componente del conocimiento profesional es el **Pedagogical Content Knowledge (PCK)**. Shulman (1987) lo sugiere como un cuerpo de conocimientos específicos de la enseñanza, que representa la mezcla del contenido (saber específico) y la pedagogía, y que sirve para comprender cómo el profesor/a organiza, representa y adapta –a los diversos intereses y habilidades de los estudiantes (individual y colectivo)– determinados temas, problemas o cuestiones de su disciplina.

En la propuesta del grupo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999, p. 97), se identifican cinco componentes del PCK y sus respectivas interrelaciones, las cuales se tomaron como orientación teórica y metodológica para la investigación:

- *conocimiento y creencias sobre el currículo de ciencias;*
- *conocimiento y creencias sobre las ideas y la comprensión que tienen los estudiantes sobre tópicos específicos de ciencias;*
- *conocimiento y creencias sobre la evaluación;*
- *el conocimiento y creencias sobre las estrategias para la enseñanza de las ciencias; y*
- *la orientación de la enseñanza de las ciencias.*

En cuanto al *conocimiento y creencias sobre el currículo de ciencias*, sobresale que los dos profesores tienen en cuenta los documentos institucionales, que a su

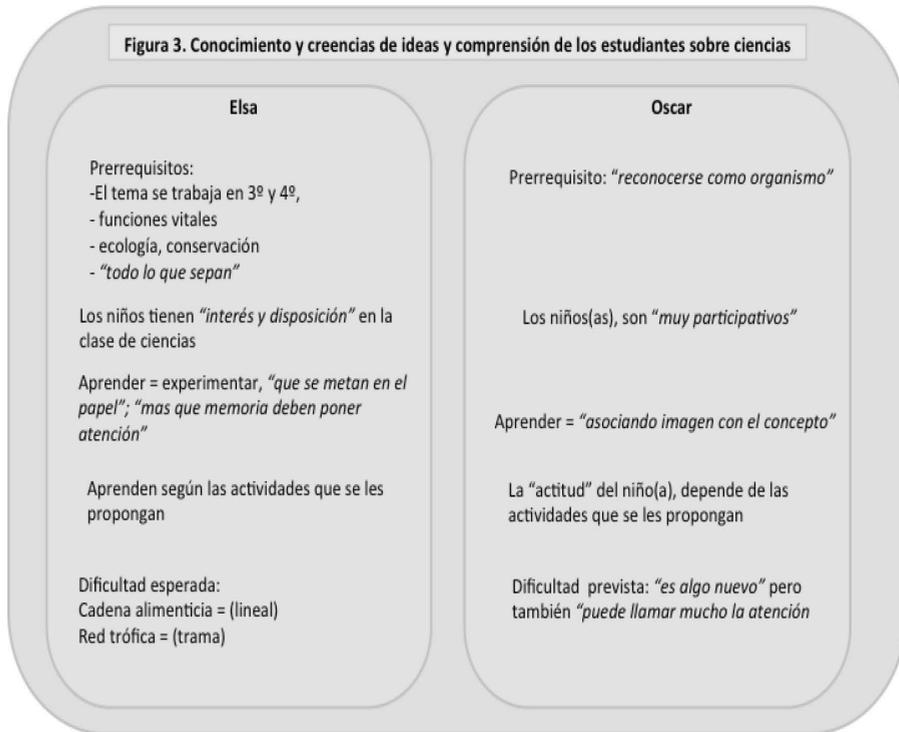
vez retoman elementos de las directrices del MEN. Cada uno/a tiene la posibilidad de organizar los contenidos según los tiempos escolares; y en las dos instituciones se aboga por el trabajo del área de ciencias naturales de forma integrada. Las creencias sobre los conceptos de célula y ecosistema que tienen Oscar y Elsa, respectivamente, influyen en la manera como los ubican en la estructura curricular del área (orden vertical y horizontal). En la figura 2, se sintetizan otros elementos frente a esta categoría⁶:



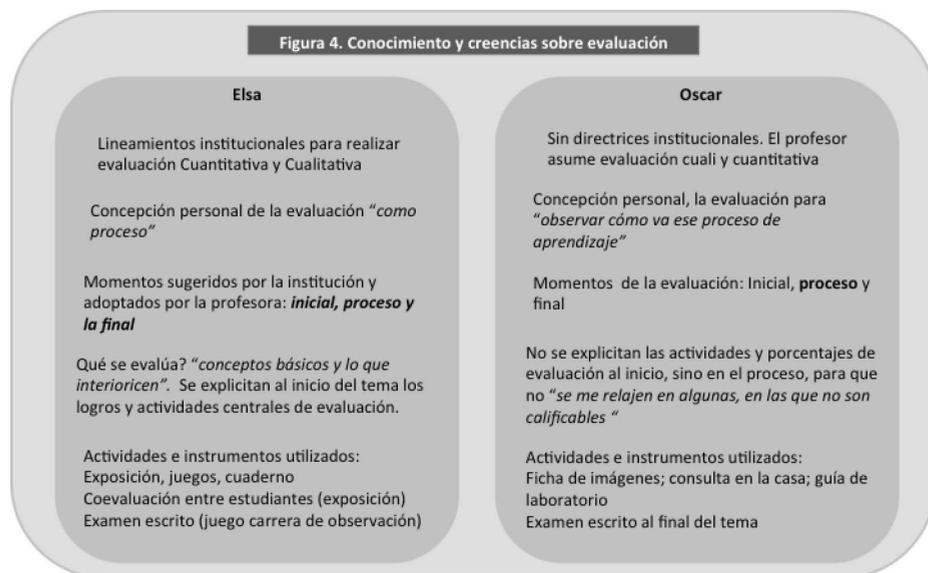
Conocimiento y creencias sobre las ideas y la comprensión que tienen los estudiantes sobre tópicos específicos de ciencias. Oscar y Elsa tienen sus propias ideas sobre cómo los estudiantes de la básica primaria aprenden, privilegiando la asociación de las imágenes con los conceptos y actividades que propicien su participación (Figura 3). Sienten que su formación los preparó más para la básica secundaria, de ahí sus temores y cuestionamientos sobre el tipo de «transposición» que deben realizar. Tienen en cuenta el componente afectivo de la motivación y menos el componente cognitivo. De igual forma, conocen que es importante tener en cuenta los prerrequisitos y las concepciones alternativas, pero Oscar

⁶ En los esquemas, las frases en letra cursiva y comillas son tomadas textualmente de las entrevistas y de las clases con los participantes, o de algunos documentos institucionales.

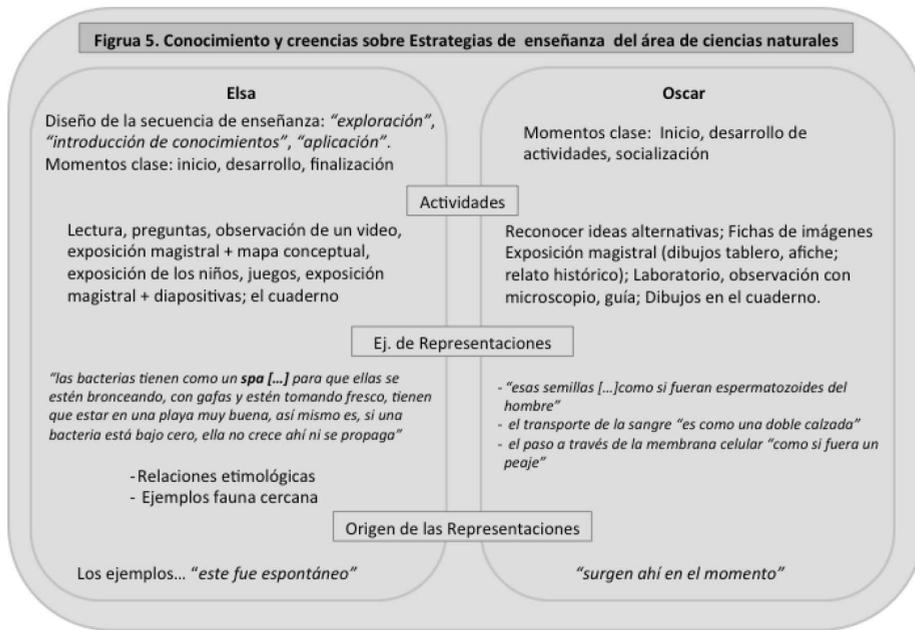
tiene dificultad en identificar los posibles obstáculos a los que van a enfrentarse sus estudiantes con el concepto de célula.



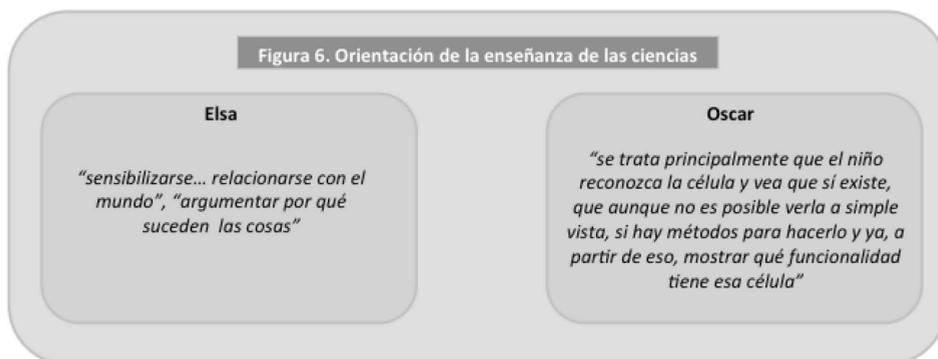
Sobre la *evaluación*, tienen también sus propias ideas y escogen alternativas para implementarla en el aula (momentos y tipos de evaluación). La relacionan con su función pedagógica, y reconocen que no solo debe hacerse al final, sino durante todo el proceso. Elsa y Oscar muestran diferencias en el papel que tienen los estudiantes frente a la evaluación; Elsa les da más posibilidades de autorregulación y propone la coevaluación de las exposiciones; mientras para Oscar, el rol de evaluación está centrado en el docente (figura 4).



En relación con las *estrategias para la enseñanza de las ciencias*, vimos en la descripción de los casos, que estas son variadas y generan participación en los grupos. Las principales tensiones se dan al tratar de incorporar su secuencia de enseñanza a una perspectiva teórica del ciclo del aprendizaje, pues la mencionan en las entrevistas pero no es fácil de visualizar en la planeación y acción. Uno de los aspectos que se considera preocupante es el lugar que se le da a las representaciones; para los dos, tienen un origen espontáneo durante la clase, y tal vez por ello, al no prepararse con anticipación, pierden el poder explicativo que podría generar una imagen, un ejemplo, una analogía. Oscar y Elsa, en la entrevista de autoconfrontación, reconocieron esta situación y la necesidad de prepararlas de manera diferente, para que estas representaciones ayuden en la comprensión de los fenómenos y conceptos del área. En la figura 5 se evidencian otros elementos de esta categoría:



Finalmente, *sobre la orientación de la enseñanza de las ciencias*, como una categoría que recoge y sintetiza las anteriores, vemos que en los dos casos, esta orientación está construyéndose a la par, que los profesores van definiendo la manera como quieren enseñar el área. Sus propósitos y metas se encaminan a buscar una formación científica que le ayude al estudiante a comprender su mundo y amplíe su sensibilidad; pero también, se visualiza un interés por mostrar el área desde una perspectiva tradicional de la enseñanza y el aprendizaje. En la figura 6, algunas expresiones de Elsa y Oscar:



¿Cómo viven Oscar y Elsa el ingreso al campo laboral y profesional? ¿Qué implicaciones tiene para la configuración de su conocimiento profesional?

De las múltiples definiciones que encontramos sobre la inserción profesional, consideramos que Tardif (2005) la describe desde dos dimensiones que interactúan mutuamente y nos ayudan a entender las diferentes variables que la afectan: la primera dimensión está relacionada con el proceso de búsqueda de empleo, situación que está determinada por las condiciones que cada país ofrece para pensar en la docencia como profesión (ingreso, deserción, jubilación). La segunda dimensión permite ver la inserción como una fase de la carrera docente, que está entre la formación inicial y la formación continua de los docentes, y que tiene características y problemáticas propias.

La búsqueda del empleo

Para nuestros casos, la búsqueda de empleo de Elsa y Oscar fue a través de rutas diferentes, desde su iniciativa propia y en instituciones educativas privadas, cada una de las cuales les hizo su entrevista y la revisión de la hoja de vida; la mayor diferencia fue que Oscar envió su hoja de vida, mientras a Elsa le hicieron la invitación directa para trabajar en el colegio donde terminó su bachillerato.

Tanto Elsa como Oscar, empezaron a trabajar y recibieron alguna información sobre las características institucionales y las tareas que tenían que realizar. Una diferencia entre las dos instituciones que los reciben, es que la de Oscar no le ofrece materiales actualizados (Manual de convivencia, p. ej.), y el plan de estudio del área de ciencias naturales es sintético y sin suficiente información que lo oriente en términos de propósitos de formación científica, metodologías o características de la población que atiende la Escuela. Además, aunque la Coordinadora de la institución mencione que trabajan en núcleos, en el tiempo que registramos este caso no se habían reunido, y Oscar manifestó su inconformidad por sentir que estos espacios para dialogar y concertar no eran aprovechados de forma adecuada (la reunión semanal de profesores era de 1 hora); incluso menciona que el trabajo con las colegas «*es lo más complicado de la docencia [...]»* (E.1, p. 3, Oscar), al sentir la diferencia del trato con los compañeros de trabajo.

En el caso de Elsa, la institución educativa ha participado en un proceso de certificación (ISO), y en esa medida cuenta con diferentes documentos institu-

cionales, manuales de funciones para los profesores/as que asumen tareas de dirección de cursos y los planes de estudio de cada área. Igualmente, el área de ciencias naturales está conformada por un equipo de cinco docentes a cargo de una profesora (Jefa de área), y entonces Elsa entra a formar parte de ese grupo y tiene la posibilidad de dialogar sobre su planeación y cualificarla con las recomendaciones que le hacen. Elsa ya llevaba un año en la institución, y esto, en alguna medida, le había permitido entender las dinámicas para trabajar con otros colegas y administrativos, e incluso, para reorientar su trabajo en aras de evitar repetir ciertos problemas que tuvo en el primer año. Por ejemplo, la queja de algunos padres de familia porque no atendía bien el manejo de la disciplina en el aula, no les llamaba la atención a los estudiantes en el momento oportuno y los cuadernos estaban en desorden; por eso Elsa, recordando esos días, menciona: *«los dos primeros períodos me llamaron mucho la atención» [...]»* (E. 1, p. 8, Elsa).

Se puede decir, en términos generales, que tanto Elsa como Oscar tuvieron un proceso de inducción breve, y restringida la información global de la institución y la normatividad, sin considerar necesariamente los intereses y necesidades que estos dos jóvenes docentes tenían en esos momentos.

La inserción como una fase de la carrera docente

Ahora bien, si pensamos la inserción como una fase de la carrera docente, podemos decir que en nuestro país, aunque se han generado discusiones y reglamentaciones sobre la profesión docente, el acceso y la permanencia en la carrera, la evaluación, etc., estas se han concentrado o en la formación inicial o en la formación continua, sin diferenciar, en esta última, los años de trabajo docente de los educadores.

Es indudable que el MEN, ha intentado avanzar en la configuración de un sistema y la política de formación docente del país, como puede verse en documentos del 2007 y el 2009⁷, y de manera más intensa precisamente en este año (2013), con la invitación a las discusiones sobre este tema a través de internet⁸; pero en la revisión realizada a estos materiales, podemos decir que todavía requieren de

7 Documento borrador «Políticas y sistema colombiano de formación y desarrollo profesional docente» (MEN-UNAL, 2009).

8 Se puede consultar en: <http://www.colombiaaprende.edu.co/html/productos/1685/w3-propertyvalue-48742.html> (recuperada en mayo 2013).

discusión en la comunidad académica, pues la propuesta incluye nuevamente la formación inicial, en servicio y la avanzada, y se deja de lado la *inserción profesional*, como posibilidad para reorientar la formación docente y el desarrollo profesional para atender a esta población de profesores.

Para aquellos profesores que ingresan al sector oficial a través del concurso docente, el siguiente paso es asistir a una *inducción*, que se vincula directamente con el inicio del periodo de prueba, desconociendo que estos dos procesos tienen funciones distintas y al ligarse como condición para la inscripción en la carrera docente, pierden el sentido formativo que deberían tener. En las instituciones educativas privadas, esta *inducción o bienvenida* es definida según los intereses y procesos que hayan establecido, por ejemplo, instituciones como la de Elsa, que ha pasado por una certificación ISO, que en cierta forma exige que el ingreso de personal nuevo sea regulado.

De todas maneras podemos decir que Oscar y Elsa participaron de una inducción bastante informal a cargo del funcionario de turno. A Oscar lo llamaron para una reunión de inducción, en compañía de todos los profesores de la Escuela; hablaron de los fundamentos filosóficos y distribuyeron los grupos de estudiantes. Él pensó que luego le darían más información y documentos de apoyo, pero al día siguiente ya tuvo que hacer habilitaciones del año anterior y empezar a trabajar con el grupo 4°. En el caso de Elsa, la inducción para nuevos docentes tenía una duración de tres días y se hizo en el mes de diciembre de 2008, según nos contó la coordinadora. Así que Elsa, al vincularse en enero de 2009, no pudo participar de esta inducción, pero en su lugar hicieron un empalme personalizado, y le entregaron documentos y funciones como coordinadora del grupo 7° y como profesora del área de ciencias en la primaria.

Para empezar a construir puentes en lugar de abismos...

Como vemos en estos casos, el ingreso de un/a profesor/a nuevo/a en la institución educativa, implica una serie de interacciones y procesos que van más allá de las actividades de enseñanza y aprendizaje que suceden en el aula y, por ello, consideramos deberían valorarse y replantearse de forma diferente.

La falta de información sobre el contexto institucional, desencadena una serie de situaciones que pueden afectar tanto al docente como a la Escuela: el

profesor/a tarda más tiempo en reconocerse como miembro de esa comunidad, y puede enfrentar más dificultades para adaptarse a los requerimientos, funciones y metas que debe cumplir, pues desconoce qué se espera de él o ella; pueden surgir malentendidos y conflictos en las vías regulares de comunicación (con estudiantes, padres de familia, colegas), generando a su vez un ambiente de tensión, la pérdida de tiempo que podría emplearse de forma distinta y un desgaste (emocional y físico) para todos los involucrados. Además, la institución pierde la posibilidad de identificar con mayor claridad las fortalezas y debilidades del nuevo profesor/a, y que este pueda adquirir un sentido de pertenencia para luchar por los propósitos comunes que los identifican. En consecuencia, se considera que la inducción y proceso de bienvenida que se realizan en las instituciones escolares, deberían pensarse como un paso necesario y de gran valor para el aprendizaje docente, y además como una oportunidad para cualificar las dinámicas escolares.

De igual forma, la falta de procesos de inducción y acompañamiento en las instituciones, y el asumir que el bagaje que traen de la formación inicial los docentes es suficiente –lo que sucedió en los casos de Oscar y Elsa– ocasionó que sus inicios de periodo en cierta forma fueran solitarios, intuitivos, de ensayo y error. Paralelamente intentaron alcanzar sus propias metas personales, desde sus creencias y deseos, construyendo determinadas rutinas, generando estrategias de supervivencia y empezando a moldear su propia identidad profesional; un proceso aislado, silencioso, que seguramente imprimió huellas no siempre favorables para su futuro desarrollo profesional.

La experiencia del primer año docente confronta a Oscar y a Elsa con los diversos miembros de la comunidad educativa, con los asuntos administrativos y académicos de las Escuelas, con los estudiantes y consigo mismos. Las Escuelas, aunque el profesor/a no esté de acuerdo con ciertos asuntos administrativos y académicos, los asume generando estrategias de socialización que pueden ser llamadas de «adaptación» (Vonk, 1993), que se caracterizan porque el profesor/a desplaza sus ideales y se sumerge en la inercia institucional; esta actitud le evita conflictos a la Institución; tal vez por esto los acepta de este modo, asumiendo como lógico y normal que la voz del profesor/a nuevo/a quede opacada y silenciada por su falta de «experiencia». Con los padres de familia y apoderados de sus estudiantes, aparecen conflictos especialmente porque los profesores sienten que hay incumplimiento de responsabilidades, por la indiferencia de algunos padres frente a la educación de los hijos y por el desacuerdo que tienen

en algunas actividades que se proponen en el aula (tareas y evaluación). Y en cuanto a los conflictos con los estudiantes, aunque Oscar y Elsa tuvieron alguna confrontación con ellos, la relación que establecen es una de las más importantes para reafirmar su labor y valorar su desempeño, de ahí que Jordell (1987) señala la potencia que tienen los estudiantes en la socialización de los profesores en los primeros años de docencia.

La confrontación consigo mismo/a es también permanente: sus actos son observados, monitoreados, registrados, para dar cuenta de lo que hacen o dejan de hacer. Por ello, Goddard y Foster (2001) llaman la atención sobre el «conflicto de emociones» que vive el profesor/a principiante cuando ha conseguido un empleo: por un lado está feliz de lograr una posición y saber que puede llegar a contribuir a la sociedad desde la profesión que ha elegido, pero por otro, él o ella se sienten nerviosos y cuestionan si sus propias capacidades serán suficientes para satisfacer las expectativas tanto intrínsecas como extrínsecas (p. 358).

Podemos decir entonces, que el conocimiento profesional de Oscar y Elsa está en continua construcción y transformación en este periodo de la inserción profesional; la práctica del docente está ligada al contexto institucional y social de la profesión, y estos factores afectan lo que hace y deja de hacer el profesor principiante. Incluso es posible afirmar que tal vez la transformación del conocimiento del área de enseñanza puede pasar a un segundo plano frente a las múltiples demandas que se le hace a un profesor en esta etapa de la carrera. De igual forma, en la medida en que ciertas rutinas se estabilizan en estas interacciones con el aula, lo institucional y lo social, el profesor principiante puede concentrarse más en la elección de representaciones y actividades que tengan más pertinencia para lograr aprendizajes en sus estudiantes.

Las recomendaciones del grupo de Magnusson (1999) fueron importantes para mirar los componentes del conocimiento y las relaciones vinculantes entre ellos. Los lazos que establecen con el currículo del área de ciencias, con las estrategias de enseñanza y evaluación, con el conocimiento que tienen (o no) de sus estudiantes, y a su vez, cómo estos elementos están indudablemente conectados con el contenido específico de la secuencia de enseñanza elegida, con el conocimiento pedagógico y con el contexto, son parte del patrimonio para pensar de forma renovada sobre los profesores principiantes de ciencias naturales.

Lo obtenido en esta investigación también pone de presente la urgencia de revisar no solo las características del plan de formación de nuestra Licenciatura, los contenidos, estrategias de enseñanza, aprendizaje y evaluación, sino también la manera como se está invitando a los futuros maestros/as a realizar la comprensión de la estructura sintáctica y sustantiva de las disciplinas, especialmente de la biología y la ecología, como ejes transversales. Es además necesario revisar las oportunidades que les damos a los maestros en formación, para aplicar los elementos teóricos de la didáctica y la pedagogía. Retornar la mirada a la planeación como un instrumento que orienta las actividades en el aula, pero también como un medio de comunicación con los estudiantes, como una fuente de experimentación para que los profesores puedan avanzar en la consolidación de sus habilidades metacognitivas para «aprender a enseñar».

Finalmente, consideramos que las instituciones educativas que reciben a los profesores principiantes, las Facultades de Educación que los forman y el Gobierno que regula la profesión, tienen que vincularse a esta perspectiva de la inserción profesional si queremos que estos jóvenes profesores permanezcan en la carrera docente, actualizándose, entusiasmándose con ser los mejores en su profesión. Necesitamos generar esfuerzos mancomunados entre los tres ámbitos, para lograr que estos maestros de ciencias, a quienes les hemos encargado la formación científica de las nuevas generaciones, puedan tener oportunidades para reflexionar sobre sus prácticas, reorientarlas, fortalecerlas, intercambiarlas y transformarlas en pro de la calidad educativa de nuestro país.

Referencias

Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does Pedagogical Content Knowledge remain a useful idea? In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp.1405-1416. August.

Alliaud, A. (2004). La experiencia escolar de maestros “inexpertos”. Biografías, trayectorias y práctica profesional. En: *Revista Iberoamericana de Educación*, 34 (3). Recuperado el 16 de julio de 2008. Disponible en: <http://www.rieoei.org/profesion33.htm>

Arnal, J.; Del Rincón, D. & Latorre, A. (1992). *Investigación educativa. Fundamentos y metodologías*. Barcelona: Ed. labor.

Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. En: *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2). Recuperado el 10 de julio 2008. Disponible en: <http://www.ugr.es/~recfpro/Rev92.html>

Bullough, R. (2000). Convertirse en profesor: la persona y la localización social de la formación del profesorado. En: B, Biddle, T. Good, & I. Goodson. *La enseñanza y los profesores I, La profesión de enseñar*, pp. 99-165. Barcelona: Paidós.

Bur, A. (2011). Motivación en el aula universitaria. Reflexión Académica en Diseño y Comunicación. En: *xix Jornadas de Reflexión Académica en Diseño y Comunicación*, 12(15), pp. 104-108.

Calvo, G. (2006). La inserción de los docentes en Colombia. Algunas reflexiones. En: *Taller Internacional Las políticas de inserción de los nuevos maestros en la profesión docente: La experiencia latinoamericana y el caso colombiano*, p. 13. Ponencia 23 de noviembre. Bogotá: Conversemos sobre educación-PREAL-GTD-Universidad Jorge Tadeo Lozano.

Cisterna, F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. En: *Theoria*, 14(1), pp. 61-71.

Coffey, A. & Atkinson, P. (2003). *Encontrar el sentido a los datos cualitativos. Estrategias complementarias de investigación*. 1ra ed. en español. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.

De Pro Bueno, A., Valcárcel, M. V. & Sánchez, G. (2005). Viabilidad de las propuestas didácticas planteadas en la formación inicial: opiniones, dificultades y necesidades de profesores principiantes. En: *Enseñanza de las ciencias*, 23(3), pp. 357-378.

Deslauriers, J. P. (2004). *Investigación cualitativa. Guía Práctica*. Versión al español y edición al cuidado de Miguel Ángel Gómez. Pereira: Ed. Papiro.

Fandiño, G. & Castaño, I. (2006). Haciéndose maestro. En: *Revista Educación y Pedagogía*, 46(18), pp. 111-124. Septiembre-diciembre. Universidad de Antioquia, Facultad de Educación.

Feiman-Nemser, S.; Schulle, S.; Carver, C. & Yusko, B. (1999). *A conceptual review of literature on new teacher induction*. Recuperado en base de datos ERIC ED449147. Washington, DC.: National Partnership for excellence and accountability in Teaching. Office of Educational Research and Improvement.

Flores, M. A. (2009). La investigación sobre los primeros años de enseñanza: lecturas e implicaciones. En: C. Marcelo (Coord.). *El profesor principiante. Inserción a la docencia*, pp. 59-98. Barcelona: Ediciones octaedro.

Fuentealba, R. (2006). Desarrollo profesional docente: un marco comprensivo para la iniciación pedagógica de los profesores principiantes. En: *Foro educacional*, 10, pp. 65-106.

Goddard, J. & Foster, R. (2001). The experiences of neophyte teachers: a critical constructivist assessment. In: *Teaching and Teacher Education*, 17, pp. 349-365.

Grossman, P.; Wilson, S. & Shulman, L. (2005). Profesores de sustancia: el conocimiento de la materia para la enseñanza [Teachers of substance: subject matter knowledge for teaching]. En: *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), pp. 1-25. Recuperado en junio 2008. Disponible en: <http://www.ugr.es/local/recfpro/Rev92ART2.pdf>

Gudmundsdottir, S. & Shulman, L. (2005). Conocimiento didáctico en ciencias sociales. En: *Profesorado. Revista de currículum y formación de profesorado* 9 (2). Traducción de Pedagogica Content Knowlwedged in social studies, publicado en 1986 en el Congreso de la ISATT.

Hamilton, D. (1999). La paradoja pedagógica. O ¿por qué no hay una didáctica en Inglaterra? En: *Revista Propuesta Educativa*, 10(20), pp. 6-13.

Hernández-Sampieri, R.; Fernández-Collado, C. & Baptista, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. CD-ROM complementario, capítulo 4. Estudio de Caso. México: Mc Graw Hill.

Jiménez, M. M. (2006). *La profesora principiante de preescolar y su modelo didáctico para enseñar ciencias naturales: un estudio de caso*. Trabajo de Investigación, Maestría en Educación, p. 134. Medellín: Facultad de Educación, Universidad de Antioquia. Asesora Dr. Fanny Angulo Delgado.

Jiménez, M. M. (2013). *La configuración del conocimiento del profesor principiante de ciencias naturales, en la inserción profesional*. Tesis Doctoral. Medellín: Facultad de Educación, Universidad de Antioquia (sin publicar).

Jiménez-Aleixandre; Caamaño, A.; Oñorbe, A.; Pedrinaci, E. & De Pro, A. (2007). *Enseñar ciencias*. (2ª ed.). Serie didáctica de las ciencias experimentales. Barcelona: Editorial Graó.

Levesque, M. & Gervais, C. (2000). L'insertion professionnelle: une étape à réussir dans le processus de professionnalisation de l'enseignement. En: *Éducation Canada*, 40, pp. 12-24. Recuperado en noviembre de 2011. Disponible en: <http://>

www.cea-ace.ca/sites/cea-ace.ca/files/EdCan-2000-v40-n1-L%C3%A9vesque.pdf

Magnusson, S.; Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En: J. Gess-Newsome & N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge*, pp. 95-132. Science and Technology Education Library. Kluwer Academic Publishers.

Marcelo, C. (1988). Profesores principiantes y programas de inducción a la práctica docente. Recuperado en febrero de 2010. Disponible en: http://e-spacio.uned.es/fez/eserv.php?pid=bibliuned:20340&dsID=profesores_principiantes.pdf

Marcelo, C. (1992). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. En: Ponencia, Congreso *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago 6-10 julio. Recuperado el 10 de mayo 2004. Disponible en: <http://prometeo.us.es/idea/mie/pul/marcelo/como%20conocen.pdf>

Marcelo, C. (2002). La formación inicial y permanente de los educadores. En: Seminario *Los educadores en la sociedad del siglo XXI*. Madrid, 6 y 7 de febrero, pp.165-194.

Martín, E.; Mateos, M.; Martínez, P.; Cervi, J.; Pecharromán, R. & Villalón, R. (2006). Las concepciones de los profesores de educación primaria sobre la enseñanza y el aprendizaje, pp. 171-187. En: J. I. Pozo, N. Scheuer, M. Pérez, M. Mateos, E. Martín, & M. De la Cruz. *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Barcelona: Graó.

Park, S. & Oliver, S. (2008). Revisiting the conceptualization of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals. In: *Research Science Education*, 31, pp. 261-284.

Porlán, R. (1997). *Constructivismo y Escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. 4ª ed. Sevilla: Diada editora.

Putman, R. & Borko, H. (2000). El aprendizaje del profesor: implicaciones de las nuevas perspectivas de la cognición. En: B. Biddle, T. Good, & I. Goodson. *La enseñanza y los profesores I. La profesión de enseñar*, pp. 219-309. Barcelona: Paidós

Rodríguez Palmero, M. L. (2000). Revisión bibliográfica relativa a la enseñanza de la biología y la investigación en el estudio de la célula. Em: *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(3), pp. 237-263.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

Shulman, L. (1986). El saber y entender de la profesión docente. [Those who understand: Knowledge growth in teaching]. Traducido al castellano por Rose Cave y reproducido en la edición de Estudios públicos 99 (invierno 2005) con permiso de la American Research Association.

Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. In: *Harvard Educational Review*, 57(1), pp. 1-21. February.

Shulman, L. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. [Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform]. En: *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), pp. 1-30.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

Tardif, M. (2005). L'Insertion professionnelle dans l'enseignement. En: *Enjeux pédagogiques*, 1, pp. 14-18. Novembre.

Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*, p. 631 (archivo electrónico). Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Veenman, S. (1984). Perceived problems of beginning teachers. In: *Review of Educational Research*, 54(2), pp. 143 -178.

Viera, R. & Martins, I. (2005). Formação de professores principiantes do ensino básico: suas concepções sobre ciência-tecnologia-sociedade. Em: *Revista Iberoamericana CTS*, 6(2). Recuperado en la base de datos SCIELO.

Documentos normativos:

Ministerio de Educación Nacional. Decreto 1278 expedido en junio 19 del 2002. Por el cual se expide el Estatuto de Profesionalización Docente. Recuperado en mayo de 2010. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-86102.html>

Ministerio de Educación Nacional-Universidad del Valle (2007). *Base de una política de formación de educadores*. Convenio entre el MEN y el Instituto de Pedagogía de la Universidad del Valle, elaborado por Carlos Eduardo Vasco, Alberto Martínez, Eloisa Vasco y Heublyn Castro. Bogotá. Recuperado el 8 de febrero

de 2012. Disponible en: http://foro2010-760432773.us-east-1.elb.amazonaws.com/foro2010/wiki_foro/index.php/P%C3%A1gina_Principal

Ministerio de Educación-Universidad Nacional (2009). *Políticas y sistema colombiano de formación y desarrollo profesional docente*. Convenio entre el MEN y la Facultad de Derecho, Ciencias Políticas y Sociales de la Universidad Nacional de Colombia. Noviembre. Recuperado en febrero 8 de 2012. Disponible en: http://foro2010-760432773.us-east-1.elb.amazonaws.com/foro2010/wiki_foro/index.php/P%C3%A1gina_Principal

Capítulo 3

El conocimiento didáctico del contenido de las ciencias naturales en docentes en formación inicial de primaria. Un estudio de caso

Alba Yolima Obregoso Rodríguez

Universidad Pedagógica Nacional
clepsidra97@gmail.com

Yolanda Catalina Vallejo Ovalle

Universidad Pedagógica Nacional
mistica904@gmail.com

Édgar Orlay Valbuena Ussa

Universidad Pedagógica Nacional
valbuena@pedagogica.edu.co

Resumen

Presentamos los análisis realizados a partir de un estudio de caso múltiple, constituido por tres docentes en formación inicial de un programa de Educación Infantil (infancias de 0-8 años); la investigación se abordó desde la perspectiva de la hipótesis de progresión con respecto a tres categorías del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC): finalidades, contenidos y estrategias de enseñanza de las ciencias naturales, y tomando como referencia para la hipótesis de progresión los niveles de complejidad tradicional, el técnico- instrumental y el complejo (multidimensional-relacional).

Se encontró una coexistencia de los niveles técnico-instrumental y la transición entre los niveles técnico-instrumental y complejo (multidimensional-relacional) en las tres futuras profesoras, para las tres categorías de análisis del CDC, tanto en la dimensión declarativa como en la reflexión de la práctica docente, lo cual se corresponde con la multidimensionalidad del conocimiento del profesor. Posiblemente el conocimiento de las docentes en formación se está movilizando hacia un nivel complejo por la vía de la implementación del enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad –CTS– desde la perspectiva de proceso social.

Introducción

Las sociedades actuales están inmersas en cambios constantes, en donde los desarrollos en campos como las Ciencias Naturales (en adelante CN) influyen cada vez más en el pensamiento y toma de decisiones de los sujetos, lo cual pone en consideración la necesidad de la educación en dicha disciplina, abordando su objeto, propósitos, funciones y estrategias para consolidar una formación más acorde con las dinámicas del conocimiento y con las sociedades actuales.

En el contexto internacional, en la *Declaración sobre la ciencia y el uso del Saber Científico*, se considera que el acceso al saber científico con fines pacíficos desde una edad muy temprana forma parte del derecho a la educación que tienen todos los hombres y mujeres, y que la enseñanza de la ciencia es fundamental para la plena realización del ser humano, para crear una capacidad científica endógena y para contar con ciudadanos activos e informados (UNESCO, 1999, s. p.).

En Colombia, la educación formal asume las CN como un componente fundamental en la formación de los sujetos en los niveles de la educación básica y media, por lo que debe:

aportar a la formación de seres humanos solidarios, capaces de pensar de manera autónoma, de actuar de manera propositiva y responsable en los diferentes contextos en los que se encuentran (...) a través del alcance de metas como: el favorecimiento del desarrollo del pensamiento científico, desarrollo de la capacidad de seguir aprendiendo, desarrollo de la capacidad de valorar críticamente la ciencia, aportar a la formación de hombres y mujeres como miembros activos de una sociedad (Ministerio de Educación Nacional, 2008, p. 105).

Cualquier perspectiva que se asuma frente a la educación en CN, tiene implicaciones directas en los procesos de formación de los maestros. En el caso de la formación inicial de docentes en Educación Infantil (0-8 años de edad), presenta múltiples retos susceptibles de ser abordados: la reciente y limitada incorporación de las CN y su didáctica específica en los currículos de formación (Oliva y Acevedo, 2005; Fandiño, 2008; Fernández y Peña, 2008); el escaso reconocimiento por parte de los educadores infantiles de la importancia de la enseñanza de las CN y la formación investigativa en esta disciplina y su didáctica (García, 2008). También, la escasa formación posgradual o doctoral de estos docentes (Oliva y

Acevedo, 2005) y la poca confianza que tienen al momento de enseñar CN, tanto en sus prácticas formativas, como profesionales (Oliva y Acevedo, 2005; Forbes y Davis, 2008).

Otra limitación reportada en la literatura especializada en enseñanza de las ciencias, se relaciona con las dificultades en la incorporación de la naturaleza de las ciencias en los currículos de formación inicial de educadores infantiles. Así, se ha detectado que no hay presencia explícita de dicho contenido formativo en los planes de estudio, lo cual influye en el acercamiento que hacen a las ciencias tanto profesores como estudiantes, sus concepciones, creencias y actitudes, siendo este un elemento fundamental para la mejora de los procesos de enseñanza y aprendizaje (Manassero y Vázquez, 2000; Akerson, Morrison y Mcduffie, 2006; Hanuscin, Lee y Akerson, 2011). Finalmente se reconoce la escasa producción de estudios relacionados con el conocimiento didáctico del contenido en formación inicial de educadores infantiles que enseñan ciencias.

El Conocimiento Profesional del Profesor como marco de referencia de esta investigación

La investigación que presentamos se enmarca en el referente del Conocimiento Profesional del Profesor (CPP). Así, pretendemos que la caracterización realizada de las docentes en formación inicial se centre en el conocimiento que identifica a un profesor. En consecuencia, *grosso modo* mencionaremos los aspectos generales que identifican al CPP como línea de investigación.

A partir de las investigaciones de diversos autores, como Shulman (1986); Bromme (1988); Grossman (1990); Magnusson, Krajcik y Borko (1999); Carlsen (1999); Porlán et ál. (1996); Porlán y Rivero (1998); Martín del Pozo y Porlán (1999, 2001); Barnett y Hodson (2001); Tardif (2004), entre otros, se han propuesto modelos que buscan caracterizar este conocimiento, haciendo énfasis en sus componentes, su estructura, sus fuentes y su construcción. La tendencia generalizada respecto a los componentes del CPP, es considerar que los conocimientos que posee el profesor principalmente son el de la disciplina específica que se enseña, el pedagógico general, el del contexto y el pedagógico del contenido (PCK). Sin embargo, cabe aclarar que parte de la comunidad académica Iberoamericana en la línea de investigación sobre el conocimiento del profesor, opta por utilizar CDC como traducción de PCK –es el caso de Mellado, Blanco y Ruíz (1995); Mellado

(1994, 1995); Mellado y Gonzalez (2000); Bolívar (1993)–. Otros autores aluden a la utilización del término *CDC* no como simple traducción, sino teniendo en cuenta las implicaciones del conocimiento didáctico para la enseñanza de un contenido específico y aclarando que el conocimiento pedagógico no es lo mismo que el conocimiento didáctico, en tanto los objetos de estudio de la pedagogía (la práctica del profesor) y la didáctica (la enseñanza de un saber/disciplina particular), que si bien están relacionados, son diferentes.

Para la realización de la investigación, optamos por enfatizar en el componente *CDC*, el cual, de acuerdo con Valbuena (2007, p. 138) para el caso del docente de Ciencias, corresponde a un conocimiento con un estatus epistemológico diferenciado, el cual le posibilita al profesor tomar decisiones y actuar en pos de construir en el aula, junto con sus estudiantes, un conocimiento escolar sobre las ciencias. Dicho conocimiento le permite al maestro identificar, seleccionar y estructurar los contenidos de enseñanza; identificar, comprender y abordar las dificultades de aprendizaje de los estudiantes; identificar, priorizar y abordar las finalidades de enseñanza; comprender las características de sus estudiantes (concepciones, intereses, experiencias); evaluar; y desarrollar e implementar estrategias metodológicas de enseñanza.

Respecto a las fuentes del *CPP*, se reconoce su diversidad (Magnusson, Krajcik y Borko, 1999; Porlán et ál., 1996; Porlán y Rivero, 1998; Barnett y Hodson, 2001; Tardif, 2004 y Valbuena, 2007) como, por ejemplo, en los programas de formación de profesores, la familia, la experiencia escolar del profesor (como estudiante), las experiencias de enseñanza, las instituciones en las que se desarrollan dichas experiencias, entre otras. Dado el desempeño profesional de los autores de este escrito (formadores de profesores), hemos abordado esta investigación centrándonos en la fuente *formación inicial*, concretamente de educadores infantiles.

En el contexto colombiano, cabe citar que según el Ministerio de Educación Nacional (1994) –en el caso de los programas dirigidos a la formación de educadores para el preescolar–, se especifica en el literal *a*, que su orientación estará hacia la pedagogía infantil en coherencia con los artículos 15 y 16 de la Ley 115. En el literal *b* de dicha normativa, se alude a los programas cuyo énfasis está en la formación de educadores para la educación básica.

Metodología

Esta investigación se orientó desde la perspectiva cualitativa, usando como método el estudio de caso múltiple, por medio del cual se realizaron descripciones e interpretaciones que permitieran evidenciar la particularidad de las declaraciones y acciones respecto a las prácticas pedagógicas de tres docentes en formación con edades entre los 21 y 23 años, de un programa de Licenciatura en Educación infantil (infancias de 0-8 años) en Bogotá, Colombia.

Las tres futuras profesoras, al momento del desarrollo de la investigación, se encontraban cursando noveno semestre. Con respecto a su práctica formativa, cada una estaba en uno de los tres primeros grados del ciclo de educación Básica Primaria, concretamente centradas en la enseñanza de las CN. Dichas prácticas las estaban realizando en una Institución educativa de carácter público, que atiende población de estratos socioeconómicos 1 y 2, principalmente, en educación básica primaria y media.

Las técnicas utilizadas en la investigación para la recolección de información fueron la entrevista semiestructurada, la cual se realizó desde una guía de preguntas en las que se indagó particularmente en las categorías objeto de este capítulo: ¿Cuál o cuáles son para usted los propósitos de las ciencias naturales?, ¿Para qué enseñar ciencias naturales en primaria?, En relación con su proyecto de práctica en ciencias naturales: ¿Usted qué enseña?, ¿Por qué seleccionó eso que va a enseñar?, ¿Cómo seleccionó lo que va a enseñar?, ¿Qué estrategias didácticas emplea al momento de enseñar ciencias naturales?

Otra técnica empleada fue la observación no participativa de las clases, cuyo instrumento de apoyo fue una ficha de observación y la grabación en audio y video de las prácticas correspondientes a una unidad temática, que en promedio se desarrollaban en tres sesiones, cada una de aproximadamente 90 minutos. Finalmente, la revisión de documentos de tipo reflexivo derivados de la práctica pedagógica, que realizaban las docentes en formación de manera mensual, con un promedio de cinco o seis escritos por cada una.

Para el procesamiento de la información se acudió al método *análisis del contenido*, el cual, según Bardín (1986, citado por López, 2002), corresponde a un conjunto de instrumentos metodológicos, aplicados a lo que él denomina «discursos», cuya naturaleza es diversa. El propósito de dichos análisis es el

de realizar deducciones lógicas y justificables frente al mismo sin desconocer el emisor, su contexto y posibles efectos del mensaje. Para esto se empleó el programa computacional *Atlas ti*, que facilitó la codificación, organización y sistematización de la información.

En relación con los aspectos éticos de la investigación, se contó con el consentimiento informado de las docentes en formación participantes, quienes autorizaron que la información proporcionada fuera utilizada con fines investigativos. Para facilitar la confidencialidad, a cada una de ellas se le asignó un pseudónimo (Belén, Antonia y Edith).

Las categorías de análisis utilizadas en la investigación corresponden a los siete componentes del CDC presentados por Valbuena (2007). Sin embargo, en este escrito se presentan los resultados de tres de ellas: finalidades de la enseñanza de las CN, contenidos de enseñanza de las CN y estrategias metodológicas de enseñanza de las CN. Para efectos del análisis, se formuló una hipótesis de progresión (en adelante HP), entendida como una perspectiva epistemológica y metodológica, en la que se asume y caracteriza el conocimiento como diverso y constituido por diferentes niveles de complejidad (desde los más simples a los más complejos o deseables).

De acuerdo con lo anterior, la HP se construye a partir de la formulación de diferentes niveles de complejidad (Valbuena, 2011, p. 2), en correspondencia con los niveles que constituyen el conocimiento: *desde unos más simples, o de partida (que generalmente se corresponden con el conocimiento mayoritario entre los profesores), hasta unos más complejos que corresponden con el conocimiento deseable*. Esta perspectiva no asume el conocimiento y su construcción como algo lineal o algorítmico, y posibilita *detectar dificultades y obstáculos en los estudiantes; evidenciar la diversidad de concepciones; asumir la formación de profesores y el conocimiento profesional como un proceso dinámico y cambiante*.

Para efectos del trabajo que aquí se presenta, se retoman elementos con respecto a la HP de autores como Furió, 1994; Rodríguez, 1995; Porlán y Rivero, 1998; Mellado, 1998; Martín del Pozo y Rivero, 2001, y especialmente de Valbuena, 2007, y de Martínez, Molina, Reyes, Valbuena y Hederich, 2011; en dicha HP se establecieron tres niveles de complejidad¹: tradicional, técnico-instrumental y el complejo, los cuales se describen a continuación.

1 Asumida como el nivel de gradación en la hipótesis de progresión que va de lo simple a lo complejo.

Nivel Tradicional. Corresponde a un enfoque academicista (en la perspectiva de Porlán y Rivero, 1998), según el cual los **contenidos de enseñanza** están centrados en las disciplinas específicas, y más concretamente, en la información de términos. Es decir, lo importante es enseñar datos de estructuras, procesos, seres, etc., con lo cual, lo esencial para el profesor de ciencias es que sus estudiantes utilicen términos propios del lenguaje científico. En suma, corresponde a una perspectiva nominalista, en la cual no se enseñan conceptos estructurados y tampoco es preocupación la enseñanza de procedimientos, actitudes y valores. Además, la información que se presenta a los estudiantes es descontextualizada de las condiciones de producción del conocimiento científico, así como de las características y entorno de los estudiantes.

Desde esta perspectiva, la **finalidad** al enseñar ciencias se reduce a la pretensión de que el estudiante utilice un lenguaje basado en el uso de términos, a manera de «etiquetas», sin dar cuenta de la explicación de conceptos; en este sentido el profesor cree que sus estudiantes saben ciencias porque se refieren a los seres de la naturaleza y a los procesos que en ella ocurren, utilizando un lenguaje especializado, así no se comprende de qué se está hablando.

En coherencia con las anteriores categorías de análisis, las **estrategias** de enseñanza se basan en la transmisión de información por parte del profesor (la mayoría de las veces de manera expositiva), y la consignación en los cuadernos y repetición por parte de los estudiantes.

Nivel técnico-instrumental. Este nivel corresponde a una postura especialmente pragmática, procedimental e instrumental (en la perspectiva de Porlán y Rivero, 1998). Los **contenidos de enseñanza** se presentan de manera aditiva, haciendo énfasis en el seguimiento de protocolos, siendo prioritario el desarrollo de competencias técnicas para su ejecución. Dichos contenidos están subordinados a conocimientos externos y no consideran los problemas éticos, morales y políticos de la educación. Desde esta perspectiva se asume la práctica como aplicación de la teoría. En lo que respecta a los contenidos conceptuales, estos son abundantes pero con un bajo nivel de estructuración, presentándose a manera de yuxtaposición, y representando una prioridad el cubrimiento de grandes cantidades de «temáticas» de enseñanza. Así, las **finalidades** al enseñar ciencias enfatizan la formación de «pequeños científicos», capaces de descubrir el conocimiento mediante la utilización del método científico, donde lo prioritario es que

los estudiantes sigan los procedimientos utilizados por los científicos (planteen problemas, formulen hipótesis y realicen experimentos); es decir, corresponde a una perspectiva empiro-positivista. Consecuentemente, en las **estrategias de enseñanza** predominan el desarrollo de actividades y procedimientos como la observación, descripción, exploración y experimentación de una manera descontextualizada; gran parte del tiempo y los recursos son utilizados en el desarrollo de actividades prácticas.

Nivel Complejo. Este nivel se caracteriza por una formación en la que se incorporan, como parte en los procesos de enseñanza, conocimientos y situaciones propias del ámbito escolar, cotidiano, histórico y científico, entre otros. Esto desde un abordaje de múltiples dimensiones y relaciones buscando propiciar una formación integral de los sujetos, para lo cual se abordan **contenidos de enseñanza** tanto conceptuales como procedimentales, actitudinales, axiológicos y epistemológicos, de una manera integrada. Se pretende así, como **finalidades** de la enseñanza de las ciencias, contribuir a la formación de ciudadanos éticos, creativos, propositivos y críticos, mediante la producción de un conocimiento escolar en CN, con un estatus epistemológico diferenciado que permita a los estudiantes enriquecer su conocimiento cotidiano, para comprender y valorar fenómenos relacionados con la naturaleza y resolver problemas contextuales asociados. Para ello, el profesor desarrolla diferentes **estrategias de enseñanza** con base en propuestas didácticas fundamentadas; así, las actividades que se realizan en la escuela buscan integrar referentes de origen científico, escolar, cotidiano y contextual.

En la tabla 1 se sintetiza la hipótesis de progresión, describiendo para cada categoría de análisis, los respectivos niveles.

Tabla 1. Hipótesis de progresión sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido en Ciencias Naturales (componentes, contenidos, finalidades y estrategias de enseñanza).

Nivel de complejidad Categoría	1. Nivel tradi- cional	2. Nivel técnico- instrumental	3. Nivel complejo Multidimensional-relacio- nal
Contenidos de enseñanza de las ciencias naturales	<p>Perspectiva nominalista/informativa</p> <p>En la escuela se enseñan principalmente contenidos conceptuales de las CN (con énfasis en datos y hechos) de manera no relacional.</p>	<p>Perspectiva técnica</p> <p>En la escuela se enseñan principalmente contenidos procedimentales de las CN (observación, descripción, manipulación, experimentación, etc.) sin desconocer los contenidos conceptuales, pero de manera descontextualizada y analítica.</p>	<p>Perspectiva integradora</p> <p>En la escuela se enseñan de manera integrada y contextualizada, contenidos conceptuales, procedimentales, actitudinales y valorativos sobre las CN.</p>
Finalidades de la enseñanza de las ciencias	<p>Perspectiva reduccionista</p> <p>Se enseña ciencias en la escuela para que los estudiantes utilicen/empleen términos científicos.</p>	<p>Perspectiva empiro-positivista</p> <p>Se enseña ciencias en la escuela para que los estudiantes descubran el conocimiento utilizando el método científico.</p>	<p>Perspectiva sistémica-contextualizada.</p> <p>Se enseña ciencias en la escuela para:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Producir conocimiento escolar en CN que les permita a los estudiantes enriquecer su conocimiento cotidiano, comprender y valorar fenómenos relacionados con la naturaleza y resolver problemas contextuales asociados. • Contribuir a la formación de ciudadanos éticos, críticos, creativos y propositivos.

<p>Estrategias de enseñanza de las ciencias naturales</p>	<p><i>Perspectiva transmisionista-repetitiva</i></p> <p>Al enseñar CN en la escuela, predomina el desarrollo de actividades de consignación en los cuadernos, búsqueda, transmisión y repetición de información.</p>	<p><i>Perspectiva activista</i></p> <p>Al enseñar CN en la escuela, predomina el desarrollo de actividades y procedimientos como la observación, descripción, exploración y experimentación de manera descontextualizada.</p>	<p><i>Perspectiva didáctica</i></p> <p>Al enseñar CN en la escuela, predomina el desarrollo de estrategias didácticas fundamentadas, en las que se integran referentes de origen científico, cotidiano y contextual.</p>
--	---	--	---

Resultados y discusión

En este apartado se presentan los resultados y discusión de la caracterización del CDC de las tres docentes en formación, a partir de lo declarativo (entrevistas) y lo reflexivo (reflexiones producto de la práctica), en relación con la hipótesis de progresión propuesta. Para tal fin se presenta categoría por categoría, iniciando con una tabla en la que se sintetizan los resultados de manera comparada entre las tres docentes en formación. Los números indicados en la tabla dan cuenta del nivel o transición de sus conocimientos entre los niveles de la HP y, por tanto, hace referencia al nivel de complejidad hacia el cual tiende cada caso; luego se hace un análisis de cada una de ellas, complementando a manera de ilustración, con algunas de sus declaraciones y evidencias; se finaliza con una reflexión frente a los hallazgos para la categoría en cuestión.

Transición del conocimiento de los contenidos de enseñanza de las CN, entre lo técnico y lo complejo

La caracterización del conocimiento de las tres docentes en formación respecto a los contenidos de enseñanza de las CN en primaria, comparándolo con los niveles de complejidad propuestos en la hipótesis de progresión para esta categoría, se presenta en la tabla 2. Tal y como se puede observar, tanto en la dimensión declarativa como en la reflexiva sobre la práctica, el conocimiento de la mayoría de

futuras profesoras se ubica en un nivel de transición entre el técnico-instrumental y el complejo.

Tabla 2. Hipótesis de progresión del conocimiento de las tres docentes en formación respecto a los contenidos de enseñanza de las *CN*.

Nivel de complejidad Categoría		1. Nivel tradicional <i>Perspectiva nominalista/informativa</i>	2. Nivel técnico-instrumental	3. Nivel complejo multidimensional-relacional <i>Perspectiva integradora</i>
		Belén	Declarativo	
Reflexivo de la práctica				3-2. Se trabajan contenidos en los que se abordan situaciones socio-científicas, como los problemas ambientales, el calentamiento global y el papel del ser humano en dichas realidades.
Antonia	Declarativo			3-2. Se trabajan contenidos conceptuales, relacionados desde el enfoque ciencia-tecnología-sociedad, buscando dar mayor sentido desde la reflexión del niño.
			2. Predominan contenidos conceptuales con énfasis en su desarrollo desde la exploración.	
	Reflexivo de la práctica		2. Se trabajan contenidos conceptuales con apoyo en la experimentación y la exploración.	3-2. Se retoma los valores desde la cotidianidad del niño, desde una perspectiva conservacionista, con apoyo de actividades experimentales.

Edith	Declarativo		2-3. Se trabajan contenidos conceptuales centrado en los seres vivos, particularmente las plantas, abordados desde lo estructural, fisiológico y funcional.	
	Reflexivo de la práctica		2-3. Se abordan contenidos de tipo conceptual, en los que se favorece lo relacionado con los seres vivos (plantas) desde lo estructural y el desarrollo, con apoyo y énfasis en el hacer técnico.	
				3-2. Se abordan contenidos relacionados con situaciones socio-científicas, particularmente desde la perspectiva conservacionista del ambiente.

Para el caso de Belén, se evidencia una diferencia en las dimensiones declarativa y de reflexión sobre la práctica. Así, en la primera predomina un nivel transicional entre el técnico y el complejo (predominando el técnico), destacándose los contenidos procedimentales (tipo experimentación) como forma de comprobación de los contenidos conceptuales que se desarrollan en el aula. Se destaca la importancia que le asigna la docente en formación a los intereses de los niños como fuente para la selección de algunos contenidos a trabajar, aun cuando es ella quien determina la temática general.

Empecé con plantas. El proyecto nació por un trabajo que estábamos desarrollando en ciencias naturales, los niños comenzaron a preguntar que por qué el color, que por qué no se qué... y de ahí surgió el proyecto, sobre las plantas, sobre experimentos.

Desde lo planteado en las reflexiones sobre la práctica, se destaca la enseñanza de contenidos integradores, los cuales se aproximan al nivel tres de la hipótesis, dado que se retoman situaciones de orden socio-científico, como por ejemplo el calentamiento global, la contaminación y su influencia en la supervivencia de los seres, especialmente de los animales y de las plantas.

Este mismo contenido [se refiere al tema de los seres vivos: plantas y animales] fue clave para entrar a trabajar sobre el calentamiento global, tema que los niños

y las niñas habían mencionado en clases anteriores (...). Desde esta perspectiva nace la idea de articular la problemática ambiental con las temáticas que se diseñaron en un principio del proyecto.

En el caso de Antonia, se evidencia una correspondencia entre las dimensiones declarativa y de reflexión sobre la práctica, en el sentido de una coexistencia de posiciones propias del nivel técnico y del nivel de transición 3-2 (entre el técnico y el complejo, predominando este último). La docente en formación establece la importancia de desarrollar contenidos conceptuales con un fuerte acompañamiento de la exploración al medio natural y tomando como referente las ideas previas que tienen los niños sobre dichos contenidos.

Trabajo el tema de las plantas pero entonces desde lo vivencial, yo llevo a los niños, empiezo por la exploración. Entonces para los niños qué son planta, las hojas, las flores y entonces hacemos un trabajo iniciando por la exploración, por los conocimientos previos.

En el nivel de transición 3-2 identificado, se constata que la futura profesora alude a contenidos en los que se evidencia la relación de los contenidos disciplinares específicos que se trabajan, con el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad –CTS–, buscando propiciar la reflexión en el niño. Al parecer, su preocupación trasciende la enseñanza de conceptos puntuales, por ejemplo, de la Biología.

Es como un trabajo reflexivo frente a eso, más que el hecho de saber fotosíntesis es el proceso... sino como que el niño frente a eso también pueda reflexionar sobre todo por lo del concepto ciencia tecnología y sociedad.

En lo expuesto por Antonia en la dimensión reflexiva sobre su práctica, retoma el abordaje de tipo conceptual y procedimental, que en este caso no solo aduce a la exploración, como lo plantea en lo declarativo, sino también a la experimentación como forma de corroboración de lo conceptual; en lo cual predomina una perspectiva técnica de acuerdo con la hipótesis de progresión.

¿Qué es una planta? Descubramos los tipos de plantas ¿Cómo se alimentan las plantas?, ¿Cómo se llaman las partes de la planta? Evidenciamos la clorofila, experimentemos con la zanahoria, exploremos en las zonas verdes del colegio, experimento con la espinaca la clorofila.

Otro contenido abordado por Antonia es el de los valores para el cuidado y conservación del entono natural. Para la docente en formación, dichos contenidos son abordados desde *experimentos sencillos y significativos*. Por la dificultad de encasillar estos planteamientos en el nivel tres, se identifica como una transición (en tanto comparte la perspectiva técnica de la experimentación) entre los niveles técnico y complejo, predominando este último.

Al mismo tiempo trabajamos los valores desde una perspectiva cotidiana, en donde el niño aprende a cuidar su entorno y lo que en él hay por medio de experimentos sencillos y significativos, en donde puedan encontrar respuesta a las diferentes inquietudes que del contexto surjan, promoviendo valores del respeto, autocontrol responsabilidad, frente a su entorno y lo que en él se encuentra.

En el caso de Edith, desde la dimensión declarativa, se puede identificar que los contenidos a los que alude son de tipo nominal/conceptual, relacionados con los seres vivos, clarificaciones, estructuras y fisiología. Estos contenidos se trabajan de manera analítica, tomando en cuenta qué les interesa a los niños, pero sin establecer relaciones con su contexto o cotidianidad.

Trabajamos los seres vivos y los no vivos y su relación; he trabajado a partir de la planta: las partes de la planta, la relación del ser humano con la planta. Nos surgió una inquietud a los niños sobre los alimentos, los tipos de alimentos, la semilla de los alimentos, las cascarras y otro tipo de temas que están mas desde el interés de los niños pero que está enmarcada dentro del mismo proyecto.

Desde las reflexiones sobre su práctica que elabora Edith, se puede identificar que el conocimiento de la profesora en formación corresponde a un nivel de transición entre lo técnico y lo complejo. Así, corresponden al nivel técnico los contenidos de tipo conceptual, como los seres vivos, su clasificación, estructuras y procesos, complementando con apoyo de algunas actividades de tipo procedimental, como por ejemplo la siembra de plantas, la observación y la contrastación de ejemplares de plantas empleadas en la alimentación de las personas.

Algunos de los temas que se han venido trabajando desde el proyecto son: el proceso de germinación, crecimiento y desarrollo de las diferentes plantas. La semilla: aunque no han tenido mucho éxito, como lo fue el sembrar una papa,

que hasta el momento no ha germinado. La raíz: en este tema fue importante la colaboración de parte de los padres de familia, pues los niños trajeron al aula diversos tipos de raíz como la del cilantro, la cebolla y la de plantas aromáticas y de jardín que nos permitieron aclarar dudas y compartir conocimientos empíricos sobre cómo sembrar o para qué sirve la raíz.

Los contenidos que en la transición corresponden más a un nivel complejo, son los que la futura profesora aborda respecto a la conservación del ambiente y su importancia para el ser humano, se sin desconocer la mirada antropocentrista que se tiene.

Se trabajan las propuestas para la conservación del medio ambiente y la importancia del mismo en la vida del ser humano.

Al observar los resultados de manera comparada entre los tres casos, se puede constatar que la mayor correspondencia (coherencia) entre la dimensión declarativa y la reflexiva de la práctica se encontró en Antonia. Aunque en las tres docentes en formación se evidencia una tendencia a la transición entre los niveles técnico y complejo, tal vez en el caso de Antonia predomina la perspectiva técnica centrada en lo procedimental (principalmente la experimentación y la exploración). Al parecer –en las tres–, un aspecto que puede estar incidiendo en la movilización del nivel técnico al complejo es el abordaje de la perspectiva sociocientífica y el enfoque CTS.

Estos resultados son interesantes, dado que tanto en la dimensión declarativa como en la reflexión sobre la práctica se coexisten diferentes niveles, denotando que el pensamiento del maestro no necesariamente corresponde a solo un nivel, sino, por el contrario, su carácter dinámico se expresa en dicha gradación.

Por otra parte –para esta categoría en los tres casos– se evidenció un interés, en primer lugar, por los temas biológicos, destacándose los relacionados con los seres vivos (centrado en plantas y animales), sus estructuras, importancia, sistemas fisiológicos, y en segundo lugar, temas relacionados con problemáticas ambientales, lo cual resulta importante tener en cuenta, en tanto puede coincidir con lo manifestado por Barrios (2009, p. 264) con respecto a la concepción que tienen muchos profesores y estudiantes, quienes señalan que las ciencias naturales se ocupan del estudio de los seres vivos (centrado principalmente en seres humano,

animales y plantas) y su entorno, dejando de lado otras temáticas que resultarían relevantes para la enseñanza-aprendizaje de las CN.

Entre la perspectiva empiro-positivista y el enfoque multidimensional-relacional de las finalidades de la enseñanza de las CN

Con respecto a la caracterización del conocimiento de las tres docentes en formación frente a las finalidades de la enseñanza de las CN en primaria, comparándolo con los niveles de complejidad propuestos en la hipótesis de progresión para esta categoría (ver tabla 3), se puede evidenciar, en la dimensión declarativa y de reflexión de la práctica, que el conocimiento de las futuras profesoras comparte los niveles de la HP, predominando el técnico (nivel dos) pero encontrando evidencias de una transición de este hacia el nivel complejo (nivel tres).

Tabla 3. Hipótesis de progresión del conocimiento de las tres docentes en formación respecto a las finalidades de la enseñanza de las CN.

Nivel de complejidad Categoría		1. Tradicional <i>Perspectiva nominalista</i>	2. Técnico-instrumental <i>Perspectiva empiro-positivista</i>	3. Nivel complejo (multidimensional relacional) <i>Perspectiva sistémica-contextualizada.</i>
Belén	Declarativo		2. Se enseña CN en la escuela para corroborar teorías por medio de la experimentación. Se asume que los estudiantes hacen ciencia como la de los científicos.	
	Reflexivo de la práctica		2. Se enseña ciencia en la escuela para hacer ciencia como la de los científicos.	3-2. Se enseña CN para generar aprendizajes significativos partiendo del reconocimiento del contexto, para así poder comprender el mundo.

Antonia	Declarativo		2. Se enseña CN para explorar, experimentar y para corroborar la teoría.	3-2. Se enseña CN para que el niño comprenda y valore su entorno y para que se haga preguntas. Se reconoce que la ciencia escolar es diferente a la de los científicos.
	Reflexivo de la práctica		2. Se enseña ciencias para indagar, experimentar y explorar. Para generar actitudes científicas, los estudiantes son vistos como investigadores.	3-2. Se enseña CN para relacionarla con la vida cotidiana de los estudiantes. Se reconoce la importancia de tener en cuenta las necesidades de los niños.
Edith	Declarativo	2. Se enseña ciencias para que los estudiantes utilicen términos propios de las CN	2. Se enseñan ciencias para experimentar y vivenciar las CN. También para que los estudiantes hagan ciencias de científicos.	3- 2. Se enseñan ciencias para que los estudiantes valoren la vida y lo vivo, y para establecer relaciones con el entorno natural y social.
	Reflexivo de la práctica		2. La enseñanza de las ciencias para aproximar a los estudiantes al conocimiento científico. Se experimenta para aprender CN.	

En el caso de Belén, se puede identificar en la dimensión declarativa una tendencia hacia una postura técnica, haciendo énfasis en que el propósito de formación en ciencias es corroborar las teorías a partir de la experimentación y la manipulación, presentándose esta como elemento esencial al momento de la enseñanza y como una alternativa frente a métodos tradicionales. También se identifica una tendencia a pensar que a toda teoría le subyace una práctica, y que esta tiene que comprobarse para ser afirmada o falseada; se evidencia un arraigo del método científico y una visión de ciencia positivista.

Que los niños entiendan el porqué de las ciencias naturales, de dónde viene lo que está practicando de la teoría; nosotros también lo estamos tomando por el lado de los experimentos, entonces a través de los experimentos los niños pueden comprobar lo que la teoría dice.

En la dimensión de la reflexión sobre la práctica, se observa una coexistencia de la perspectiva técnica y la compleja (niveles dos y tres, simultáneamente). Se acentúa así el pensar que los estudiantes hacen ciencia tal y como lo hacen los científicos, desconociendo las particularidades del conocimiento escolar. Sin embargo, también se identifica la necesidad de una educación en ciencias naturales contextualizada y significativa para los estudiantes. Si bien para Belén predomina una mirada técnica en la enseñanza de las ciencias, se tienen en cuenta otros elementos, como el uso que le puedan dar los estudiantes a lo aprendido, que de alguna manera complejiza lo que se asume como finalidad al enseñar ciencias naturales en la escuela.

Estos nuevos conocimientos que adquirió el estudiante me permitirán seguir trabajando el otro semestre, con el fin de formar un aprendizaje más amplio, el cual contribuya a formar un conocimiento realmente significativo en donde el niño y a niña hagan uso de este saber de manera apropiada en cualquier contexto...

Para el caso de Antonia, en las dos dimensiones (declarativa y de reflexión sobre la práctica) se denota la coexistencia de perspectivas técnica y compleja (niveles dos y tres). Así, se reconoce la exploración y la experimentación como elementos fundamentales en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, identificando la práctica como una necesidad para comprobar la teoría.

... Es por esta razón, es que decidí abordar los experimentos como medio de investigación y comprobación...

Por otra parte, Antonia reconoce la importancia del aprendizaje de las CN para que el niño comprenda su entorno, diferenciando la ciencia escolar de la ciencia de los científicos. También se reconoce la importancia de la construcción de preguntas y la relación de las ciencias naturales con los valores.

... o sea, que el niño conozca su entorno, que pueda decir bueno esta planta me sirve para esto, o sea, que le permita al niño conocerse dentro de ese entorno, para mi ese es el concepto de ciencia y también obviamente aplicarlo desde los valores, porque a veces se les vende a ellos el concepto de ciencia pero alejado de los valores...

Otro aspecto que se identifica como parte de las reflexiones de Antonia es la importancia de generar actitudes científicas tanto en los estudiantes como en ella como docente. Desde su perspectiva, los estudiantes son vistos como investigadores, lo cual puede identificarse como un cuestionamiento al contrastar esto con lo encontrado en la dimensión declarativa, en la cual la futura profesora establecía diferencias entre el conocimiento escolar y el conocimiento científico.

... pienso que los experimentos generan una actitud científica, de forma bilateral; es decir, tanto mi papel como docente en formación y el de los niños se logra desarrollar desde la indagación y la experimentación, lo cual nos permite progresar...

Para el caso Edith en la dimensión declarativa, presenta evidencias que se corresponden con los niveles tradicional, técnico y de transición técnico-complejo. Para el primer caso se busca que los estudiantes manejen términos propios de campo de conocimiento de las CN. Por otra parte, se pretende que los estudiantes experimenten, considerando este hecho como fundamental en la enseñanza de las CN; además, los estudiantes son vistos como científicos, encontrándose que no se establece diferencia entre el conocimiento escolar y otros tipos de conocimiento.

... los trabajos prácticos donde el niño se apropia y el niño ya tiene, como en el caso de los terrarios, los niños tienen los animales ahí, tenían que preocuparse por si habían comido, si les habían echado agua, si los habían sacado al sol,

que se murieron las plantas, entonces qué hacemos. Eso de paso les genera muchas preguntas y son vivencia que los niños uno les va a preguntar en estos momentos y ellos les contestan y son expertos en el tema...

Pese a lo anterior, Edith también hace referencia a la importancia de la valoración de la vida y lo vivo; se incluye la relación entre los sistemas naturales y sociales, y la relación de lo aprendido en la escuela con la cotidianidad, lo cual evidencia que si bien persisten algunos elementos de una mirada tradicional, se tienen en cuenta otros elementos que enriquecen el propósito de la enseñanza de las ciencias en la escuela.

Yo creo que el propósito de las ciencias naturales a nivel general es como dar a entender y a conocer la importancia que tiene la vida en el ser humano. Para el ser humano, no solo relacionando la vida como tal a las plantas, a los animales o al ser humano, sino a todo, a un conjunto de la sociedad.

Desde las reflexiones de Edith sobre su práctica, también se identifica que una de las finalidades de enseñar ciencias en la escuela es aproximar a los estudiantes al conocimiento científico, partiendo de los conocimientos que ya poseen. También se identifica la experimentación y la observación como medio para la construcción de nuevos conocimientos; es decir, persiste una visión propia del nivel dos de la hipótesis de progresión (técnica-instrumental: perspectiva empiropositivista).

En síntesis, en las tres futuras profesoras se evidencia un predominio de la perspectiva empiro-positivista en relación con las finalidades de la enseñanza de las ciencias, referenciando como propósitos formativos la experimentación y la exploración; lo anterior puede corresponder a lo que Fernández et ál. (2002, p. 479) identifica como la concepción empiroinductivista y atórica de las ciencias. Esta tendencia puede estar determinada por ausencia del trabajo en torno a temas relacionados con la naturaleza de las ciencias en los currículos de formación inicial de los maestros de primaria, tal como lo identifican Guisasola y Morentin (2007). A la vez se pueden reconocer matices en la mirada de la experimentación: en Belén se identifica con un énfasis en la corroboración de la teoría, con un predominio del método científico, sin establecer relaciones con la cotidianidad; Antonia identifica una necesidad de corroboración de la teoría con la práctica, pero tratando de establecer una relación con la vida cotidiana del niño; en el caso

Edith, también se reconoce la experimentación como un elemento importante en la enseñanza de las CN, pero no se relaciona con la vida de los estudiantes.

Cabe destacar que la perspectiva mayoritaria de las docentes en formación (visión técnica-instrumental) coexiste en los tres casos con visiones correspondientes a la transición entre los niveles técnico y complejo de la hipótesis de progresión.

Entre lo técnico instrumental y lo complejo multidimensional

En la tabla 4 se sintetiza la caracterización del conocimiento de las tres docentes en formación respecto a las estrategias de enseñanza de las CN en primaria, comparándolo con los niveles propuestos en la hipótesis de progresión para esta categorías. Como se puede evidenciar, en la dimensiones declarativa y de reflexión de la práctica, el conocimiento de las futuras profesoras a nivel general oscila entre el nivel instrumental y el multidimensional.

Tabla 4. Hipótesis de progresión del conocimiento de las tres docentes en formación respecto a las estrategias de la enseñanza de las CN.

Nivel de complejidad Categoría		Tradicional	Técnico instrumental	Nivel complejo (multidimensional relacional)
		Belén	Declarativo	1. Se privilegia la transmisión de información asumida como verdades y su respectiva copia en los cuadernos.
Reflexivo de la práctica			2. Se retoma la experimentación como estrategia de enseñanza y aprendizaje, posiblemente para corroborar el contenido conceptual trabajado.	
			3.2 Se integran las mediaciones comunicativas e informativas (tipo documental) para abordar y reflexionar frente a situaciones socio-científicas, como son las extinciones de especies, determinadas por la situación ambiental actual.	

Antonia	Declarativo	1.2 Se privilegian las tareas en casa como forma de búsqueda de información, aun cuando se asume como investigación por parte de la docente.	
			2. Se desarrollan actividades de exploración, percepción, observación y experimentación como formas de contrastar los contenidos conceptuales de las ciencias que se abordan en clase.
	Reflexivo de la práctica		2.3 Se desarrollan actividades de tipo experimental, asumidas como forma de progreso hacia una actitud científica en la docente en formación y en los niños y, como comprobación de los conceptos trabajados en clase.
			2.3 Se realizan actividades de tipo experimental a partir de las cuales se aborden valores como el cuidado de la naturaleza en situaciones cotidianas.
Edith	Declarativo		2.3 Se realizan actividades de exploración del entorno y de observación de las plantas presentes en él.
	Reflexivo de la práctica		3.2 La estrategia realizada involucra proceso de observación, descripción y experimentación, así como la construcción de semilleros, terrarios y herbarios a partir de lo cual se confronta lo trabajado a nivel conceptual.

Para el caso de Belén, se aprecian diferencias entre las dimensiones declarativa y reflexiva; incluso a nivel declarativo presenta posturas correspondientes a los niveles tradicional, en el que se resalta la búsqueda de información y la copia en los cuadernos, y técnico, en el que se alude a la experimentación como forma de evidenciar ciertos procesos en las plantas.

Yo comienzo con la teoría que por obvias razones tiene que ir consignada en el cuaderno y empezamos a ver, esto es verdad o no es verdad. Bueno, es como decir, yo estoy copiando, porque yo creo que en este momento los niños están aprendiendo a cuestionarse.

Nosotras hicimos eso por medio de un experimento, cogimos un clavel con tinta china y a través de los túbulos que tiene la planta empieza a succionar y empieza a colorearse y entonces eso fue lo que nosotros hicimos con el experimento con los niños.

Desde lo expuesto a nivel reflexivo, Belén se reconoce en un nivel de transición 3-2, con mayor tendencia a estrategias integradoras en las que se abordan contenidos de tipo socio científico (como las extinciones de las especies) apoyadas en mediaciones tecnológicas comunicativas e informativas, pertinentes a las características de los niños, con el propósito de propiciar su comprensión y reflexión ante dichas situaciones. Como parte de las estrategias planteadas por Belén en este nivel, se destaca lo relacionado con el reconocimiento de las ideas previas de los niños y la importancia del cambio actitudinal frente a las situaciones socio científicas que se retoman en el aula.

*Para dar a conocer un poco más a fondo la problemática que aqueja a la humanidad, proyecte la película *Océanos*, la cual refleja aquella diversidad de criaturas que hay en el mar y por ende aquellas destrucciones que el hombre ha hecho sobre los océanos, esto a su vez permitió analizar y reflexionar sobre lo que está pasando con respecto a la extinción de especies acuáticas y terrestres (...). Las actividades planeadas para cada una de las sesiones de Ciencias Naturales, estaban diseñadas para encontrar aquellos conocimientos previos que el niño o la niña ha elaborado a través de lo que observa, lee, o escucha, la cual, le permita al sujeto forjar una actitud significativa sobre el aprendizaje que ha construido.*

En el caso de Antonia también se presenta una transición entre los tres niveles, mostrándose una mayor tendencia al nivel técnico. Desde lo declarativo, se encuentran actividades de tipo tradicional cuando se alude a la realización de tareas en casa correspondientes a la búsqueda de información desde la cual, según Antonia, se incentiva la investigación.

Yo soy de las que digo que hay que dejarles tareas a los niños para la casa para incentivar la investigación.

También en lo declarativo se reconocen actividades de tipo procedimental, especialmente de exploración, percepción con los sentidos y experimentación, que permiten complementar aquello que se trabaja desde lo conceptual.

Empiezo por la exploración, entonces para los niños qué son las plantas, las hojas, las flores y entonces hacemos un trabajo iniciando por la exploración, empezamos a hablar a tocar texturas a mirar a ver cómo las plantas les sirven de refugio a los animales (...). La exploración es un procesos fundamental, yo creo que si uno se queda solo en la teoría y no sale a ver las plantas, no hace lo práctico, pues como que se queda ahí y los niños no van a tener ese concepto bien estructurado de lo que es una planta y los diferentes tipos de plantas.

En lo expuesto desde las reflexiones se aprecian dos tipos de actividades correspondientes a niveles de transición 2-3 y 3-2. En las primeras se desarrollan actividades experimentales para alcanzar dos logros: el de una actitud científica en los niños y ella misma, y como comprobación de los conceptos que se están trabajando.

Trabajé los experimentos porque los experimentos generan una actitud científica de forma bilateral, es decir, tanto mi papel como docente en formación y el de los niños se logra desarrollar desde la indagación y la experimentación, lo cual nos permite progresar. Es por esta razón que decidí abordar los experimentos como medio de investigación y comprobación.

En nivel transicional 3-2 se emprenden experimentos, pero como parte del abordaje de procesos y situaciones cotidianas en las que se integran y propician en los niños y niñas diversos valores como el cuidado, la responsabilidad y el respeto por el entorno natural.

Al mismo tiempo trabajamos los valores desde una perspectiva cotidiana, en donde el niño aprende a cuidar su entorno y lo que en él hay, por lo tanto se pretende estimular a los niños y niñas por medio de experimentos sencillos y significativos en donde puedan encontrar respuesta a las diferentes inquietudes que del contexto surjan, promoviendo una actitud científica cercana a los valores del respeto, autocontrol, responsabilidad, frente a su entorno.

Para el caso de Edith –y coincidente con los otros dos casos–, también se presentan diferencias en lo identificado a nivel declarativo y reflexivo, encontrándose en el primero un nivel de transición 2-3, en el que se abordan actividades de exploración y observación, en este caso, de las plantas y animales presentes en el patio del colegio, en el que los niños y niñas realizan diferentes actividades cotidianamente. Desde este nivel, Edith destaca como complemento del trabajo procedimental la realización de talleres:

O sea, no es que vamos a ver la planta desde el libro o desde una fotocopia en donde esta es la planta y estas son sus partes, sino desde lo real. Entonces yo creo que la primera herramienta que tuve fue el patio del colegio, donde estuvieran las plantas, donde estuvieran los animales donde los pudieran ver y los pudieran tocar. (...) Los talleres son otra de las estrategias en las que se procura trabajar los temas en el aula y está acompañada también del trabajo de observación en espacios naturales como el patio del colegio.

A nivel reflexivo, se aprecia un grado de transición 3-2, en el que se alude a la realización de estrategias en las que se involucran procesos de observación, descripción y experimentación a largo plazo, realizadas a partir de construcciones tipo terrarios y herbarios, y cuyo seguimiento implica el trabajo con padres y permite confrontar lo trabajado desde el plano conceptual.

Para la temática los seres vivos por medio de la elaboración de un terrario. Para dar seguimiento a este tema propuse la elaboración de un herbario. Las acciones pedagógicas realizadas en el apartado del herbario fueron:

1. La recolección de plantas en el patio, con el fin de observar las características principales y sus partes. 2. Un semillero con la extracción de las semillas de diferentes frutas que consumen en casa regularmente. 3. Siembra de diversas semillas, entre las que estuvo la papa y se llevó a cabo la observación de su

proceso de germinación con padres. 4. Observación y descripción de la planta de helecho destacando su forma de reproducción y la importancia de las esporas. 5. Un experimento para evidenciar otro tipo de reproducción como el de los hongos.

Comparando los resultados obtenidos para esta categoría en los tres casos, se aprecia una mayor correspondencia entre el nivel declarativo y reflexivo en Antonia, pero de manera general se puede evidenciar una tendencia a incorporar actividades correspondientes al nivel de transición 2-3 y 3-2, en el que se abordan actividades de tipo procedimental (experimental, de observación y exploración), con el propósito de corroborar los contenidos conceptuales o desarrollar actitudes y valores en los niños y niñas, y en las que se integran padres, situaciones y entornos propios. Lo anterior guarda correspondencia con lo identificado como propósitos que asignan los profesores a las actividades de tipo práctico que realizan con sus estudiantes: «para motivar, ya que estimulan el interés y son entretenidas; para desarrollar actitudes científicas» (Hodson, citado en Barberá y Valdez, 1996, p. 368). Se deben destacar como parte del pensamiento de estas tres docentes en formación, estos niveles transicionales con respecto a las estrategias y actividades de enseñanza de las CN, lo cual impide ubicarlas de manera delimitada en un solo nivel de la hipótesis de progresión.

Conclusiones

- Se evidencia una coexistencia de los niveles técnico-instrumental y de transición entre los niveles técnico-experimental y complejo multidimensional-relacional en las tres docentes en formación, respecto a su conocimiento sobre los contenidos de enseñanza de las CN, predominando el inter-nivel de transición, en el cual se hace reiterada referencia a la importancia de enseñar CN en el marco del enfoque CTS y del abordaje de aspectos sociocientíficos.
- Se encontró un predominio de la perspectiva técnico-instrumental para el caso del conocimiento de las docentes en formación sobre las finalidades de la enseñanza de las CN, coexistiendo dicha visión con una transición entre el nivel técnico-instrumental y el complejo, destacándose la importancia de formar para la valoración y conservación de lo vivo y de la vida.
- Para la categoría *finalidades de la enseñanza de las ciencias*, se encontró que en los tres casos existe una tendencia hacia lo empiropositivista, haciendo énfasis en los procesos de experimentación y exploración, destacándolos como fundamentales al momento de enseñar ciencias naturales en la escuela.

- En los tres casos analizados se evidencia una tendencia a incorporar actividades correspondientes al nivel de transición entre el nivel técnico instrumental y el nivel relacionado, en el que se abordan actividades de tipo procedimental con el propósito de corroborar los contenidos conceptuales o desarrollar actitudes y valores en los niños y niñas.
- El conocimiento de las profesoras en formación respecto a las categorías analizadas es complejo, muestra de ello es la coexistencia de varios niveles de complejidad (especialmente el técnico-instrumental y el inter-nivel de transición entre la perspectiva técnico-instrumental y compleja). Posiblemente dicha coexistencia se relacione con una movilización hacia el nivel complejo, que probablemente esté potenciada por la perspectiva socio-científica referenciada por las futuras maestras. Así, tanto en la dimensión declarativa como en la reflexión de la práctica, se evidencia que el conocimiento de las docentes corresponde a diferentes niveles.
- Predominan las perspectivas correspondientes a los niveles técnico instrumental e inter-nivel entre el técnico-instrumental y el complejo, pareciendo que el programa de formación de las tres futuras profesoras favorece la superación de una perspectiva tradicional en la enseñanza de las CN.

Se plantea como uno de los retos para los programas de formación inicial de educadores infantiles, apostar por una formación disciplinar y didáctica desde perspectivas complejas multidisciplinares y relacionales, obviamente en articulación con el componente pedagógico y contextual, dado que en su ejercicio profesional, deben enfrentarse a la enseñanza de diferentes áreas de conocimiento, con apenas uno o pocos semestres de formación.

Referencias

Akerson, V.; Morrison, J. and McDuffie, A. (2006). One course is not enough: preservice elementary teacher's retention of improved views of nature of science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), pp. 194-213.

Barnett, J. and Hodson, D. (2001). Pedagogical Context Knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. In: *Science Education*, 85 (4), pp. 426-453.

Barrios, A. (2009). Concepciones sobre Ciencias Naturales y Educación Ambiental de profesores y estudiantes en el nivel de básica de instituciones educativas oficiales del departamento de Nariño. En: *Revista de la educación en Colombia*, (12)12, pp. 249-272.

Barberá, O. y Valdez, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. En: *Revista Enseñaza de las ciencias*, 14(3), pp. 365-379.

Blanco, L.; Mellado, V. y Ruíz, C. (1995). Conocimiento didáctico del Contenido en ciencias experimentales y matemáticas y formación de profesores. *Revista de Educación*, 607, pp. 427-446.

Bolívar, A. (1993). Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado: El programa de L. Shulman. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 16, pp. 113-124.

Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 6(1), pp. 19-29.

Carlsen, W. (1999). Domains of teacher knowledge. In: J. Gess-Newsome and N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education*, pp. 133-144. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Fandiño, G. (2008). Formación de maestros y maestras para la educación infantil: Entre el currículo y la práctica. En: A. L. Castro. *Formación de docentes y educadores en educación infantil: Una apuesta clave para el desarrollo integral de la primera infancia*, pp. 54-64. Instituto para el desarrollo y la innovación educativa, IDIE.

Fernández, I.; Gil, D.; Carrascosa, J.; Cachapuz, A. y Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. En: *Enseñanza de las ciencias*, (20)3, pp. 477-488.

Fernández, M. y Peña, S. (2008). Concepciones de maestros de primaria sobre el planeta Tierra y gravedad. Implicaciones en la Enseñanza de la Ciencia. En: *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, (10)2, pp. 1-25. disponible en: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=15511134001>

Forbes, C. and Davis, E. (2008). The development of preservice elementary teachers' curricular role identity for science teaching. In: *Science Teacher Education*, (92), pp. 909-940. Section Coeditors.

Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de Ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 2(2), pp. 188-199.

García, S. (2008). La formación del profesorado de educación infantil. En: *XXIII Encuentros de didáctica de las ciencias experimentales*. España. disponible en: <http://www.ual.es/Universidad/Depar/dmce/Congreso/Seminario%20I/21%20Infantil.pdf>

Guisasola, J. y Morentin, M. (2007). ¿Comprenden la naturaleza de la ciencia los futuros maestros y maestras de educación primaria? En: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, (6)2, pp. 246-262.

Grossman, P. (1990). *The making of a teacher. The teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College, Columbia University.

Hanuscin, D.; Lee, M. and Akerson, V. (2011). Elementary teachers' Pedagogical Content Knowledge for teaching the nature of science. In: *Science Education*, (95)1, pp. 145-167.

Magnusson, S.; Krajcik, J. and Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of Pedagogical Content Knowledge for science teaching. In: J. Gess-Newsome and N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The construct and its implications for science education*, pp. 95-132. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.

Manassero, M. y Vázquez, A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 37, pp. 187-208.

Martín del Pozo, R. y Porlán, R. (1999). Tendencias en la formación inicial del profesorado sobre los contenidos escolares. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 35, pp. 115-128.

Martín del Pozo, R. y Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: Los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 63-79.

Martínez, C.; Molina, E.; Reyes, A.; Valbuena, J. y Hederich, C. (2011). Una hipótesis de progresión del conocimiento del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar. V Congreso Internacional sobre Formación de Profesores. En: *Revista Tecné Episteme y Didaxis*, número extraordinario, pp.1589-1594.

Ministerio de Educación Nacional (1994). Ley 115 de febrero de 1994. disponible en: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional (2004). Resolución 1036 de abril de 2004. disponible en: http://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-86386_Archivo_pdf.pdf

Ministerio de Educación Nacional (2008). Estándares básicos de competencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. La formación. En: *Ciencias: ¡El Desafío!*. disponible en: http://www.mineduacion.gov.co/1621/Articles-116042_Archivo_Pdf3.Pdf

Mellado, V. (1994). *Análisis del conocimiento didáctico del contenido, en profesores de ciencias de primaria y secundaria en formación inicial*. Tesis de doctorado. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Mellado, V. (1995). Concepciones de los profesores de ciencias en formación y práctica de aula. En: L. Blanco y V. Mellado (Eds.). *La formación del profesorado*.

Mellado V. y González T. (2000). La formación inicial del profesorado de ciencias. En: J. Perales y P. Cañal. *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias*. Alcoy: Marfil.

Mellado, V. (1998). La investigación sobre el profesorado de ciencias experimentales. En: E. Banet y A. De Pro (Eds.). *Investigación e innovación en la enseñanza de las ciencias. Vol. I*, pp. 272-283. Lleida: Poblagrafics, S. L.

López, F. (2002). El Análisis de contenido como método de investigación. En: *Revista de Educación*, 4, pp. 167-179.

Oliva, J. y Acevedo, J. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. En: *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, (2)002. disponible en: <http://redalyc.ubaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=92020210>

Porlán, R.; Azcárate, P.; Martín del Pozo, R.; Martín, J. y Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: Fundamentos y principios formativos. En: *Investigación en la Escuela*, 29, pp. 23-38.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

Rodríguez, J. (1995). *Formación de profesores y prácticas de enseñanza. Un estudio de caso*. Andalucía: Universidad de Huelva.

Shulman, L. (1986). Paradigms and research programs in the study of teaching: A contemporary perspective. In: M. Wittrock (Ed.). *Handbook of Research on Teaching*, pp. 3-36. New York: Macmillan.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Traducción de Pablo Manzano. Madrid: Narcea.

UNESCO (1999). Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico: Adoptada por la conferencia mundial sobre la ciencia el 1º de julio de 1999. disponible en: http://www.unesco.org/science/wcs/esp/declaracion_s.htm

Valbuena, E. (2007). *El Conocimiento Didáctico del Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis para optar al título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Valbuena, E. (2011). Hipótesis de progresión del conocimiento biológico y del conocimiento didáctico del contenido biológico. Parte I: referentes teóricos. En: *Tecne Episteme y Didaxis*, 31, pp. 30-52. Fondo Editorial Universidad Pedagógica Nacional.

Capítulo 4

Conocimiento de los futuros maestros acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Soraya Hamed Al-lal

Universidad de Sevilla

sha@us.es

Ana Rivero García

Universidad de Sevilla

arivero@us.es

Resumen

En este trabajo presentamos el diseño, validación y administración de un cuestionario aplicado a una muestra amplia de 400 futuros maestros de Primaria que cursaron la asignatura de Didáctica de las Ciencias de la Universidad de Sevilla. El interés radica en poder detectar las concepciones que presentan los futuros maestros acerca de la enseñanza y aprendizaje de las Ciencias. Para ello, aplicamos un cuestionario tipo Likert de 6 valores que tiene en cuenta dos modelos didácticos de enseñanza: el Modelo Tradicional (MT) y el Modelo de Investigación Escolar. En este sentido, se ha llevado a cabo un análisis cuantitativo descriptivo de tipo encuesta acerca de sus concepciones sobre cuatro elementos curriculares: contenidos escolares, ideas de los alumnos, metodología de enseñanza y evaluación de la enseñanza, y aprendizaje de las ciencias. Los resultados indican que los estudiantes presentan concepciones enfocadas a un Modelo de Investigación Escolar frente al Modelo Tradicional.

Introducción

Anteriores proyectos de investigación educativa sobre el conocimiento profesional y la formación de maestros en el área de Ciencias Experimentales, realizados por el equipo de investigación en el que nos integramos, manifestaron la existencia de un conocimiento tradicional y dominante de los profesores sobre la enseñanza y aprendizaje de la Ciencia, caracterizado este por seguir modelos didácticos no constructivistas, ni críticos ni relativistas. De ahí el interés del equipo por diseñar y aplicar recursos formativos que facilitasen el cambio desde ese conocimiento a

otro más acorde con las aportaciones actuales de la investigación didáctica y la práctica innovadora de los maestros. En concreto, se ha diseñado en el proyecto de investigación actual, un curso basado en la investigación de problemas curriculares relevantes en la enseñanza de las ciencias (¿Qué contenidos enseñar en ciencias?, ¿qué saben los alumnos sobre ellos y cómo influye esto en la enseñanza?, ¿cómo enseñar y evaluar?) y en el contacto con prácticas innovadoras a través de audiovisuales (*Aprender a enseñar ciencias en primaria*). El interés es aplicar este instrumento en dos momentos: al inicio y al final del curso formativo para el estudio cuantitativo del cambio de las concepciones de los estudiantes.

Para la construcción de la encuesta nos hemos basado en el Inventario de Creencias Pedagógicas y Científicas, INPECIP (Porlán, 1989), junto con la consideración de otros instrumentos, como el Professional and Pedagogical experience Repertoire (Pap-eR) (Loughram, Mulhall & Berry, 2004), entre otros (Martínez et ál., 2001, Marín & Benarroch, 2010).

Origen y justificación

Son múltiples los estudios realizados sobre el conocimiento de los profesores acerca de la enseñanza y el aprendizaje. Ya con Shulman (1986, 1987) se investigaba sobre la necesidad del *desarrollo de un conocimiento en la enseñanza* mediante la transformación del contenido, con el intento de poderse solventar los requerimientos de formación deseables. Es decir, defendía el requerimiento de lo que se conoce como *Content Pedagogical Knowledge* (CPK) o *Conocimiento Didáctico del Contenido* (CDC) como un conocimiento profesional fuerte para poder formar a mejores profesores, eficaces y que puedan diseñar su currículum profesional aplicable en el aula. Dicho conocimiento afecta tres elementos: a la comprensión de la materia específica, al conocimiento curricular y a las estrategias didácticas o pedagógicas necesarias en todo proceso de enseñanza y aprendizaje.

Asimismo algunos autores, desde otra perspectiva o tradición investigadora que ha terminado confluyendo, en buena parte, definen este conocimiento como *Conocimiento Práctico Profesional* (CPP), organizado en torno a *Problemas Prácticos Profesionales* (PPP) (Rivero et ál., 2011). Se destaca así la estrecha relación entre la práctica profesional y las estrategias de enseñanza más innovadoras y críticas, en las que sobresale la reflexión tanto individual como colectiva del profesorado

con temas concretos (Wang & Lin, 2008; Van Driel & Berry, 2012), que permite la integración personal mediante la interpretación del conocimiento formal a través de la propia práctica docente (Berry, Loughran & Van Driel, 2008; Tang, 2010).

De igual forma, para Abell (2008), el CDC es algo más que la suma de sus partes constituyentes; debe existir una integración e interacción entre todas aquellas, mediante la comprensión de las mismas, con el abordaje de problemas de enseñanza. Existen análisis que indican que es conveniente, para los profesores, pensar primero en los alumnos, y luego centrarse en la enseñanza, y destaca lo esencial que es el papel de la reflexión de los docentes para reorganizar sus ideas en la forma en la que van desarrollando el CDC de una manera continua, progresiva y coherente (Porlán, 1993; Schneider & Plasman, 2011) teniendo en cuenta diversos factores importantes de tipo conceptual, circunstancial, así como personal (Van Driel & Berry, 2012). Otros estudios revelaron que los futuros maestros pueden cambiar sus ideas ante un plan estratégico innovador en el aula mediante un proceso de investigación-acción de los estudiantes con el empleo de diversas habilidades de enseñanza, integrando el conocimiento del contenido sobre la base de la motivación en la profesión del maestro (Nuangchalem, 2011). Con Nilsson (2008), se admite que aprender a enseñar es un proceso complejo y que existe una necesidad de máxima urgencia de una profunda comprensión, desde la experiencia de los estudiantes profesores, desde sus preocupaciones e inquietudes, ya que estas afectan su capacidad para aprender y enseñar ciencias en la escuela. Necesitan encontrar formas, por sí mismos, para transformar sus «saberes» en formas útiles y significativas durante la etapa educativa. Hablaba de un *Modelo Integrador* y un *Modelo Transformador*. El primero, basado en la intersección de los tres componentes del CDC (materia, didáctica y contexto) para un aprendizaje eficaz. El segundo difiere del anterior en que no bastaría solo con la integración de aquellos elementos, pues integrados o no primaría, en todo caso, la síntesis de los mismos para ser un buen maestro. En definitiva, «transformar los saberes» en una nueva forma de conocimiento que es más poderoso que sus partes constituyentes.

Además, análisis llevados a cabo con estudiantes de Pedagogía para aprender a enseñar ciencias (Buitink, 2009), indican que es necesario ampliar más el saber sobre la «teoría» y desarrollar lo que se denomina «teoría práctica», la cual contiene todos los elementos, ya sean percepciones, nociones, convicciones que

utilizan el profesor y el alumno en su proceso formativo. La teoría se funda en experiencias personales prácticas (en el estudiante) y experiencias profesionales (en el maestro) mediante la integración de conocimientos teóricos y los adquiridos a través de la interacción con otros. Propone un contenido teórico-práctico docente más desarrollado que la teoría práctica mediocre existente, presentando dos características importantes: la riqueza y la estructuración del contenido. Se consigue si se centra el aprendizaje en el estudiante como participante activo y crítico. Una teoría práctica rica permite tener una mejor comprensión de la clase debido a esquemas formados más desarrollados, y una teoría práctica estructurada, en lo que a claridad y coherencia se refiere, permitiendo ser más evolucionada. Plantean Padilla, Ponce de Leon, Rembado & Garritz (2008) un estudio del CDC de cuatro profesores universitarios de Química, mediante la exploración de la estructura y/o naturaleza de sus conocimientos sobre un tema en concreto, y a la vez abstracto (cantidad de sustancia), aplicando, para ello, lo que se denomina como *Mortimer's Conceptual Profile Model –CPM–* en el desarrollo del contenido. La representación y aplicación de este modelo se hizo con la intención de evaluar la estructuración de sus conocimientos sobre el tema. Tal modelo, a pesar de sus limitaciones, fue diseñado para el registro de la progresión de las «ideas de sentido común» a las «ideas científicas» de los profesores, identificando el cambio conceptual mediante las formas de hablar y de pensar de los mismos. Se localizaron dos marcos de ideas de enseñanza, uno centrado en un perfil empirista, y- el otro, racionalista formal. Además afirman que se desencadena un enfrentamiento paradigmático en toda la caracterización conceptual: por un lado el equivalentista, relacionado con la visión empirista, y por otro, el atómico, vinculado con la perspectiva racionalista formal. Para los autores, hacen un uso mezclado de ambos paradigmas sin tener en cuenta cuál es el mejor para la enseñanza y el aprendizaje. Es decir, explicita las dificultades acontecidas hacia el logro de un conocimiento óptimo, como consecuencia de la ausencia de un conocimiento socio-histórico y epistemológico en relación con este concepto. Se necesitaría, de acuerdo con lo que dice Abell (2007), más estudios para centrarnos en la esencia del PCK de los profesores, es decir, en la transformación del contenido de forma eficiente.

Igualmente, otro trabajo encargado de estudiar el contenido y la estructura del CDC para un tema específico –“Modelos del Sistema Solar y el Universo”– (Henze, Van Driel & Verloop, 2008), en una muestra pequeña de profesores de

ciencias más y menos experimentados (físicos, químicos y biólogos), se hizo en relación a cuatro aspectos: el conocimiento acerca de las estrategias de enseñanza, la comprensión y evaluación de los estudiantes y los objetivos y metas a alcanzar del tema en cuestión.

Revelan que, por un lado, permanece de forma general- una visión epistemológica-positivista de los modelos de enseñanza, siendo el desarrollo del conocimiento de la materia limitado. Los modelos son vistos como la reducción de la realidad, cuyo objetivo es la visualización y explicación de la misma; y por otra parte, sugieren un conocimiento de la materia más amplio y relativista de los modelos, donde no basta solo con la visualización y explicación de los fenómenos, sino que se acentúa también la necesidad de formular y probar hipótesis y del cómo obtener información de los sucesos.

Los modelos lo conciben como formas de ver la realidad, que ayudan a alentar a los estudiantes a reflexionar sobre su proceso de aprendizaje personal, estableciendo paralelismos significativos entre su desarrollo de la comprensión personal y el crecimiento del conocimiento científico. Manifiestan que los libros de texto actuales, rara vez invitan activamente a los alumnos a construir, probar y revisar sus propios modelos, y al mismo tiempo, que los maestros carecen de suficientes estrategias para la enseñanza de modelos constructivos. Por tanto señalan que la clave para el desarrollo eficaz de un conocimiento profesional personal de ciencias, consiste en la práctica con otros compañeros y con los estudiantes-profesores.

Además de plantearnos la caracterización del conocimiento de los profesores (su estructura, sus componentes, cómo favorecer su construcción), es necesario que nos planteemos el contenido deseable de ese conocimiento, en el caso de la enseñanza de las ciencias. García (2000) habla de «"modelos didácticos"» como buenos instrumentos para la intervención de los problemas existentes durante la etapa educativa, con la idea de articular la «"teoría"» y la «"práctica"» ejecutada en los contextos escolares. La brecha o escisión entre «"teoría"» y «"práctica"» que, como dicen Berry, Loughram & Van Driel (2008), permanece, debe ser revisada y tratada de la mejor manera posible. Siendo para ello, ineludible partir de «"modelos didácticos alternativos"» que permitan abordar de manera profunda, reflexiva y crítica el entorno educativo presente (García, 2000).

Los modelos en los que nos podemos fundar para el trabajo son, en primer lugar, con el que partimos, bastante enraizado en la sociedad, el Modelo Tradicional (MT), y en segundo lugar, el que nos sirve de referencia alternativa al anterior, definido como Modelo de Investigación Escolar (MIE).

El primero, fundamentado en una cultura más academicista y de «saberes acumulados», desligados y expuestos con la lógica establecida en los libros de textos, siendo estos el recurso didáctico básico por excelencia en el aula, sin requerir de la estimación de las ideas, intereses y necesidades de los alumnos. Deben escuchar el contenido simplificado de la disciplina; el profesor explica, los alumnos memorizan, realizan actividades de reiteración y de refuerzo de lo expuesto para finalizar con una prueba control de lo transmitido en el aula. Es necesario destacar, en este modelo, la tendencia obsesiva de aprender los contenidos sin sentido alguno, y no promover el aprendizaje de una forma constructiva, crítica y negociada mediante sistemas interactivos y dinámicos de informaciones en el aula (Porlán, 1993). A pesar de ello, sigue siendo un modelo anacrónico que ha existido y existe en estos tiempos.

El segundo, trata de ser una propuesta disruptiva a la anterior, mediante el aprendizaje escolar por investigación. En el Proyecto IRES, se ha concretado como modelo didáctico alternativo el Modelo de Investigación Escolar (MIE), con la idea de considerar las ideas, intereses y necesidades de los estudiantes y conseguir complejizarlas, enriqueciéndolas (Porlán et ál., 2010; Rivero et ál., 2011). El profesor actúa como facilitador del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, propicia el aprendizaje de los alumnos, a la misma vez que analiza su intervención en el aula. Esto es, un aprendizaje basado en el planteamiento de problemas interesantes y relevantes, de conocimiento escolar, ligado a una secuencia metodológica determinada para la consecución de las cuestiones a resolver, concibiendo la evaluación, no la demostración del nivel adquirido por los estudiantes, sino como proceso de seguimiento de la evolución de sus concepciones, de la actuación del docente, así como del proceso de investigación en general. Ello equivale a formar una generación de individuos variados que respondan a nuevos y diversos retos requiriendo de múltiples y diferentes soluciones.

A continuación se muestra en la tabla 1, un resumen de la caracterización de los dos modelos vigentes comentados y planteados por García (2000), que servirán de referencia para este trabajo.

Tabla 1. -Modelos didácticos vigentes (García, 2000).

	Modelo Tradicional (MT)	Modelo de Investigación Escolar (MIE)
Ideas, intereses, necesidades de los alumnos	No se consideran	Sí se consideran
Qué enseñar	Conocimiento simplificado al disciplinar	Conocimiento alternativo (escolar) que recoge diversos referentes (disciplinares, cotidianos, científicos)
Para qué enseñar	Transmitir esencialmente información	Complejización del conocimiento de los alumnos mediante la construcción de significados
Cómo enseñar	<ul style="list-style-type: none"> -Metodología basada en la pura transmisión de la información - Actividades de corroboración de la información transmitida -El rol del alumno es escuchar, memorizar y reproducir los contenidos transmitidos - El rol del docente es exponer los temas y poner orden en el aula. 	<ul style="list-style-type: none"> -Metodología fundada en la idea de investigación escolar del alumno. - Actividades basadas en el tratamiento de problemas. - El rol del alumno es ser el protagonista activo de su proceso de aprendizaje y encargado de la construcción de su conocimiento. - El rol del profesor es facilitador u orientador del proceso e investigador en el aula.
Evaluación	<ul style="list-style-type: none"> -Basada en la repetición de los contenidos expuestos -Centrada en producir (producto) - Realizada mediante pruebas control o exámenes. 	<ul style="list-style-type: none"> - Encargada del seguimiento de la evolución del conocimiento de los alumnos, de la intervención del docente y de la investigación en el aula. - Centrada en todo el proceso. -Realizada mediante múltiples instrumentos.

Problema y objetivos de la investigación

Problema de investigación

De acuerdo con esto, el cambio hacia un conocimiento profesional deseable de los futuros maestros es un proceso gradual, complejo y difícil que debe ser investigado. Se requiere de diversas fuentes de información, recursos, documentos e instrumentos para abordar tal investigación. En este trabajo, con la aplicación de este instrumento, nos planteamos el siguiente problema de investigación:

¿Qué concepciones se detectan en los futuros maestros de Primaria acerca de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias cuando participan en un curso de orientación constructivista?

Objetivos de la investigación

Para abordar las concepciones, se procederá con la consecución de los siguientes pasos:

- Describir las concepciones detectadas, relativas a las ideas de los alumnos de los futuros maestros de primaria.
- Describir las concepciones correspondientes a los contenidos escolares.
- Describir las concepciones relacionadas con la metodología de enseñanza.
- Describir las concepciones en relación a la evaluación de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias.
- Contrastar las concepciones de ambos modelos definidos en los estudiantes en formación.

Metodología

Enfoque metodológico

La secuencia metodológica realizada ha sido un estudio cuantitativo descriptivo de tipo encuesta, acerca de las tendencias predominantes de los estudiantes de maestro de primaria. Para ello se diseñó y validó un cuestionario de tipo Likert de 6 valores. A continuación, se muestra en un esquema general (ver figura 1), la secuencia metodológica seguida:

Figura 1. Secuencia metodológica del estudio



Sujetos estudiados

La población de estudio a considerar son los estudiantes de maestro que cursan la asignatura de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el 2º curso del Grado de Educación de Primaria. Y la muestra seleccionada es de tipo no probabilístico, intencional o de conveniencia compuesta por 8 aulas de la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla. De tal manera que se agrupan 404 sujetos que han participado voluntariamente en la cumplimentación del cuestionario, con edades comprendidas entre los 19 y 24 años la mitad de los sujetos, y el otro 50% repartido entre los 19 y 20 años (ver figura 1 y tabla 2). Siendo 268 (67,2%) mujeres y 131 (32,8%) hombres (ver figura 2).

Recolección de datos

Diseño de la primera versión del cuestionario sobre el conocimiento acerca del aprendizaje y enseñanza de las ciencias

El diseño del cuestionario se ha llevado a cabo comenzando con un escrito. La escala adoptada es de actitud tipo Likert con 6 valores que tiene como título *Cuestionario sobre el conocimiento acerca de la enseñanza-aprendizaje de la ciencia*. Es un instrumento que permite recoger las concepciones que tienen los estudiantes de profesorado sobre el conocimiento acerca de la enseñanza y aprendizaje de la ciencia (Anexo 1). Su estructura es la presentada a continuación:

La primera parte del cuestionario comienza con una introducción donde se explicita el objetivo, la finalidad y la garantía de anonimato o de confidencialidad del mismo. En la segunda parte, aparece un apartado de datos demográficos para conocer información personal del entrevistado (edad, sexo...). En la tercera parte, aparecen las instrucciones necesarias de cómo debe responder el encuestado según su grado de desacuerdo o acuerdo con las afirmaciones planteadas, siendo el 1 el valor mínimo o de completo desacuerdo, 2 desacuerdo, 3 tendente al desacuerdo, 4 tendente al acuerdo, 5 de acuerdo y 6 el valor máximo o de completo acuerdo; y por último, en la cuarta parte, aparecen las afirmaciones o ítems que siguen dicha escala.

Las cuatro categorías consideradas para el estudio son las ideas de los alumnos, contenidos escolares, metodología de enseñanza y evaluación de la enseñanza

y aprendizaje que, a su vez, se subdividen en tres subcategorías cada una (ver tabla 5). En cada subcategoría se han redactado 4 ítems. Dos de ellos presentan un enunciado coincidente con lo que consideramos el habitual *nivel de partida* de los estudiantes de Magisterio (identificado con un Modelo Tradicional o con un Modelo Tecnológico –MT–) y otros dos con el que denominamos el *nivel de referencia* (coincidentes con un Modelo de Investigación Escolar –MIE–).

Tabla 2.- Estructura del cuestionario

CATEGORÍAS	SUBCATEGORÍAS	REFERENTES	
1.-Ideas de los alumnos	1.1.-Naturaleza de las ideas de los alumnos	Nivel de Partida (coincidente con el Modelo Tradicional-MT-)	Nivel de Referencia (coincidente con el Modelo de Investigación Escolar-MIE-)
	1.2.-Cambio de las ideas de los alumnos		
	1.3.-Utilización de las ideas de los alumnos		
2.- Contenidos escolares	2.1.- Formulación/Presentación de los contenidos		
	2.2.- Selección de los contenidos		
	2.3.- Tipos de contenidos		
3.- Metodología de enseñanza	3.1.- Sentido de actividad		
	3.2.- Tipos de actividades		
	3.3.- Secuencia metodológica		
4.- Evaluación	4.1- Sentido de evaluación		
	4.2.- Criterios de evaluación		
	4.3.-Instrumentos de evaluación		

Validación del cuestionario mediante juicio de expertos

Para confirmar que el cuestionario recoge la información que se pretende investigar y tener garantía de que se ha realizado adecuadamente con preguntas claras y relevantes, se ha sometido a validación mediante juicio de expertos. De esta manera se solicitó, para valorar la versión inicial del cuestionario, la participación vía correo electrónico de los mismos en calidad de expertos en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, debido a su larga trayectoria y experiencia en la materia. Para ello, se ha formulado y adjuntado otro cuestionario denominado *Validación del cuestionario sobre el conocimiento acerca de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias* (Anexo 2). Se estableció un plazo de entrega de 15 días, aproximadamente.

Expertos participantes y protocolo de valoración

Del total de peticiones presentadas, se obtuvo la valoración de 8 expertos –4 catedráticos de universidad, 2 profesores titulares de universidad y 2 profesores

de enseñanza secundaria y asociados en la universidad—. Se les pidió que expresaran una puntuación numérica de 1 a 5 en cada uno de los ítems que aparecen en cada ámbito con sus enfoques respectivos, relativos al Modelo Tradicional y al de Investigación Escolar (ver tabla 7), considerando dos criterios definidos previamente (ver tabla 6). El valor 1 indica la mínima pertinencia o claridad en el ítem, mientras que el 5 indica el máximo valor en dichos criterios.

Tabla 3. Criterios de valoración

PERTINENCIA:	Grado en el que el ítem resulta adecuado para el modelo, categoría y subcategoría en el que se incluye
CLARIDAD:	Grado en el que el ítem será comprendido fácilmente por los sujetos, dada su claridad y precisión

Tabla 4. Cuadro de valoración por dimensiones.

Dimensión		Ítems	Pertinencia (1 a 5)	Claridad (1 a 5)
Instrumentos de evaluación	Modelo Tradicional y en algunos aspectos con el Modelo Tecnológico	45.-El instrumento básico y más fiable para la evaluación de los aprendizajes es el examen escrito		
		46. La corrección de un examen la debe realizar el profesor sin conocer al autor para evitar influencias en la calificación		
	Modelo de Investigación Escolar	47.-En la evaluación debe utilizarse el máximo número de instrumentos posible (cuadernos de clase, registros de participación, trabajo en el laboratorio, informes de autoevaluación, etc.)		
		48.-Se deben preparar instrumentos de evaluación para evaluar a los alumnos, al profesor y a la enseñanza desarrollada		
Comentarios /formulación alternativa:				

Igualmente, se proporcionó un apartado de observaciones o sugerencias de alternativas para la reformulación de los ítems que se consideraron inadecuados por su falta de claridad y/o pertinencia.

Resultados de las valoraciones de los expertos

Se fijó previamente una valoración de referencia de cuatro, de manera que por encima de esta, se consideraba que un determinado ítem era pertinente y claro. Posteriormente, se trataron todas las puntuaciones numéricas de los expertos

con el programa estadístico SPSS 18.0 (Statistical Package for the Social Sciences), obteniéndose las medias y desviaciones típicas de todas las afirmaciones (ver tablas 5, 6, 7 y 8, y figuras 2, 3, 4 y 5, respectivamente).

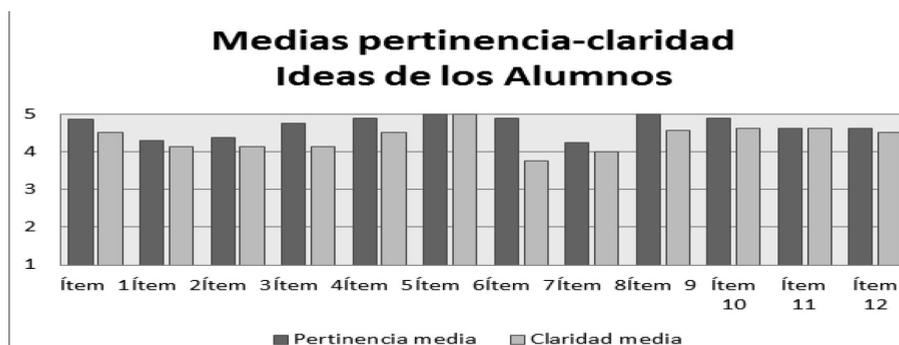
Como podemos ver, para todas las categorías, las valoraciones han sido mayoritariamente positivas, con puntuaciones por encima del valor prefijado, tanto en pertinencia como en claridad, a excepción de tres ítems que presentan promedios inferiores, pero próximos al valor 4.

En la tabla 5 y figura 3 podemos visualizar que el ítem 7 se ubica con una media de 3,75 en relación con la precisión y claridad de la pregunta, es decir, un valor inferior del referente. El resto de ítems pertenecientes a la categoría *Ideas de los alumnos* apuntan valoraciones por encima de 4, llegando incluso a 5.

Tabla 5. Medias pertinencia y claridad de las ideas de los alumnos

Categoría 1: Ideas de los Alumnos	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 1	4,8571	,37796	4,5000	,53452
Ítem 2	4,2857	,95119	4,1250	,99103
Ítem 3	4,3750	1,06066	4,1250	1,35620
Ítem 4	4,7500	,46291	4,1250	1,45774
Ítem 5	4,8750	,35355	4,5000	1,06904
Ítem 6	5,0000	,00000	5,0000	,00000
Ítem 7	4,8750	,35355	3,7500	1,28174
Ítem 8	4,2500	,88641	4,0000	,92582
Ítem 9	5,0000	,00000	4,5714	1,13389
Ítem 10	4,8750	,35355	4,6250	,74402
Ítem 11	4,6250	1,06066	4,6250	1,06066
Ítem 12	4,6250	,74402	4,5000	1,06904

Figura 2. Medias pertinencia y claridad de las ideas de los alumnos

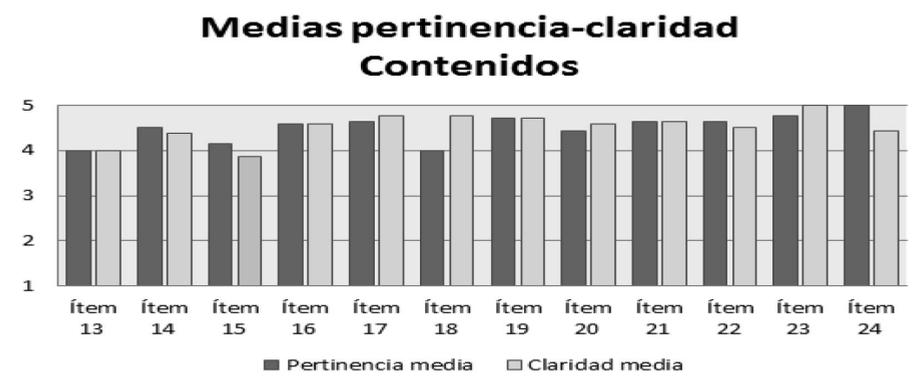


En la tabla 6 y figura 3, destaca en la categoría *Contenidos* el ítem 15, con una media de 3,86 aproximadamente, de nuevo, en relación con la nitidez de la pregunta, diferenciándose del resto con medias que oscilan entre 4 y 5.

Tabla 6. Medias pertinencia y claridad de contenidos

Categoría 2: Contenidos	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 13	4,0000	1,41421	4,0000	1,19523
Ítem 14	4,5000	1,06904	4,3750	1,06066
Ítem 15	4,1429	1,57359	3,8571	1,21499
Ítem 16	4,5714	,78680	4,5714	,78680
Ítem 17	4,6250	,74402	4,7500	,46291
Ítem 18	4,0000	1,41421	4,7500	,46291
Ítem 19	4,7143	,48795	4,7143	,48795
Ítem 20	4,4286	1,13389	4,5714	,78680
Ítem 21	4,6250	1,06066	4,6250	,51755
Ítem 22	4,6250	,74402	4,5000	,75593
Ítem 23	4,7500	,70711	5,0000	,00000
Ítem 24	5,0000	,00000	4,4286	,78680

Figura 3. -Medias pertinencia y claridad de contenidos

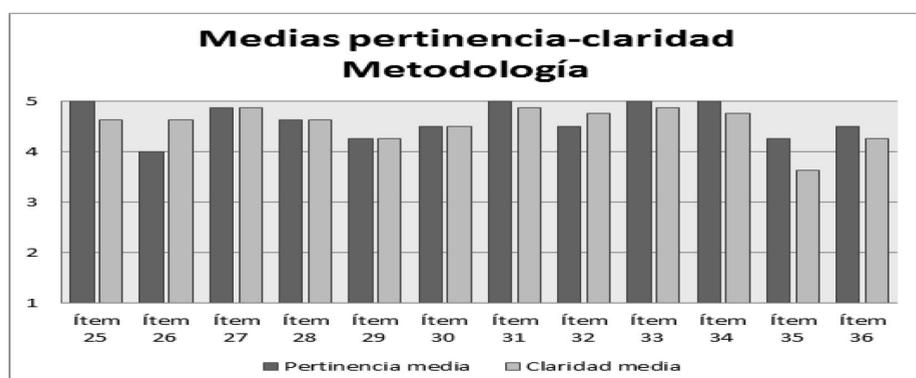


En la tabla 7 y figura 4, se observa para la categoría *Metodología*, el ítem 35, con promedio de 3,63 aproximadamente, vinculado con la adecuación de la afirmación con la categoría, subcategoría y modelo. Los demás ítems muestran valores bastante positivos.

Tabla 7. -Medias pertinencia y claridad de la metodología.

Categoría 3: Metodología	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 25	4,6250	,74402	5,0000	,00000
Ítem 26	4,6250	1,06066	4,0000	1,41421
Ítem 27	4,8750	,35355	4,8750	,35355
Ítem 28	4,6250	1,06066	4,6250	1,06066
Ítem 29	4,2500	1,16496	4,2500	1,16496
Ítem 30	4,5000	,75593	4,5000	1,41421
Ítem 31	4,8750	,35355	5,0000	,00000
Ítem 32	4,7500	,46291	4,5000	1,41421
Ítem 33	4,8750	,35355	5,0000	,00000
Ítem 34	4,7500	,46291	5,0000	,00000
Ítem 35	3,6250	,74402	4,2500	1,48805
Ítem 36	4,2500	,88641	4,5000	,92582

Figura 4. -Medias pertinencia y claridad de la metodología

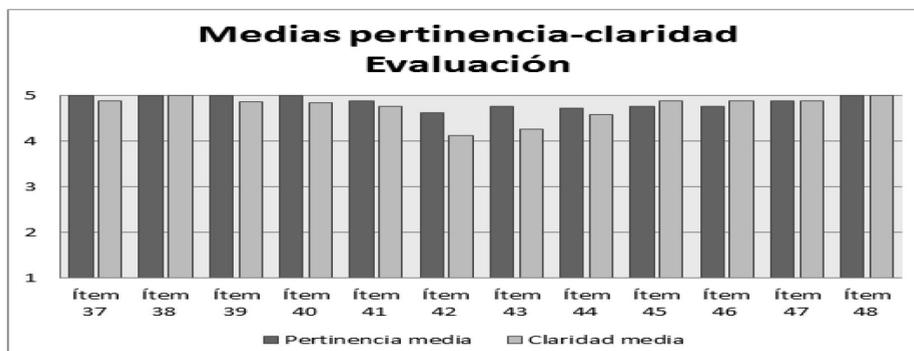


Con respecto a la evaluación, todas las puntuaciones han sido altas, dotadas algunas de ellas del valor máximo de 5, tanto en pertinencia como en claridad.

Tabla 8. Medias en pertinencia y claridad relativas a la evaluación

Categoría 4: Evaluación	Media Pertinencia	Desviación típica	Media Claridad	Desviación típica
Ítem 37	4,8750	,35355	5,0000	,00000
Ítem 38	5,0000	,00000	5,0000	,00000
Ítem 39	4,8571	,37796	5,0000	,00000
Ítem 40	4,8333	,40825	5,0000	,00000
Ítem 41	4,7500	,46291	4,8750	,35355
Ítem 42	4,1250	,99103	4,6250	,74402
Ítem 43	4,2500	,88641	4,7500	,70711
Ítem 44	4,5714	,78680	4,7143	,75593
Ítem 45	4,8750	,35355	4,7500	,46291
Ítem 46	4,8750	,35355	4,7500	,70711
Ítem 47	4,8750	,35355	4,8750	,35355
Ítem 48	5,0000	,00000	5,0000	,00000

Figura 5. -Medias pertinencia y claridad de las ideas de los alumnos



Administración del cuestionario

Una vez diseñado y validado el cuestionario (Rivero y otros, 2012) (ver anexo 1), se prosiguió con la administración del mismo a la muestra de estudio, es decir, a los ocho grupos de estudiantes de maestros de 2º curso del Grado de Primaria, los cuales también, de manera voluntaria, aceptaron ser partícipes para responder la encuesta. Se hizo en el horario de clase, al comienzo de la sesión. Se explicaron minuciosamente las instrucciones de cómo se debían contestar las preguntas formuladas. La duración del proceso fue de entre 15 y 20 minutos. Una vez finalizado, se recogieron de forma individual los datos adquiridos para comenzar con la introducción de los mismos en el programa SPSS, y posibilitar así los tratamientos estadísticos pertinentes.

Fiabilidad del instrumento

Además, se ha utilizado el *Alfa de Cronbach* como coeficiente que mide la consistencia interna de las preguntas del cuestionario mediante la correlación entre los ítems formulados. De manera que el grado de correlación –o *Alfa de Cronbach*– oscila entre el valor 0 de nula consistencia y el valor 1 de máxima consistencia. Para los ítems correspondientes al nivel de partida, el Alfa de Cronbach es de 0,815, es decir, este valor indica el alto grado de confiabilidad del instrumento para la recolección de datos vinculados al Modelo Tradicional. Igualmente, se produce una elevada correlación entre los ítems enfocados al Modelo de Investigación Escolar, con un valor alfa de 0,909.

Análisis de datos

Para el análisis de los datos, se obtuvieron los porcentajes y promedios de los diferentes ítems pertenecientes a ambos referentes básicos. Se trataron mediante el programa estadístico SPSS 18.0. Además, se ha concluido el análisis con una prueba no paramétrica de contraste (Prueba T para muestras relacionadas), siendo el nivel de confianza del 99% y el valor de significación alfa del 0,01. De esta manera, permite comprobar si existen diferencias significativas entre las medias de los ítems correspondientes a ambos modelos.

Resultados

Modelo predominante en las concepciones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias

Posición del alumnado en relación con el modelo tradicional y el modelo de investigación

A continuación, se mostrará en la tabla 9 y en la figura 6 todas las medias de cada uno de los bloques de ítems correspondientes a las categorías Ideas de los alumnos, Contenidos escolares, Metodología de enseñanza y Evaluación de la enseñanza y aprendizaje. Por un lado, aparece una columna con los valores promedio para el Modelo Tradicional (MT) y, por otro, una con las puntuaciones que siguen un Modelo de Investigación Escolar (MIE).

Como puede visualizarse, el posicionamiento mayoritario del alumnado se produce en las afirmaciones correspondientes al Modelo de Investigación Escolar (MIE), con medias por encima de 3,74 en la mayoría de las mismas, salvo el ítem 23 que, con promedio de 2,84 (69%), indica que los estudiantes se ubican en desacuerdo ante la idea de concebir los contenidos escolares como una forma peculiar de conocimiento, que difiere del científico y del cotidiano (Martín del Pozo, Porlán & Rivero, 2011) y que resulta de la integración de ambos referentes. Como mencionábamos anteriormente, solo el 31% asienten a tal creencia.

En relación con el Modelo Tradicional o Tecnológico (MT), aunque mayoritariamente el alumnado se muestra en desacuerdo, se detecta el no abandono del

mismo en algunas de las dimensiones estudiadas, encontrándose que coexisten también concepciones iniciales o de partida al unísono con las de referencia. Podemos decir que, vinculadas al cambio y utilización de las ideas de los alumnos, las medias alcanzan valores de 3,41; 3,82 y 5,18 para los ítems 2, 5 y 3, respectivamente. Es decir, se mantiene considerablemente el pensamiento de un aprendizaje por retención de los contenidos científicos en la mente (48%), la creencia de sustituir las «"concepciones erróneas"» por las científicas, «"adecuadas o correctas"» (60,7%) y la necesidad de prestar especial atención inicial a las ideas de los alumnos para la determinación del nivel de partida (89,6%).

Ello apoya, además, la visión siguiente: con respecto a la selección de los contenidos escolares en la enseñanza de las ciencias, es el conocimiento científico el principal y casi único referente (ítem 17 con media de 3,68 –55,8%–) (Martín de Pozo, Porlán & Rivero, 2011) y al mismo tiempo, en relación con el sentido de actividad, prima en un 4,44 de puntuación, la perspectiva de considerarlas como situaciones de aplicación práctica posterior a la explicación teórica del profesor (ítem 25 –81,5%–), requiriéndose para ello una secuencia metodológica fundamentada primeramente con la teoría, seguida de la realización de las actividades que se vayan a proponer posteriormente (ítem 32 con media de 3,59 –54,1%–).

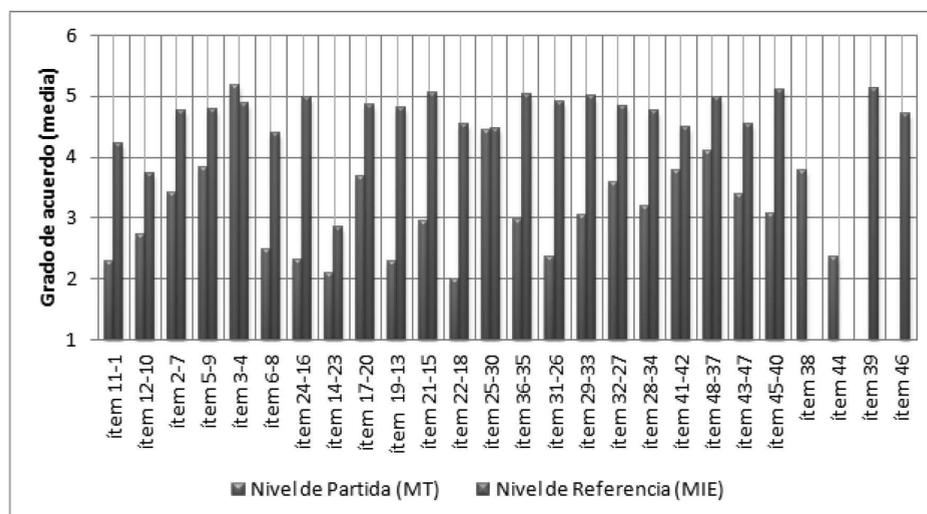
Finalmente, con la evaluación, sostienen que el sentido de la misma es el de ser un sistema de discriminación entre los alumnos con el propósito de favorecer la promoción de los mismos (ítem 41 con promedio de 3,79 –63%–). Como criterio de evaluación, se debe tomar el nivel fijado en la programación del profesor (ítem 43 con media de 3,39 –48,8%–). De la misma manera que se considera como herramienta de medición o calificación del nivel adquirido (ítem 48 con media de 4,11 –57,9%–). Como instrumento evaluador, prima la idea de anonimidad de las pruebas a realizar por ellos mismos con el intento de no condicionar o inferir en la calificación (ítem 38 con media de 3,77).

En menor medida, con valores de 3,04; 3,07 y 3,19, se concibe la explicación verbal del tema como actividad básica para el aprendizaje de contenidos (ítem 29 –38,8%–), la determinación del nivel alcanzado de los aprendizajes conceptuales del alumno (ítem 45 –40,1%–) y que la secuencia de actividades viene determinada por el orden en el que se pretenden enseñar los contenidos (ítem 28 –44,8%–).

Tabla 9. -Medias de los ítems correspondientes al Modelo de Investigación Escolar y el Modelo Tradicional o Tecnológico

Categoría	Subcategoría	Pareja ítems	MT	MIE
1.- IDEAS DE LOS ALUMNOS	1.1.-Naturaleza de las Ideas de los Alumnos	ítem 11-1	2,28	4,21
		ítem 12-10	2,72	3,74
	1.2.- Cambio de las IA	ítem 2-7	3,41	4,77
		ítem 5-9	3,82	4,78
	1.3.-Utilización de las IA	ítem 3-4	5,18	4,89
		ítem 6-8	2,49	4,39
2.- CONTENIDOS	2.1.- Formulación/ Presentación de los contenidos	ítem 24-16	2,32	4,99
		ítem 14-23	2,09	2,84
	2.2.- Selección de los contenidos	ítem 17-20	3,68	4,85
		ítem 19-13	2,28	4,81
	2.3.-Tipos de contenidos	ítem 21-15	2,94	5,06
		ítem 22-18	2,00	4,54
3.- METODOLOGÍA	3.1.- Sentido de actividad	ítem 25-30	4,44	4,46
		ítem 36-35	2,97	5,03
	3.2.-Tipos de actividades	ítem 31-26	2,37	4,91
		ítem 29-33	3,04	5,00
	3.3.- Secuencia metodológica	ítem 32-27	3,59	4,84
		ítem 28-34	3,19	4,75
4.- EVALUACIÓN	4.1.-Sentido de evaluación	ítem 41-42	3,79	4,50
		ítem 48-37	4,11	4,97
	4.2.- Criterios de evaluación	ítem 43-47	3,39	4,55
		ítem 45-40	3,07	5,1
	4.4.-Instrumentos de evaluaciones	ítem 38	3,77	-
		ítem 44	2,37	-
		ítem 39	-	5,12
		ítem 46	-	4,70

Figura 6. -Posicionamiento de los alumnos frente a ambos modelos



Diferencias entre las concepciones acerca de los elementos propios de ambos modelos

Tras comentar que los resultados mostrados anteriormente constatan un predominio del Modelo de Investigación Escolar frente al Modelo Tradicional, se plantea a continuación si las diferencias observadas resultan estadísticamente significativas. Para ello, se aplicará la Prueba T para muestras relacionadas a cada pareja de ítems de uno y otro modelo. El nivel de significación establecido para alfa es del 0,01, por lo que el nivel de confianza debe ser 0,99.

A la vista de los resultados de la tabla 10, como el *p*-valor asociado es menor que el nivel de significación especificado ($0,00 < 0,01$) en cada pareja de ítems de cada una de las categorías de estudio, se rechaza la hipótesis de igualdad de medias, admitiéndose así que existen diferencias significativas entre las medias de un modelo con respecto al otro.

Tabla 10. -Prueba T para la diferencia de medias de ambos modelos

CATEGORÍA/ SUBCATEGORÍA	Pareja de ítems	Diferencia de medias	t	gl.	Sig.	
1.- IDEAS DE LOS ALUMNOS	1.1.-Naturaleza de las Ideas de los Alumnos	ítem 11-1	-1,930	-20,538	401	,000
		ítem 12-10	-1,020	-11,237	396	,000
	1.2.- Cambio de las IA	ítem 2-7	-1,363	-16,693	401	,000
		ítem 5-9	-,965	-12,532	398	,000
	1.3.-Utilización de las IA	ítem 3-4	,295	4,894	402	,000
		ítem 6-8	-1,901	-22,443	402	,000
2.- CONTENIDOS	2.1.- Formulación/ Presentación de los contenidos	ítem 24-16	-2,663	-29,173	397	,000
		ítem 14-23	-,749	-10,289	401	,000
	2.2.- Selección de los contenidos	ítem 17-20	-1,127	-15,163	399	,000
		ítem 19-13	-2,575	-26,600	387	,000
	2.3.-Tipos de contenidos	ítem 21-15	-2,122	-23,012	402	,000
		ítem 22-18	-2,535	-27,317	401	,000

3.- METODOLOGÍA	3.1.- Sentido de actividad	ítem 25-30	-,592	-8,650	401	,000
		ítem 36-35	-1,495	-16,920	397	,000
	3.2.-Tipos de actividades	ítem 31-26	-2,542	-26,183	401	,000
		ítem 29-33	-1,953	-21,005	400	,000
	3.3.- Secuencia metodológica	ítem 32-27	-1,248	-14,680	402	,000
		ítem 28-34	-1,555	-19,056	399	,000
4.- EVALUACIÓN	4.1.-Sentido de evaluación	ítem 41-42	-,388	-4,690	401	,000
		ítem 48-37	-1,176	-13,873	402	,000
	4.2.- Criterios de evaluación	ítem 43-47	-1,161	-14,852	402	,000
		ítem 45-40	-2,038	-21,522	399	,000
	4.4.-Instrumentos de evaluaciones	ítem 44 - 39	-2,759	-27,722	397	,000
		ítem 38 - 46	-,925	-9,209	401	,000

Conclusiones

Conclusiones en relación con las concepciones de los futuros maestros sobre la enseñanza-aprendizaje de las Ciencias

De acuerdo con los resultados obtenidos, se exponen, a continuación, las siguientes conclusiones para cada ámbito de estudio.

Ideas de los alumnos

Las ideas de los alumnos constituyen un problema de investigación profesional de gran interés, debido a que el currículo oficial centra la metodología didáctica en la consideración de las ideas e intereses de los alumnos (Martín del Pozo & Porlán, 2002). La reflexión sobre la disposición o inclinación que tienen los futuros maestros con respecto a cuál es la naturaleza, cambio y utilización de las ideas de los estudiantes, podríamos decir que constituye un eslabón esencial de la cadena para la transformación hacia una enseñanza y aprendizaje de las Ciencias basada en la investigación.

De entrada, no podemos concebir que los estudiantes tienen «la mente vacía», sino que poseen creencias basadas en sus experiencias sobre cómo se enseña y se aprende en la escuela. Tales creencias, para algunos autores, deben tomarse en cuenta para conseguir la construcción de un conocimiento profesional complejo y significativo durante todo el proceso formativo (Porlán 1993; Martín del Pozo & Rivero, 2001).

En relación con lo dicho, los datos empíricos reflejan dos tendencias simultáneas, una orientada a la investigación, que para Porlán, Rivero & Martín de Pozo (1998) son declaraciones próximas a un *aprendizaje por construcción de significados*, al pensar que el estudiante los elabora de manera gradual por construcción de concepciones con las distintas fuentes de información (90%), por la consideración de las ideas de los alumnos durante todo el proceso formativo (90,7%) y por creer en la capacidad que tienen para poder interpretar la información que perciben de la realidad (73,2%).

Y, simultáneamente, una perspectiva tradicional persistente y coincidente con lo estimado por Martín del Pozo & Porlán (2002) en sus resultados: las ideas de

los alumnos se entienden como requisitos conceptuales que deben tenerse en cuenta para desarrollar un tema, siendo este un planteamiento congruente con una visión por *asimilación de significados* (89,6%) y, por otro lado, dichas ideas también son concebidas como «errores conceptuales» que se tienen que sustituir por los «conceptos correctos», coherente con un aprendizaje por *sustitución de significados* (60,7%).

En definitiva, se confirma lo que Porlán et ál., (2011) y Rivero et ál. (2011) sostienen, y que tiene que ver con la creencia de que los alumnos deben aprender fielmente lo que se les enseña, además de producirse el denominado *absolutismo epistemológico*, de manera que se le otorga al conocimiento científico, un estatus superior que obliga a que las creencias iniciales o de partida deban ser sustituidas.

Por tanto, se puede decir que la consideración de las ideas de los alumnos es limitada (Meyer et ál., 1999; Haefner & Zembal-Saul, 2004, citado por Rivero et ál., 2011), se aprecia su utilización en todo el proceso de enseñanza y aprendizaje, pero sin renunciar a la creencia de que existe un conocimiento verdadero (el científico) que se debe inculcar y, por tanto, asimilar.

Contenidos escolares

Según los autores Martín del Pozo, Porlán & Rivero (2011), se reflexiona poco sobre la naturaleza del conocimiento escolar y el científico en la formación inicial de los maestros y ello repercute en la forma de enseñar Ciencias. Los futuros profesores identifican el conocimiento para enseñar ciencias en la escuela con el conocimiento científico de la disciplina. Por los resultados obtenidos, podría tener que ver con la convicción tradicional presente y resistente de que los contenidos de la escuela constituyen una versión reducida con respecto a la de los contenidos científicos (55,8%). Para los citados autores, el obstáculo que prevalece ante tal pensamiento se relacionaría con la no consideración de que el conocimiento escolar es un conocimiento alternativo y diferenciado del cotidiano y científico (69%).

Sin embargo, no se desvincula, al mismo tiempo, la tendencia de carácter investigativa en la muestra de estudio, ya que tiene más sentido investigar sobre problemas interesantes que trabajar con el habitual listado de temas (90%). La selección y presentación de contenidos se debe realizar en función de varios

factores (ideas de los alumnos, contexto del alumno...) (87,4%) (Van Driel & Berry, 2012), con contenidos importantes para la vida diaria y favoreciendo la integración social de las personas (88%). Se concibe, además, una diversidad de contenidos basados en conceptos, procedimientos y actitudes (91%), con la inclusión de procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis...) (82%).

Coincidiendo con Porlán et ál., (2011), se refleja que la idea de aprender contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales está asociada a la adición de diversos conocimientos (disciplinares, cotidiano...) y fuentes para adaptarlos a los intereses de los alumnos.

Metodología de enseñanza

Tradicionalmente, la metodología se ha relegado a un papel menos importante, a diferencia de los contenidos escolares (Rivero et ál., 2011), pues se piensa que basta con transmitirlos para poder aprenderlos (Martín del Pozo & Rivero, 2001; Porlán et ál., 2011). Sin embargo, para los citados autores, constituye un ámbito curricular de investigación clave, encargado de facilitar un proceso que se debería regir por una serie de principios: la centralización en el sujeto que aprende (el estudiante), la generación de un ambiente posibilitador de interacciones así como promotor de la elaboración de conocimiento válido, crítico y, por ende, constructivo en un entorno democrático.

No obstante, parece que las actividades se conciben, simultáneamente, de formas distintas. Podemos ver que permanecen las dos perspectivas. Por un lado, la tradicional, entendiendo la actividad como situación de refuerzo, comprobación y aclaración de la teoría impartida (81,5%), regida por la lógica establecida de los contenidos (45%), y realizada secuencialmente con la explicación teórica previa del profesor (54%) como actividad básica (39%).

Y por otro, la perspectiva asociada a la investigación que concibe la actividad como posibilitadora y encargada de la construcción del conocimiento (81,6%), en una realidad dinámica e interactiva entre el enseñante, el aprendiz y las diferentes fuentes (90,7%), por medio de una diversidad de actividades que respondan a numerosos factores (88,3%), basadas estas en el planteamiento de problemas interesantes para el alumno, fomentando así su aprendizaje (89,6%)

con experiencias prácticas, fundamentales para la elaboración de un conocimiento significativo (92,5%).

Evaluación de la enseñanza y aprendizaje

La idea de evaluación de la enseñanza y el aprendizaje se identifica con la valoración y medición de la capacidad de los alumnos (Martín del Pozo & Rivero, 2001), es decir, visiones tradicionales de una evaluación centrada en medir el nivel adquirido por los estudiantes con respecto a los objetivos previstos (70,5%), fijados estos en la programación del profesor (49%), siendo esencial determinar con tal instrumento, el nivel alcanzado de su aprendizaje conceptual (40%), posibilitándole, finalmente, si lo consigue, promocionar de curso (63%), al tiempo que la corrección del examen se debería realizar de forma anónima, con el interés de no condicionar en la calificación del mismo (58%).

Asimismo, poseen tendencias del modelo investigador como instrumento básico para la comprensión del proceso de enseñanza y aprendizaje, que permita la evolución significativa de las ideas de los alumnos (81,4%), siendo evaluada esta positivamente (86,4%), con base en un aprendizaje procedimental, conceptual y actitudinal (90,5%) y por medio de la utilización de diversos instrumentos (89,4%) con el propósito de evaluar al profesor, a los estudiantes, así como el proceso formativo desarrollado (86,5%).

Referencias

- Abell, S. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. In: S. Abell & N. Lederman (Eds.). *Handbook of research on science education*, pp.1105-1149. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: Does Pedagogical Content Knowledge remain a useful idea? In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1405-1416.
- Berry, A.; Loughran, J. & Van Driel, J. (2008). Revisiting the roots of pedagogical content knowledge. In: *International Journal of Science Education*, 30, pp. 1271-1279.
- Buitink, J. (2009). What and how do student teachers learn during school-based teacher education. In: *Teaching and Teacher Education: An International Journal of Research and Studies*, 25(1), pp. 118-127.

García Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. En: *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales* [en línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona. Disponible en: <http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm>. ISSN 1138-9796. 5(207).

Henze, I.; Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2008). Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1321-1342.

Marín, N. & Benarroch, A. (2010). Cuestionario de opciones múltiples para evaluar creencias sobre el aprendizaje de las ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), pp. 245-260.

Martín del Pozo, R. & Porlán, R. (2002). Las ideas de los alumnos como ámbitos de investigación profesional. En: 4: *xx Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, La Laguna, pp. 387-395.

Martín del Pozo, R., & Rivero, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la educación secundaria: Los ámbitos de investigación profesional en la formación inicial del profesorado. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 63-79.

Martín del Pozo, R.; Porlan, R. & Rivero, A. (2011). The progression of prospective teachers' conceptions of school science content. In: *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), pp. 291-312.

Martínez, M.; Martín del Pozo, R.; Rodrigo, M.; Varela, P.; Fernández, P. & Guerrero, A. (2001). ¿Qué pensamiento profesional y curricular tienen los futuros profesores de ciencias de Secundaria? En: *Enseñanza de las ciencias*, 19(1), pp. 67-87.

Meyer, H.; Tabachnick, R.; Hewson, P.; Lemberger, J. & Park, H. (1999). Relationships between prospective elementary teachers' classroom practice and their conceptions of biology and of teaching science. In: *Science Education* 83, pp. 323-346.

Nilsson, P. (2008). Teaching for understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1281-1299.

Nuangchalem, P. (2011). In-service science teachers' pedagogical content knowledge. In: *Online Submission*, 2, pp. 33-37. *Nuevas formas de pensar la*

enseñanza y el aprendizaje: Las concepciones de profesores y alumnos (2006). Graó.

Padilla, K.; Ponce de León, A. M.; Rembado, F. M. & Garritz, A. (2008). Undergraduate professors' pedagogical content knowledge: The case of "amount of substance". In: *International Journal of Science Education*, 30(10), pp. 1389-1404.

Porlán Ariza, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A. M.; Harres, J. B. S.; Azcaráte Goded, M. d. P. & Pizzato, M. C. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. En: *Enseñanza de las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 28(1), pp. 31-46.

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela*. Sevilla: Díada.

Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcaráte, P. & Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), pp. 31-46.

Porlán, R.; Martín del Pozo, R.; Rivero, A.; Harres, J.; Azcaráte, P. & Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3), pp. 353-370.

Porlán, R. & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.

Porlán, R.; Rivero, A. & Martín del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores II: Estudios empíricos y conclusiones. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), pp. 271-288.

Rivero, A.; Azcarate, P.; Porlan, R.; Del Pozo, R. M. & Harres, J. (2011). The progression of prospective primary teachers' conceptions of the methodology of teaching. In: *Research in Science Education*, 41(5), pp. 739-769.

Rivero, A.; Martín Del Pozo, R.; Solís, E.; Porlán, R. y Hamed, S. (2012). Conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de los futuros maestros: un instrumento para detectarlo. En: *Actas xxv Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 559-568. España: Universidad de Santiago de Compostela.

Schneider, R. & Plasman, K. (2011). Science teacher learning progressions: A review of science teachers' pedagogical content knowledge development. In: *Review of Educational Research*, 81(4), pp. 530-565.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge Growth in Teaching. In: *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. In: *Harvard Educational Review*, 57(1), pp. 1-22.

Tang, S. Y. F. (2010). Teachers' professional knowledge construction in assessment for learning. In: *Teachers and Teaching: Theory and Practice*, 16(6), pp. 665-678.

Van Driel, J. H. & Berry, A. (2012). Teacher professional development focusing on pedagogical content knowledge. In: *Educational Researcher*, 41(1), pp. 26-28.

Wang, J. & Lin, S. (2008). Examining reflective thinking: A study of changes in methods students' conceptions and understandings of inquiry teaching. In: *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6(3), pp. 459-479.

ANEXO 1: Cuestionario definitivo

Contenidos	Completo desacuerdo	Completo acuerdo
1. En la enseñanza de la ciencia, los contenidos deben ser relevantes para la vida cotidiana y la integración social de las personas.	1	2 3 4 5 6
2. Los contenidos de cada tema deberán formularse tal y como aparecen en los libros de texto.	1	2 3 4 5 6
3. En los contenidos científicos se deben considerar no solamente los conceptos, sino también los procedimientos y las actitudes.	1	2 3 4 5 6
4. Para los alumnos tiene más sentido investigar sobre problemas que les interesen que el habitual listado de temas.	1	2 3 4 5 6
5. Los contenidos escolares de ciencias son una versión simplificada de los contenidos más importantes del conocimiento científico.	1	2 3 4 5 6
6. Los contenidos científicos deben incluir los procesos característicos de la actividad científica (observación, hipótesis, etc.).	1	2 3 4 5 6
7. Los libros de texto realizan una buena selección de los contenidos a enseñar, por lo que el profesor no tiene que realizar esta tarea.	1	2 3 4 5 6

8. Para seleccionar y secuenciar los contenidos escolares de ciencias hay que tener en cuenta varios referentes (las ideas de los alumnos, la historia de la ciencia, el contexto en el que vive el alumno...).	1 2 3 4 5 6
9. En las aulas se deben enseñar los contenidos de tipo conceptual (datos, leyes, teorías...), ya que son los contenidos científicos esenciales.	1 2 3 4 5 6
10. Los llamados contenidos procedimentales y actitudinales no tienen mucho interés en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.	1 2 3 4 5 6
11. Los contenidos escolares son una forma peculiar de conocimiento, distinta al conocimiento científico y al conocimiento cotidiano.	1 2 3 4 5 6
12. Los contenidos se deben presentar a los alumnos con la misma organización y secuencia que se estudian en la universidad.	1 2 3 4 5 6
Ideas de los Alumnos	
13. Los alumnos interpretan personalmente la información que perciben de la realidad.	1 2 3 4 5 6
14. Los alumnos aprenden cuando incorporan mentalmente los contenidos científicos enseñados.	1 2 3 4 5 6
15. La exploración de las ideas de los alumnos se debe realizar al inicio de un tema para determinar el nivel de partida.	1 2 3 4 5 6
16. El debate de las ideas e intereses de los alumnos a lo largo de todo el proceso de enseñanza es imprescindible para aprender ciencias.	1 2 3 4 5 6
17. El aprendizaje ocurre cuando los errores conceptuales de los alumnos son sustituidos por ideas científicas correctas.	1 2 3 4 5 6
18. Los resultados de la exploración inicial de las ideas de los alumnos respecto a un tema concreto interesan únicamente al profesor.	1 2 3 4 5 6
19. Aprender implica reelaborar las ideas propias de forma progresiva a través de la interacción con distintas fuentes de información.	1 2 3 4 5 6
20. La manifestación de ideas e intereses de los alumnos a lo largo de la enseñanza de un tema provocan cambios en la planificación docente.	1 2 3 4 5 6
21. El aprendizaje de los alumnos puede ser diferente del previsto por el profesor aunque la enseñanza esté muy bien fundamentada.	1 2 3 4 5 6

22. Las ideas que los alumnos usan habitualmente en su vida cotidiana constituyen un conocimiento alternativo al conocimiento científico.	1 2 3 4 5 6
23. Los alumnos no tienen capacidad para elaborar espontáneamente, por ellos mismos, ideas acerca del mundo natural y social que les rodea.	1 2 3 4 5 6
24. Las ideas de los alumnos sobre los conceptos de ciencias suelen ser erróneas y de poca utilidad.	1 2 3 4 5 6
Metodología	
25. Las actividades son situaciones para aclarar, reforzar o comprobar la teoría.	1 2 3 4 5 6
26. Las actividades deben ser diversas, de forma que respondan a la finalidad educativa, el contenido tratado y las características de los alumnos.	1 2 3 4 5 6
27. La investigación en el aula de problemas interesantes para el alumno fomenta el aprendizaje de contenidos concretos.	1 2 3 4 5 6
28. La secuencia de las actividades viene determinada exclusivamente por el orden en el que se pretenden enseñar los contenidos.	1 2 3 4 5 6
29. La explicación verbal de los temas es la actividad básica para que el alumno aprenda los contenidos a enseñar.	1 2 3 4 5 6
30. Las actividades pretenden facilitar que el alumno construya los conocimientos.	1 2 3 4 5 6
31. Las actividades que se proponen en un buen libro de texto son imprescindibles y suficientes para la enseñanza de las ciencias.	1 2 3 4 5 6
32. Para que los alumnos puedan realizar actividades, primero hay que proporcionarles una base teórica.	1 2 3 4 5 6
33. Las experiencias prácticas son actividades imprescindibles para la construcción de conocimientos significativos por el alumno.	1 2 3 4 5 6
34. Las actividades deben ordenarse de manera que faciliten la evolución de las ideas de los alumnos sobre los contenidos de enseñanza.	1 2 3 4 5 6
35. Las actividades deben generar un ambiente y dinámico en el aula que potencie la interacción entre los alumnos y de estos con distintas fuentes de información.	1 2 3 4 5 6
36. Con las actividades se consigue que los alumnos estén ocupados y que exista un ambiente de «orden» en el aula.	1 2 3 4 5 6
Evaluación	

37. En la evaluación debe preocuparnos tanto el aprendizaje como la enseñanza.	1 2 3 4 5 6
38. La corrección de un examen la debe realizar el profesor sin conocer al autor para evitar influencias en la calificación.	1 2 3 4 5 6
39. En la evaluación debe utilizarse el máximo número de instrumentos posible (cuadernos de clase, registros de participación, trabajo en el laboratorio, informes de autoevaluación, etc.).	1 2 3 4 5 6
40. Cuando se evalúa a los alumnos se debe considerar el aprendizaje de procedimientos y actitudes, además del de conceptos.	1 2 3 4 5 6
41. La evaluación es necesaria, fundamentalmente, para decidir sobre la promoción del alumno.	1 2 3 4 5 6
42. La evaluación es un instrumento básico para comprender y mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje.	1 2 3 4 5 6
43. El nivel que deben alcanzar los alumnos en el momento de la evaluación es el fijado en la programación del profesor.	1 2 3 4 5 6
44. El instrumento básico y más fiable para la evaluación de los aprendizajes es el examen escrito.	1 2 3 4 5 6
45. En una evaluación lo fundamental es determinar el nivel alcanzado en los aprendizajes conceptuales del alumno.	1 2 3 4 5 6
46. Se deben preparar instrumentos de evaluación para evaluar a los alumnos, al profesor y a la enseñanza desarrollada.	1 2 3 4 5 6
47. Los alumnos deben ser evaluados positivamente si hay una evolución significativa de sus propias ideas, aunque estas no lleguen a la formulación más adecuada.	1 2 3 4 5 6
48. La evaluación debe centrarse en medir el nivel alcanzado por los alumnos respecto a los objetivos previstos.	1 2 3 4 5 6

Capítulo 5

La investigación en la formación inicial del profesorado: una aproximación a las concepciones curriculares del profesorado de Ciencias de Educación Secundaria

Emilio Solís Ramírez

Universidad de Sevilla

esolis@us.es

Ana Rivero García

Universidad de Sevilla

arivero@us.es

En primer lugar queremos dejar constancia de que lo recogido en este trabajo, sobre todo en sus aspectos teóricos, es una reelaboración y adaptación de las ideas que durante los últimos años han ido construyendo un grupo de profesores y profesoras pertenecientes a grupo DIE¹ integrado en la red IRES².

Una de las preocupaciones de este grupo, ha sido el caracterizar cuál es el conocimiento profesional mayoritario y definir lo que se puede considerar el Conocimiento Profesional Deseable. También es una tarea de especial relevancia el intento de analizar el cambio desde el primero hacia el segundo (Porlán et ál., 1996; Porlán y Rivero, 1998; Pizzato y Harres, 2007; Porlán et ál., 2010).

Los asuntos que se van a desarrollar en este trabajo están relacionados con los siguientes aspectos: una revisión resumida de la caracterización del conocimiento profesional mayoritario, una síntesis limitada acerca de la definición del conocimiento profesional deseable y un análisis breve de las características del posible cambio de un conocimiento a otro. Esta revisión teórica se acompañará

1 Didáctica e Investigación Escolar

2 Investigación y Renovación Escolar. En 1991, el grupo entonces denominado *Investigación en la Escuela* (García y Porlán 2000), publica los primeros materiales que constituyen la base del Proyecto Curricular «*Investigación y Renovación Escolar* (IRES)». El grupo Investigación en la Escuela había surgido en la entonces Escuela de Magisterio, de la Universidad de Sevilla, por iniciativa de Rafael Porlán y Pedro Cañal (profesores de Didáctica de las Ciencias de dicha Escuela), con quienes colabora desde los primeros momentos J. Eduardo García (entonces profesor de Ciencias Naturales de Enseñanzas Medias).

de un estudio sobre las concepciones curriculares del profesorado de ciencias de secundaria y su posible cambio o evolución a lo largo de un proceso formativo.

El Conocimiento Profesional del Profesorado

Diversos autores y autoras han estudiado e investigado este aspecto, dando algunas visiones parciales y otras más globales. En esta revisión citaremos brevemente algunos de estos estudios y con posterioridad desarrollaremos la visión que, de este conocimiento profesional, se tiene desde la perspectiva del proyecto IRES.

Un estudio bastante completo en esta línea es el realizado por Brenda Kettle y Sellars Neal (1996). A partir del desarrollo de una asignatura del currículo titulada Desarrollo Profesional, hacen un estudio de la *Teoría Práctica* (TP) de los estudiantes de magisterio en la especialidad de Educación Primaria. Esta TP parece que está influenciada por diversos factores: la biografía personal, la situación del aula, el profesor tutor, los factores institucionales, la formación recibida en la Universidad y el papel que juega la reflexión crítica.

Dentro del marco del análisis de la práctica del profesorado, Feldman (1997) hace referencia a la diversidad de saberes que integran la práctica del profesorado, indicando que existen tres perspectivas: la que denomina el *conocimiento del profesor*, la del *razonamiento* y la *perspectiva sociocultural*. Según Feldman, la buena práctica es la que vincula las tres variedades de sabiduría.

Un interesante estudio es el realizado por Kennedy (1998) sobre las recomendaciones contenidas en los estándares de Estados Unidos: National Council of Teachers of Mathematics (NCTM) (1989, 1991), American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993); National Research Council (NRC) (1996) de la National Academy of Sciences³. La autora intenta responder a la pregunta ¿Qué conocimientos, destrezas y actitudes son necesarias para una enseñanza de las ciencias y las matemáticas, orientada a las reformas y estándares propuestos por estas Asociaciones?

Según este estudio, para manejar una clase orientada a la investigación, como se describe en los estándares, son necesarios una serie de conocimientos que conlleven diversas dimensiones. Una dimensión conceptual del conocimiento pro-

³ Las referencias a todas las anteriores publicaciones se encuentran al final del capítulo.

fesional que implicaría la *comprensión conceptual de la materia*. Una dimensión pedagógica que se correspondería con el *conocimiento didáctico del contenido* (PCK- Pedagogical Content Knowledge) introducido por Shulman (1986, 1987). Una dimensión epistemológica, a través de la *comprensión de la naturaleza del trabajo científico* y una dimensión actitudinal *hacia la ciencia y las matemáticas*.

Por la relación que tiene con la formación inicial del profesorado de ciencias, haremos referencia a las aportaciones de Martín del Pozo⁴ (1994) en lo referido a la elaboración de una propuesta de conocimiento profesional. Indica Martín del Pozo que las recientes investigaciones desarrolladas sobre el conocimiento del profesorado han permitido diversificar y relacionar este conocimiento, llegando a definir los siguientes componentes: el conocimiento pedagógico general, el conocimiento del contexto escolar, el conocimiento del contenido y el conocimiento didáctico del contenido.

Para finalizar en este recorrido por los elementos que según distintos autores y autoras están presentes en el conocimiento profesional del profesorado, citaremos el trabajo de Barnett y Hodson (2001), donde se intenta una propuesta de síntesis de lo que otros autores han reflexionado sobre el conocimiento de los profesores y formula lo que denomina el *Conocimiento Pedagógico del Contexto* (Pedagogical context knowledge), para referirse a lo que los buenos profesores y profesoras de ciencia saben, hacen y sienten. Las fuentes de este conocimiento son internas, donde se incluyen la reflexión sobre las experiencias de enseñanza personales, sentimientos sobre las respuestas de los estudiantes, padres y otros profesores hacia la acción de uno; y externas, donde se incluyen el conocimiento de la materia, la normativa emanada de los distintos estamentos gubernamentales, las políticas escolares y todo lo relacionado con estos aspectos.

En este breve recorrido realizado sobre diversas aportaciones a la idea de Conocimiento Profesional del Profesorado de Ciencias, podemos decir que existen algunos elementos comunes, aunque presenten distintos matices, y que aún presentando distintas denominaciones, poseen un sustrato común. Nos referimos a aspectos como los siguientes: a) existe una componente práctica en todos los estudios revisados, b) está presente el conocimiento de la materia a impartir, c) no es suficiente con el conocimiento científico de esta materia, se necesita la

4 Miembro del grupo DIE y de la Red IRES.

presencia de un conocimiento didáctico y pedagógico específico para ser profesor o profesora, d) son importantes las concepciones sobre la ciencia, la transformación de los contenidos científicos, sus implicaciones sociales, tecnológicas, políticas, medioambientales, etc., de la misma, y e) están presentes las rutinas en el conocimiento de la marcha del aula.

El Conocimiento Profesional según IRES

En un intento de síntesis, con bastantes concomitancias en algunos aspectos, con la apuntada de Barnett y Hodson (2001), el Proyecto Curricular IRES, fundamentalmente a partir del trabajo de Porlán y Rivero (1998) sobre el Conocimiento de los Profesores, ha elaborado una propuesta de Conocimiento Profesional. Esta propuesta parte del análisis de dos aspectos: el Conocimiento Profesional Dominante, mayoritario, y el que se entiende como Conocimiento Profesional Deseable.

El Conocimiento Profesional Dominante

De acuerdo con Porlán y Rivero (1998), Rivero (2003) y Ballenilla (2003), entre otros, se puede considerar que el Conocimiento Profesional Dominante está constituido por cuatro tipos de *saberes*: los académicos, los fundamentados en la experiencia, las rutinas y guiones de acción y las teorías implícitas.

El saber académico

El saber académico se refiere al conjunto de ideas y concepciones disciplinares que el profesorado tiene acerca de la materia que debe enseñar. Estos conocimientos son de diverso tipo: conocimiento de la materia (conceptos, hechos, principios y datos), conocimiento sobre la epistemología de la materia (historia, filosofía de la ciencia, construcción del conocimiento científico) y lo que podemos denominar contenidos relativos a las ciencias sociales (psicología de la educación, didáctica general...).

Los saberes fundamentados en la experiencia

Los saberes explícitos basados en la experiencia (Ballenilla, 2003) son el conjunto de conocimientos no académicos, basados en la práctica continuada y que el

profesorado es capaz de explicitar de alguna forma. Son diversas las maneras en que se puede manifestar este conocimiento, que en gran parte es narrativo y que tiene importancia porque orienta la actuación del profesorado o les sirve para explicar esta. Este conocimiento experiencial explícito sería lo que los profesionales saben y hacen, lo que Barnett y Hodson (2001) llaman conocimiento profesional.

Según Porlán y Rivero (1998), este conjunto de saberes se expresan claramente en los momentos de evaluación, programación y, muy particularmente, en las situaciones de diagnóstico de los problemas y conflictos que se dan en el aula.

Las rutinas y los guiones de acción

Las rutinas, que podemos comparar con los hábitos, son propias del ser humano⁵ y se refieren al conjunto de esquemas tácitos que predicen el curso de los acontecimientos en el aula y que contienen pautas de actuación concretas y estandarizadas para abordarlos (Bromme, 1988, Calderhead, 1988 y Gimeno 1993, en Porlán y Rivero, 1998). Este conocimiento es de tipo práctico y se manifiesta fundamentalmente en la acción. Es un conocimiento característico de la profesión docente y surge de la experiencia diaria ante situaciones educativas particulares.

Según Ballenilla (2003), se trata de un saber automatizado y en muchos casos al margen de la conciencia del profesor. Se trata de un saber que resulta difícil de verbalizar. Este conocimiento existe en el profesorado al margen de su cultura o conocimientos pedagógicos. Se trata de un conocimiento que, en el peor de los casos, se aprende de la propia experiencia a partir de ensayos y errores y, en el mejor de los casos, a partir de la imitación de otro profesorado experto.

Las teorías implícitas

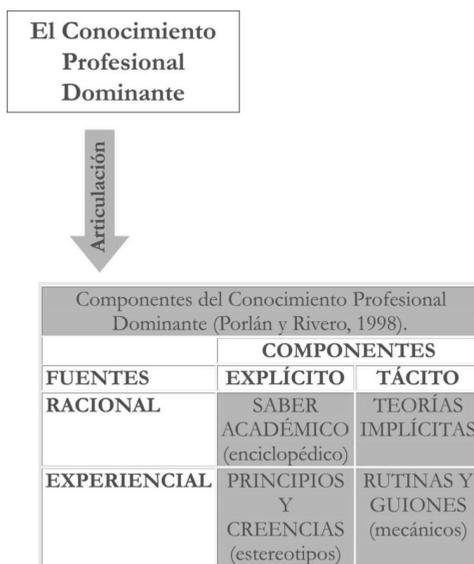
Finalmente, las teorías implícitas son aquellas que se encuentran sustentando las creencias, acciones y decisiones del profesorado. El hecho de que existan, de forma implícita, no implica la toma de conciencia por parte del profesorado de su existencia. Ha sido la investigación en el conocimiento profesional la que les ha puesto nombre y las ha categorizado.

5 Dicen que el filósofo Emmanuel Kant, que renegaba de los hábitos y rutinas porque, según él, un hábito quitaba toda voluntad al acto en sí, era el primero que tenía el hábito o la rutina de dar un paseo con el mismo número de pasos y en la misma dirección todos los días después de su almuerzo.

¿Cómo se articulan estos cuatro saberes?

Una vez descritos someramente estos cuatro saberes incluidos en el conocimiento profesional dominante, cabría preguntarse: ¿Cómo se articulan? ¿Qué relaciones existen entre ellos? De acuerdo con Porlán y Rivero (1998), este conocimiento profesional más que una integración de estos cuatro saberes, generados en distintas circunstancias espacio temporales, es una unión entre ellos, pero permanecen relativamente aislados unos de otros en la memoria de los profesores y se manifiestan en distintas situaciones a lo largo de la vida profesional del profesorado.

Es decir, no se aprecia un elevado número de interacciones ni de influencias mutuas entre estos cuatro saberes, que se encuentra como en compartimentos estancos, derivados, unos de una componente racional del conocimiento, y otros, de una componente experiencial; unos se hacen explícitos, otros no, sin que se tome conciencia de lo implícito o tácito y sin que haya camino de ida y vuelta entre lo racional y lo experiencial (Figura 1).



El Conocimiento Profesional Deseable

Ya hemos indicado que el Conocimiento Profesional del Profesorado no es únicamente un conocimiento académico, no posee normas epistemológicas como otro cuerpo de conocimientos. Tampoco es un saber enteramente práctico y diario

o cotidiano, ya que presenta unas características determinadas que lo hacen diferente de otras prácticas: programación, diagnóstico, evaluación, interacciones múltiples, reflexión, toma de decisiones, etc. Tampoco podemos considerar que sea un conocimiento de tipo filosófico, ya que no se mueve únicamente en el terreno de las ideas y del pensamiento, sino que se plasma en la resolución de problemas concretos que se presentan en el terreno educativo.

Según esto y de acuerdo con Porlán y Rivero (1998) y las revisiones de Ballenilla (2003) y Rivero (2003), podemos decir que el Conocimiento Profesional Deseable, presenta como fuentes los saberes metadisciplinarios, los saberes disciplinares básicos y los saberes experienciales.

Los saberes metadisciplinarios

Podríamos comenzar este apartado con la definición propuesta por Bromme (1988), en Porlán y Rivero (1998), de conocimiento metadisciplinar:

Es conocimiento sobre la naturaleza de los conocimientos, respecto a la escuela y la asignatura, respecto a los fines y objetivos que han de conseguirse. Los metaconocimientos definen por tanto el marco de orientación en el que se valoran los conocimientos propios y su relación con la propia profesión (p. 68).

Dentro de esta idea de conocimiento del conocimiento, diversos estudios realizados tienden a confirmar la idea de que las concepciones epistemológicas⁶ del profesorado, tienen implicaciones en la forma en que los profesores enfocan la enseñanza de las ciencias (Porlán, 1989; Gil, 1993; García y Rivero, 1995) y el conocimiento de la historia de la misma (Gil, 1993). Una visión positivista de la ciencia hará que los profesores consideren el conocimiento como verdades absolutas y tomen en poca o ninguna consideración las concepciones de su alumnado, mientras que una concepción sobre el conocimiento científico, concebido como un conocimiento relativo y evolutivo, permitiera un enfoque más proclive a facilitar la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes.

También habría que incluir en este plano metadisciplinar, las ideologías como una fuente esencial del conocimiento profesional. El fenómeno educativo es una actividad en la que están presentes los valores. Su transmisión es, incluso

6 Epistemología como el conocimiento de los fundamentos y métodos del conocimiento científico.

en aquellos casos en los que se declara que no se pretende transmitir ninguno, un hecho inherente al acto educativo.

En ese sentido, dentro de esta concepción del Conocimiento Profesional Deseable, se propone la adopción de una perspectiva ideológica crítica, ya que como indican Porlán y Rivero (1998), las perspectivas metadisciplinares constructivistas compleja y crítica, son complementarias y convergentes, de manera que configuran «una nueva teoría del desarrollo personal y social que puede dar soporte a procesos rigurosos de renovación escolar» (p. 72).

Los saberes disciplinares básicos

Cada vez son más las disciplinas que pueden realizar aportaciones significativas al conocimiento profesional. De ellas –y de acuerdo con Porlán y Rivero (1998) y Rivero (2003)– vamos a destacar tres: *conocimiento de la materia*, *conocimiento psicopedagógico* y *conocimientos aportados por la Didáctica de las Ciencias*.

Si en alguna cuestión relacionada con la Educación existe un consenso amplio y mayoritario entre el profesorado y la sociedad, y aún más en Educación Secundaria en el área de Ciencias, es la necesidad del *conocimiento de la materia* a enseñar. Es un problema bastante complejo. En el apartado de este trabajo en el que hacíamos una introducción a la idea de Conocimiento Profesional del Profesorado, veíamos las aportaciones de varios estudios relacionados con esta cuestión (Martín del Pozo, 1994, Kettle y Sellars, 1996, Feldman, 1997, Kennedy, 1998, Barnett y Hodson, 2001) a los cuales nos remitimos. No obstante, podemos retomar la idea de Martín del Pozo (1994) de la necesidad de que el profesorado posea lo que denomina un conocimiento profesionalizado del contenido.

Los *conocimientos psicopedagógicos* generales, son aquellos que forman parte de aquellas disciplinas que, a diferencia de las Didácticas Específicas, analizan los procesos de enseñanza-aprendizaje de forma relativamente independiente de los contenidos escolares (didáctica general, psicología de la educación, organización escolar, historia de la educación, sociología de la educación, etc.).

Dentro de los numerosos estudios realizados sobre este aspecto, como indica Rivero (2003), son destacables las investigaciones elaboradas sobre el profesorado, su pensamiento, su conducta, su formación, etc., algunos de ellos ya citados (Elbaz, 1983; Calderhead, 1988; Connelly y Clandinin, 1988; Pérez Gómez y

Gimeno, 1988; Porlán, 1989; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997; Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1998, citados en Rivero 2003; Solís y Porlán, 2003; Solís, 2005; Contreras, 2010). En sus conclusiones indican, por ejemplo, que el profesorado, además de creencias y principios didácticos de carácter explícito y consciente, suelen poseer modelos implícitos con una gran influencia en la conducta, que guardan más coherencia con el peso de la tradición que con los avances de las Ciencias de la Educación.

Una idea que consideramos interesante reseñar es la aportada por Solís y Porlán (2003) del currículum como elemento que sirve de relación entre las teorías y concepciones del profesorado y la puesta en práctica de las mismas, es decir, como indica Rivero (2003), «en los procesos de enseñanza-aprendizaje no solo están el profesor y los alumnos, sino que existe un elemento mediador entre ellos: el currículum».

Por ello, de las diferentes perspectivas curriculares, destacamos aquellas aportaciones que conciben el currículum como un producto cultural, resaltando su carácter relativo y tentativo, y que proponen la emergencia de hipótesis curriculares fundamentadas que aborden los problemas que se detectan en la práctica como fruto de la negociación entre el conocimiento del profesor y el contexto educativo concreto

Finalmente, de los tres conocimientos que –de acuerdo con Rivero (2003)– componen los saberes disciplinares básicos, el último que incluimos fue la *Didáctica de las Ciencias*. El conocimiento propio de la Didáctica de las Ciencias sería lo que Bromme (1988) denomina como un *conocimiento mixto*, en el sentido de que los conocimientos psicopedagógicos se integran con los relacionados con la materia que se enseña.

La Didáctica de las Ciencias debe ser una fuente que aporte conocimientos integrados y próximos a la práctica, específicos para la enseñanza y aprendizaje de contenidos escolares y pautas e hipótesis –más o menos complejas– de actuación. Por tanto, esta disciplina es un referente importantísimo en la determinación de la naturaleza, estructura y evolución del conocimiento profesional deseable, constituyendo así otro de los ejes orientadores de su formulación (Gil, 1993; Furió, 1994; Porlán y Rivero, 1998).

Para finalizar este apartado, lo haremos con una reflexión de Porlán y Rivero (1998), en la que realizan una primera aproximación a la integración de los

saberes que componen el Conocimiento Profesional Deseable: «los saberes metadisciplinarios y la Didáctica de las Ciencias constituyen un primer nivel de integración epistemológica y de transformación de significados que facilitan la formulación de los contenidos del conocimiento práctico profesional» (p. 144).

Los saberes experienciales

Cuando desarrollábamos la idea del Conocimiento Profesional Dominante, se hablaba de los saberes fundamentados en la experiencia y de las rutinas y guiones de acción. En el desarrollo que estamos haciendo del Conocimiento Profesional Deseable, desde la perspectiva del IRES (Porlán y Rivero, 1998, Rivero 2003), en el ámbito de la experiencia profesional podemos distinguir tres componentes:

Los saberes rutinarios, que se refieren a los guiones y esquemas de acción que son imprescindibles para organizar y dirigir el curso de los acontecimientos en la clase. Como indicábamos al hablar de las rutinas en el caso del Conocimiento Profesional Dominante, estas son inevitables en toda actividad humana, ya que simplifican la toma de decisiones y disminuye la angustia que puede provocar la ausencia aparente de control sobre una determinada situación que, aunque con matices diferenciadores, se presenta en repetidas ocasiones.

Los principios y creencias personales se refieren a las concepciones, metáforas e imágenes que tienen los docentes acerca de las diferentes variables de su experiencia profesional, y que implican mayores dosis de generalización. En el caso del profesorado con amplia experiencia docente y con actitudes innovadoras, estos saberes constituyen una fuente importante de su saber profesional. Como indican Porlán y Rivero (1998) y Rivero (2003), estos principios están relacionados con diferentes aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje (el aprendizaje de los estudiantes, la metodología, la naturaleza de los contenidos, el papel de la programación y la evaluación, los fines y objetivos deseables, etc.).

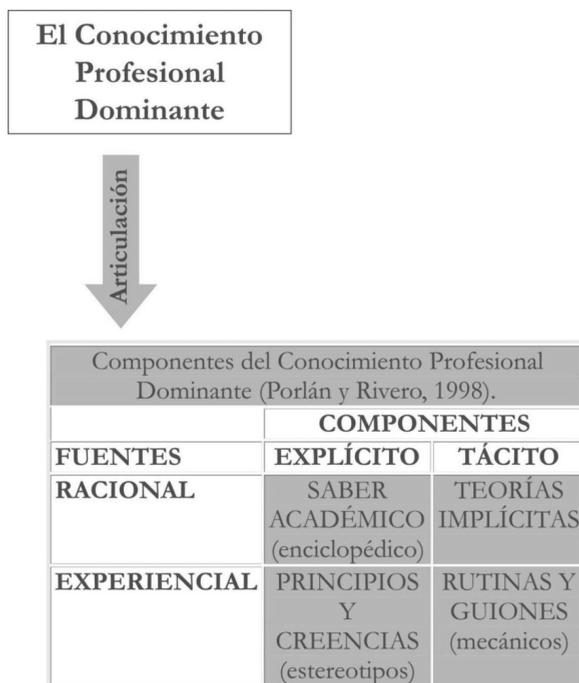
Los saberes curriculares sistematizados, que se refieren al conjunto de ideas, hipótesis de trabajo y técnicas concretas que se ponen conscientemente en juego en el diseño, aplicación y seguimiento del currículum.

Finalmente, los saberes curriculares (Porlán y Rivero, 1998 y Rivero 2003) se refieren a aspectos como los siguientes:

- a. Conocer la existencia de concepciones en el alumnado, así como su utilización didáctica (Gil, 1990; Porlán y Martín, 1994; García Díaz, 1995c, citados en Rivero 2003).
- b. Conocer cómo se formula, organiza y secuencia el conocimiento escolar. Saber plantear situaciones problemáticas en clase (Gil, 1990; Porlán y Martín, 1994, citados en Rivero 2003).
- c. Saber diseñar un programa de actividades válido para la investigación de problemas interesantes y con potencialidad para el aprendizaje (Gil, 1990; Porlán y Martín, 1994; García Díaz, 1995c, citados en Rivero 2003).
- d. Saber dirigir el proceso de investigación del alumno, creando el clima de trabajo apropiado, facilitando la reformulación de los problemas y el contraste y cuestionamiento de sus concepciones.
- e. Saber qué y cómo evaluar, teniendo en cuenta la necesidad de un ajuste adecuado entre el proceso de enseñanza y el de aprendizaje (Gil, 1990; García Díaz, 1995c, citados en Rivero 2003).

El «saber curricular es, por tanto, otro eje orientador del saber práctico profesional» (Porlán y Rivero, 1998), dado que supone una importante integración de saberes para la acción y que presenta la posibilidad de incrementar, a través de estudios de casos, el conocimiento de experiencias alternativas de enseñanza y de formación del profesorado. Sin embargo, el sesgo hacia la intervención y la tendencia frecuente a no fundamentar suficientemente las hipótesis curriculares, hacen que sean necesarios esfuerzos de integración superiores.

¿Cómo se articulan estos saberes dentro de la concepción del Conocimiento Profesional Deseable? Estas interacciones e integraciones entre los distintos saberes que componen el Conocimiento Profesional Deseable, la tendríamos en la Figura 2.



Es decir, es una integración, no una mera yuxtaposición de contenidos procedentes de las diversas fuentes (Martín del Pozo, 1994), que implica una profunda tarea de reelaboración y transformación epistemológica y didáctica. Esta interacción entre esos saberes se hace en función de los problemas profesionales del profesorado –problemas genuinos de la profesión– y puede realizarse en varios niveles de acuerdo con el estado del desarrollo profesional del profesorado, aspecto este último que desarrollaremos en los apartados siguientes.

La organización y el cambio del conocimiento profesional

Una vez definidas las componentes del Conocimiento Profesional Deseable, sería adecuado el plantear cómo se organiza dicho conocimiento profesional. Porlán y Rivero, (1998), dentro de la perspectiva del Grupo de Investigación en la Escuela, del proyecto IRES, hacen una propuesta de síntesis y organización en la que se barajan fundamentalmente tres elementos: *los metaconocimientos profesionales*, *el modelo didáctico de referencia* y los ámbitos de investigación profesional.

Los metaconocimientos profesionales

Entendidos como conocimientos que determinan un marco conceptual a partir del cual se pueden ir reconstruyendo y reorganizando visiones más o menos parciales, mediante interacciones e integraciones entre disciplinas. Ya apuntábamos, por ejemplo, la fusión entre los saberes metadisciplinarios y la didáctica de las ciencias (Porlán y Rivero, 1998 y Rivero, 2003) como un primer paso de esta integración. Una posible organización de estos metaconocimientos, es la mayor o menor integración de aspectos ya expresados a lo largo de este trabajo: *la perspectiva sistémica y compleja, el enfoque constructivista e investigativo y el enfoque crítico.*

Los modelos didácticos. Modelo didáctico de referencia

Entendemos que una aproximación rigurosa al concepto de modelo, en la Historia de la Ciencia, sería objeto de un estudio por sí solo. Para el caso que nos ocupa, comenzaremos por realizar una conceptualización semántica que nos permita su utilización de forma inequívoca a lo largo de este trabajo.

Una de las doce acepciones que el DRAE⁷ da para el término «modelo», concretamente la que figura en cuarto lugar, dice así: *«Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento».*

De esta acepción, nos fijaremos en algunas cuestiones: se trata de un *esquema teórico*, relacionado con un sistema o *realidad compleja* y que se elabora para *facilitar* su comprensión y el *estudio* de su comportamiento.

Aunque probablemente no con esta precisión semántica, podemos decir que la idea de modelo en la Historia de la Ciencia está presente desde lo que René Tatón (1988, e.o.⁸ 1966) denomina el «alba» de las grandes civilizaciones urbanas que constituyen el principio de la Historia (Egipto, Mesopotamia, Irán, India y China).

Así, nos encontramos siguiendo de nuevo a Tatón, quien plantea que en el Neolítico (unos 2500 a 5000 años a. n. e.⁹), las orientaciones que se daban a

7 Diccionario de la Real Academia Española. Versión electrónica (2002).

8 e.o.: = edición original.

9 a.n.e. = antes de nuestra era.

los megalitos y menhires, estaban relacionadas con la consideración de que la Estrella Polar estaba fija en el Universo. Podemos interpretar este hecho como una aproximación a un modelo interpretativo del Sistema Solar. Quizás este fue uno de los primeros problemas que la humanidad se planteó estudiar, debido a las implicaciones que observaban que tenía en el devenir de las estaciones, los ciclos climáticos, etc., de cara a su influencia en la agricultura, ganadería, etc.

La idea de modelo, por tanto, en su acepción más acorde con la Historia de la ciencia, es algo recurrente en la misma y, creemos por tanto, con una validez incontestable en el desarrollo de las teorías científicas y en los procesos que han facilitado la construcción y el desarrollo de dichas teorías. Intentaremos aplicar esta concepción al Conocimiento Profesional del Profesorado, a través de la aproximación a la idea de Moldeo Didáctico.

Como indica García Pérez (2000)¹⁰, emplearemos la idea de Modelo Didáctico como un instrumento que facilita el análisis de la realidad escolar y su posible transformación.

La idea de modelo didáctico permite abordar (de manera simplificada, como cualquier modelo) la complejidad de la realidad escolar, al tiempo que ayuda a proponer procedimientos de intervención en la misma y a fundamentar, por tanto, líneas de investigación educativa y de formación del profesorado al respecto. Dicho en término sencillos, el modelo didáctico es un instrumento que facilita el análisis de la realidad escolar con vistas a su transformación.

Los Modelos Didácticos resultan de la interacción entre lo que podemos denominar la *cosmovisión didáctica*, es decir, las concepciones que el profesorado tiene acerca del proceso de enseñanza y del de aprendizaje, y las concepciones o ideas sobre la construcción del conocimiento, lo que podemos designar como la *cosmovisión epistemológica* y surge, por tanto, como elemento regulador y dialéctico entre lo que «se piensa», es decir, los principios y teorías que fundamentan el desarrollo curricular (principios, teorías psicológicas, teorías curriculares, concepciones epistemológicas, concepciones sobre la función social que debe cumplir la enseñanza...) y lo que podemos llamar la *puesta en práctica del desarrollo del currículo* (qué finalidades, qué contenidos, cómo se desarrollan, cómo se evalúan...) (Solís y Porlán, 2003). Esta interacción puede originar lo que

¹⁰ No es posible indicar página al tratarse de un artículo web

Ballenilla (2003) ha denominado el Modelo Didáctico Personal (MDP) como una forma de entender la práctica.

Los elementos que conforman este MDP, a veces no explícitos, o al menos no expresados de forma consciente por parte del profesorado, suelen ser de diverso tipo y tener distinto origen y distinta etiología. Por ejemplo, la influencia que la trayectoria académica ha tenido en la conformación profesional posterior, aspectos relacionados con la concepción acerca de la Historia de la Ciencia, la influencia de los sistemas administrativos, las relaciones profesionales, los trabajos previos, la influencia del *practicum*, la llamada «formación ambiental», es decir, la formación que se recibe por impregnación durante la vida académica, etc.

Como ya hemos indicado, este trabajo de investigación se enfoca desde la perspectiva del Proyecto Curricular IRES, desde el que se propone establecer una relación enriquecedora entre la teoría educativa y la práctica curricular y profesional, vinculando dos campos que habitualmente se hallan separados.

Muchos han sido los autores y autoras que han realizado aportaciones significativas sobre la idea de Modelo Didáctico. Desde la perspectiva del proyecto IRES (Grupo Investigación en la Escuela, 1991, vol. 1; Porlán, 1993, cap. 5; García Díaz y García Pérez, 1989, 5ª ed. 1999, cap. 6; Porlán y Martín Toscano, 1991; Merchán y García Pérez, 1994; Azcárate, 1999; Martín del Pozo, 1999, en García P., 2000) el Modelo Didáctico, como ya hemos indicado anteriormente, se concibe como un instrumento de análisis de la realidad con la idea de intentar transformarla.

Dentro del proyecto IRES existe una tipificación de estos modelos, recientemente revisada por Porlán y Rivero (1998) y García P. (2000), atendiendo fundamentalmente a categorías relacionadas con las concepciones curriculares y a las concepciones epistemológicas preponderantes en cada uno de ellos (Porlán y Martín del Pozo, 2004; Park et ál., 2010). La denominación y la representación de estos modelos la podemos realizar de la siguiente manera: a) Modelo Didáctico tradicional o transmisivo (MDTR), b) Modelo Didáctico tecnológico, (MDTC), c) Modelo Didáctico activista o espontanéista, (MDES) y d) Modelo Didáctico alternativo (Modelo de Investigación en la Escuela) (MIE).

A continuación haremos un resumen de las características que presentan estos Modelos Didácticos, en lo referido a las concepciones curriculares que se pueden detectar en los mismos (Tabla 1) y desarrollaremos más profundamente el MIE, por ser nuestro Modelo de Referencia.

Tabla 1. Concepciones curriculares de los distintos modelos [Reelaborado a partir de Porlán y Martín (1991), Porlán y otros (1996), Porlán y Rivero (1998) y García P., F. (2000)]

	Objetivos/ Finalidades	Contenidos	Ideas del alumnado
MDTR	Transmitir las informaciones correspondientes a la cultura que la sociedad determine. Primacía de los contenidos sobre otros elementos curriculares.	Los contenidos científicos desde una versión acumulativa y descontextualizada. Primacía de los contenidos de tipo conceptual.	No se consideran ni las ideas ni los intereses del alumnado. El único interés del alumnado debe ser estudiar y aprobar.
MDTC	Programación detallada de objetivos. Garantiza la enseñanza proporcionada.	Predominio de los contenidos conceptuales, aunque con presencia de procedimientos en forma de habilidades.	No se tienen en cuenta las ideas de los estudiantes, o en el caso de que las considere, son «errores conceptuales», que es necesario sustituir por el conocimiento riguroso. Si existe una actitud y una aptitud adecuada por parte del alumnado, «este aprende».
MDES	La educación a través de la realidad inmediata. Son muy importantes los factores afectivos y sociales. No existe una programación previa detallada. Sí finalidades generales o metafinalidades.	Los contenidos conceptuales se extraen espontáneamente de la realidad próxima. Predominio de los procedimientos (habilidades y destrezas) y las actitudes.	Se tienen en cuenta los intereses y experiencias del alumnado y su entorno. No se consideran los esquemas explicativos del alumnado.
MIE	Complejización y enriquecimiento progresivo de los modelos explicativos de la realidad de los estudiantes. Tendencia a fomentar una participación responsable en la realidad.	Conocimiento escolar que integra saberes (disciplinares, cotidianos, ambientales...). La construcción del conocimiento escolar se realiza de forma progresiva y evolutiva.	Se consideran los esquemas alternativos del alumnado, tanto en lo referente al conocimiento que se pretende enseñar como en relación con la construcción de ese conocimiento.

Modelo didáctico alternativo (Modelo de Investigación en la Escuela) (MIE)

Metodología	Evaluación
<p>Metodología transmisiva. Actividades de tipo expositivo apoyadas en el libro de texto. Los estudiantes «escuchan», «estudian» y «reproducen los contenidos». El profesorado explica y controla la disciplina del aula.</p>	<p>El alumnado recuerda y reproduce los contenidos. Es finalista. El examen como herramienta primordial</p>
<p>El método científico como base metodológica. Actividades secuenciadas y dirigidas con inclusión de ejercicios y prácticas. Los estudiantes realizan las actividades programadas. El profesorado realiza exposiciones y dirige las actividades de clase y mantiene el orden.</p>	<p>La evaluación se realiza en relación con los objetivos operativos planteados. Finalista, aunque intenta ser procesual (pretest y postest). Herramientas: test y ejercicios.</p>
<p>Metodología del «descubrimiento autónomo y espontáneo». Los estudiantes son los protagonistas y realizan muchas actividades individuales o de grupo. El profesorado coordina la marcha de la clase y actúa como líder afectivo y social.</p>	<p>Se centra en las destrezas y actitudes. Procesual pero asistemática. Herramientas: observación y análisis de trabajos (individuales y de grupo).</p>
<p>Metodología basada en la «investigación» del alumnado. Se trabaja en torno a «problemas». La secuencia de las actividades viene determinada por el propio problema. El estudiante construye y reelabora su conocimiento. El profesorado como coordinador y/o facilitador de los procesos de investigación que se dan en el aula (tanto del alumnado como del propio proceso).</p>	<p>Se analiza la evolución del alumnado, del profesorado y del trabajo conjunto. Sirve como elemento regulador de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Reformulación del trabajo del aula. Diversidad de herramientas de seguimiento.</p>

Quizás convendría comenzar por justificar la denominación de este modelo. De una parte, lo designamos como alternativo ya que (Porlán, 1989, p. 328 en Perales y Cañal, directores, 2000), en un primer momento:

La razón de asignarle un apelativo tan ambiguo viene motivada por el hecho de que no disponemos aún de un referente teórico consolidado que nos permita unificar en un solo concepto-síntesis sus rasgos más característicos: nos referimos por ejemplo a las dimensiones relativizadoras, complejas y ecológicas que se sitúan entre las concepciones crítica e interpretativa de la teoría de la enseñanza.

Por otra parte, se le asigna esta denominación porque intenta ser una alternativa crítica e integradora (Porlán, 1993) de los modelos descritos anteriormente. Asimismo, lo hemos denominado Modelo de Investigación en la Escuela, porque una de sus características es el propugnar que tanto el profesorado como el alumnado se convierten en investigadores de problemas relacionados no solo con los contenidos que se trabajen en el aula, sino también con los procesos. El docente asume el papel de investigador reflexivo y crítico de su propia práctica.

En este modelo, el conocimiento escolar se concibe como un producto que está abierto, pero que a su vez se va generando en un proceso constructivo y orientado, de forma que los significados que surgen espontáneamente en el alumnado puedan «*construirse y orientarse*» mediante la reelaboración e integración de conocimientos.

Este modelo, es el *Modelo Didáctico de Referencia* dentro de la propuesta de la red IRES, además de por las razones anteriormente expuestas, porque, en nuestra opinión, es potencialmente capaz de superar las deficiencias democráticas que pueden presentar los MDTR y MDTC, y las deficiencias técnicas del MDES, y porque, como indicábamos al principio de su caracterización, es una alternativa crítica e integradora de los otros modelos presentados.

Los Ámbitos de Investigación Profesional (AIP)

Son una propuesta de organización del Conocimiento Práctico Profesional (CPP) desde una perspectiva más próxima a la realidad que debe abordar el profesorado, y a los interrogantes que se le pueden suscitar cuando intenta construir su propio conocimiento práctico. Estos AIP están conectados con aquellas cuestiones relacionadas con la planificación escolar y el desarrollo curricular, que no se

pueden resolver únicamente con el conocimiento práctico experiencial, sino que necesitan una cierta articulación con los metaconocimientos profesionales y una aproximación al Modelo Didáctico de Referencia.

A continuación intentaremos realizar una breve descripción de estos AIP a partir de las propuestas del Grupo DIE del proyecto Curricular IRES, (Porlán y Rivero, 1998, Azcárate, P., Ballenilla, F. y Martínez, C. A.; García, J. E., Martín del Pozo, R., Porlán, R. 1999a y 1999b), revisada posteriormente por Martín del Pozo y Rivero, (2001), Porlán y Rivero, (2001), Rivero, (2003) y Solís (2005), con inclusión de los posibles interrogantes o problemas que se pueden plantear en el desarrollo de la práctica docente (lo que podemos denominar Problemas Prácticos Profesionales –PPP–) y los distintos niveles de respuestas que se pueden establecer dentro de cada uno de ellos, así como la expresión del nivel de referencia próximo al Conocimiento Profesional Deseable.

Los niveles que se pueden definir en cada uno de estos AIP son: nivel de partida, nivel intermedio y nivel de referencia, que a su vez están relacionados con la tipificación de los Modelos Didácticos (MDTR, MDTC, MDES, MIE) que hemos realizado anteriormente.

Los AIP a los que vamos a hacer referencia son los siguientes: *las materias escolares, las ideas del alumnado, la formulación de contenidos escolares, la metodología de enseñanza y la evaluación y regulación del proceso de enseñanza y de aprendizaje.*

Las materias escolares

De acuerdo con Martín del Pozo (1999), muchos docentes de educación secundaria no consideran un problema el conocimiento de la materia a enseñar, ya que piensan que el conocimiento que tienen de la misma es suficiente para el nivel educativo en el que se tienen que desenvolver. No entienden que exista una relación entre la actualización didáctica y la actualización científica, como si la primera fuese posible sin la segunda. Es decir, como si fuera posible actualizarse didácticamente sin ningún contenido que soporte dicha actualización.

Las ideas del alumnado

La simplificación que, generalmente, el profesorado realiza acerca de la idea del aprendizaje escolar es, a juicio de García Díaz (1999), una de las situaciones

en las que existe una mayor diferencia entre las concepciones del profesorado y las aportaciones de la ciencia en esta cuestión. El propio autor llega a calificar esa diferencia como «abismal». Según García Díaz (1999), esta creencia en la psicología «ingenua» es uno de los mayores obstáculos para el desarrollo profesional del profesorado.

La formulación de contenidos escolares

Es una cuestión casi obvia que el profesorado de educación secundaria, considera su etapa más con una función propedéutica, de cara a los estudios superiores, que como una etapa con finalidad en sí misma. Actualmente, y ante lo tozudo de la realidad, esta situación es cada vez más difícil de mantener ya que la enseñanza obligatoria acoge a una gran diversidad de alumnado, con una gran variedad de intereses y preparaciones. Desde una visión enciclopédica hasta una que integra fuentes diversas del entorno ambiental, la formulación de contenidos escolares presenta un amplio abanico para su formulación.

La metodología de enseñanza

La metodología es uno de los aspectos clave para todo el profesorado, en cuanto a la problemática que puede representar (Azcárate, 1999). Dentro de la denominación genérica de metodología, del cómo enseñar, se encuentra toda una serie de aspectos relacionados con la vida cotidiana del aula. Desde el tipo de actividades que se pueden plantear, cómo secuenciarlas, cómo organizar el aula, el trabajo en grupo, los materiales y recursos que se pueden emplear, etc.

La evaluación y la regulación del proceso de enseñanza y de aprendizaje

La evaluación es uno de los conceptos clave a la hora de desarrollar la práctica docente, y es donde mejor se puede poner de manifiesto la coherencia de una determinada propuesta de enseñanza. Muchas propuestas de enseñanza innovadoras (en referencia al resto de los elementos curriculares), no tienen un correlato adecuado a la hora de diseñar la evaluación y fracasan en su intento innovador, precisamente por este motivo.

Como resumen de la relación entre modelos didácticos y niveles de formulación de los AIP, presentamos un resumen en la Tabla 2.

	Nivel de partida (correspondería al MDTR)	Niveles intermedios (correspondería al MDTC o un MDES)	Nivel de Referencia (correspondería al MIE)
Conocimiento	Visión enciclopédica.	Visiones compartimentadas y jerarquizadas.	Visión relativa, evolutiva e integradora.
Las ideas del alumnado	No existen o no, son relevantes para la incorporación de conocimientos.	Se consideran errores que deben expresarse y sustituirse. El alumnado aprende por descubrimiento espontáneo.	Son conocimientos alternativos, a partir de los cuales se construye conocimiento.
Objetivos y finalidades	Adquirir conocimientos científicos.	Sustituir el conocimiento del alumnado por el científico. Desarrollar actitudes y procedimientos científicos.	Complejizar y enriquecer el conocimiento cotidiano del alumnado de forma que tenga más potencialidad explicativa.
Contenidos	Versión simplificada y enciclopédica de los contenidos científicos.	Predominio de los contenidos conceptuales, aunque con presencia de procedimientos en forma de habilidades. Los contenidos se extraen de la realidad próxima. Predominio de los procedimientos (habilidades y destrezas) y las actitudes.	Conocimiento escolar que integra saberes (disciplinares, cotidianos, ambientales...).
Metodología	Transmisiva (explicación más ilustración).	Duales, basadas en explicación más actividades de verificación, comprobación, contraste.../ inductivistas y activistas.	Investigativa, a partir de problemas relevantes en el contexto escolar.
Evaluación	Comprobatoria y finalista.	Medida de la consecución de los objetivos. Forma de participación del alumnado en la vida del aula.	Proceso de seguimiento de la evolución real de las concepciones del alumnado y mecanismo de reajuste de la enseñanza.

De la misma manera que hemos planteado los Ámbitos de Investigación Profesional precedentes de carácter más analítico, se podrían haber formulado algunos de síntesis, más relacionados todos con aspectos problematizables de la práctica del profesorado. Porlán y Rivero (2001) indican, por ejemplo, problemas con relación a la *planificación y desarrollo de unidades didácticas*, la *planificación de un curso completo* o la *definición del modelo didáctico personal*.

En esta línea de problematización se sitúa el último trabajo realizado en este campo por Porlán et ál. (2010), en el que concretan una serie de problemas que consideran relevantes y ejes vertebradores para la formación del profesorado, lo que antes hemos denominado PPP, y que pueden convertirse, en los procesos de formación, en un elemento integrador entre los conocimientos teóricos y los experienciales del profesorado.

Los cambios en el conocimiento profesional: hipótesis e itinerarios de progresión

La idea de desarrollo profesional, podemos relacionarla con la idea de los cambios que se producen en el sistema teórico-práctico que sustenta el Conocimiento Práctico Profesional del Profesorado. Llegados a este punto, cabría hacerse algunas preguntas.

¿Cómo es la evolución del Conocimiento Práctico Profesional?

¿Existe una posible gradación en esa evolución?

¿Cuáles son las metas de esa evolución desde la perspectiva en la que nos situamos?

Como se indica en la última de las preguntas formuladas, desde la perspectiva en la que nos situamos, es decir, desde la perspectiva del Proyecto IRES, lo haremos atendiendo a lo planteado por Porlán y Rivero, (1998), actualizado en Rivero (2003) y concretado en el caso del profesorado de ciencias de secundaria en Martín del Pozo y Rivero (2001), y en el de Maestros de educación primaria en Porlán et ál. (2010).

Admitimos que el sistema de conocimientos teórico-prácticos que constituyen el Conocimiento Profesional Deseable es dinámico y en evolución, con avances progresivos y tentativas de cambio, unas más fuertes y profundas, otras más débiles y de pequeños ajustes (García Díaz, 1995). Estas variaciones las podemos

plantear en diferentes «niveles de formulación», no solamente en lo referido a la cantidad de información que cada uno presenta, sino en función de una variación cualitativa al pasar de uno a otro.

El tránsito de un posible nivel a otro, vendrá determinado en principio –y como hemos venido desarrollando en apartados anteriores y profundizaremos en el apartado siguiente– por las concepciones del profesorado. No obstante, según Porlán (1993) y Porlán y Martín del Pozo (1996), la manifestación de estos posibles niveles está ligada al «grado de toma de conciencia, control y superación relativa de diversos obstáculos» que impide la comprensión de los problemas relacionados con la enseñanza-aprendizaje con un grado de complejidad amplio.

De acuerdo con estas ideas, la evolución y el cambio en el Conocimiento Profesional Deseable, como una medida del desarrollo profesional, no se concibe como del «todo o la nada». Es decir, no entendemos como fotos fijas los distintos niveles de formulación del profesorado ante la problemática que representan los Ámbitos de Investigación Profesional. Por otra parte, estos AIP están íntimamente relacionados con los modelos didácticos personales.



En este sentido, veremos que nos movemos desde situaciones muy próximas a lo que hemos denominado *Modelo Didáctico Tradicional* (MDTR) y situados en lo que hemos designado como *Nivel de partida* o *inicial*, hasta respuestas más críticas, complejas e integradoras en lo que hemos llamado *Modelo didáctico de*

referencia o *Modelo de investigación en la Escuela* (MIE), que sería nuestro *Nivel de referencia*. Este abanico lo consideramos como un continuo con posiciones intermedias, que se pueden representar por las ideas que subyacen en el Modelo Didáctico Tecnológico MDTC y/o el Modelo Didáctico Espontanéista MDES, considerados como niveles intermedios (Figura 3).

En resumen, el Conocimiento Profesional Deseable no es un estado ideal, sino que se puede formular como una hipótesis de progresión, que conlleva un determinado itinerario de progresión y que implica una paulatina superación de los obstáculos que se presentan en la evolución de este Conocimiento Práctico Profesional en el Desarrollo Profesional del Profesorado.

Las concepciones curriculares del profesorado de Ciencias de Secundaria

Todo lo expuesto anteriormente acerca del Conocimiento Profesional del Profesorado, nos ha llevado a considerar que la formación docente se debe articular en torno a la investigación de los Problemas Prácticos Profesionales.

En este sentido, en los procesos de formación del profesorado, y en coherencia con lo que se plantea para la enseñanza de los alumnos, es muy importante tener en cuenta las concepciones que tiene el profesorado en relación con los distintos ámbitos mencionados, pues son numerosos los estudios que han puesto de manifiesto que los profesores tienen ideas personales acerca de la ciencia, su enseñanza y aprendizaje, y que estas son muy estables y difíciles de cambiar (Aguirre y Haggerty, 1995; Gustafson y Rowel, 1995; Cobern, 1996, Hasweh, 1996; Mellado, 1996; Yerrick, Parke y Nugent, 1997; Joram y Gabriel, 1998; Porlán y Rivero, 1998). Por ello, como formadores de profesores, estamos muy interesados en investigar las concepciones del profesorado y, más en concreto, sus concepciones curriculares.

Nos interesa también conocer cómo cambian las concepciones, y no solo cuáles son. En este sentido, distintos estudios ponen de manifiesto que dicho cambio es progresivo, tal y como adelantábamos en párrafos anteriores, de manera que el paso de concepciones coherentes con un modelo didáctico tradicional a concepciones coherentes con un modelo constructivista e investigativo (como el Modelo de Investigación en la Escuela, que consideramos deseable), no se puede

hacer de una sola vez (Flores y otros, 2000). Los cambios en las concepciones del profesorado se dan en la medida en que ocurre un determinado grado de toma de conciencia, control y superación relativa de diversos obstáculos y no como un paso de «la nada al todo» (Porlán, 1993; Porlán y Martín del Pozo, 1996; Porlán y Rivero, 1998; Mellado, 2001).

Algunos estudios señalan que aparecen contradicciones entre lo que los sujetos declaran y lo que diseñan (Hewson y Hewson, 1987), y entre sus creencias y sus actuaciones en la práctica (Mellado, 1996; Bryan y Abell, 1999), por lo que es posible que en un mismo profesor podamos detectar concepciones coherentes con distintas perspectivas, según el plano que analicemos.

Desde estos presupuestos presentamos un estudio en el que hemos analizado las concepciones curriculares de profesores de ciencias de educación secundaria en formación inicial, con la pretensión de detectar cuáles son las concepciones curriculares predominantes y los posibles obstáculos más relevantes en este colectivo, de cara a la evolución de su conocimiento profesional hacia el Conocimiento Profesional Deseable.

Breve descripción de la investigación

La muestra de la investigación de la que vamos a presentar algunas de sus conclusiones, estaba constituida por once sujetos asistentes a un curso de formación inicial para profesorado de secundaria, de la Universidad de Sevilla (España), en la especialidad de Física y Química.

El problema de investigación se centró en las concepciones curriculares de los sujetos de la muestra. Tratamos de averiguar qué ideas manifiesta este profesorado sobre las finalidades y objetivos educativos, las concepciones e intereses del alumnado, la formulación de los contenidos escolares, la metodología y la evaluación escolar. Estas concepciones, además, analizadas desde una doble perspectiva: ¿Existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito? ¿Qué tipos de progresiones se pueden establecer en los distintos momentos del proceso de formación?

Las categorías curriculares analizadas fueron: ¿Para qué enseñar? (OBI), ¿Qué enseñar? (FCE), Concepciones e intereses de los alumnos/as (CONALU), ¿Cómo en-

señar? (MET) y ¿Qué, cuando, cómo y a quién evaluar? (EVAL). Estas categorías se cruzaron con las cuatro posibles tipificaciones de los Modelos Didácticos y los niveles de formulación definidos: Nivel de partida MDTR, Nivel intermedio MDTE y/o MDES y Nivel de referencia MIE.

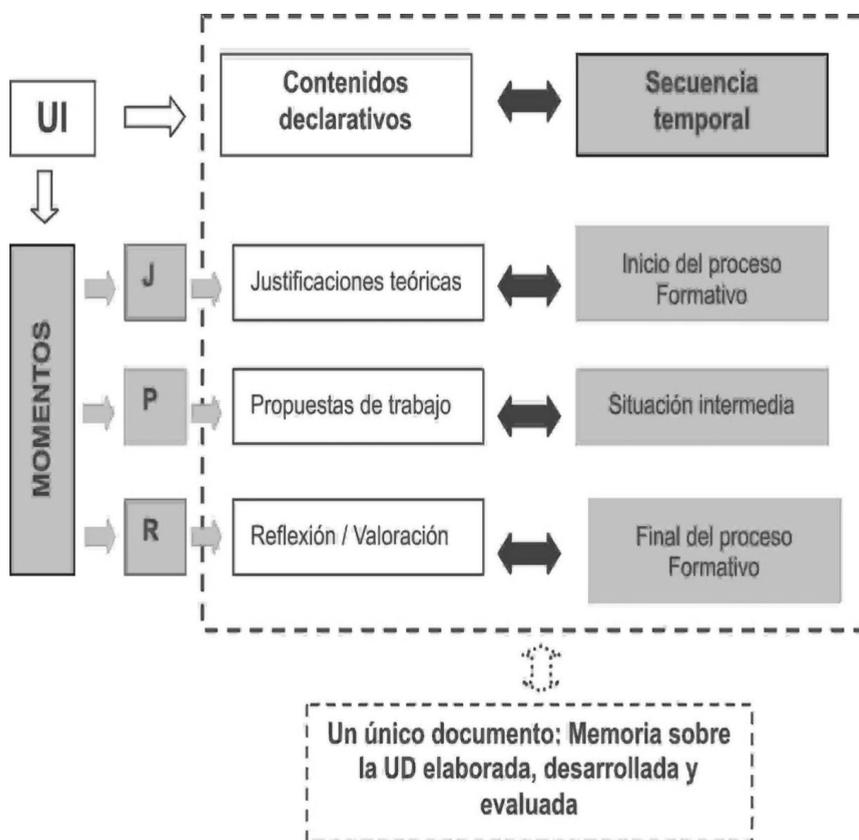
El instrumento utilizado fueron las *Memorias* presentadas al final del curso por los once sujetos de la muestra. Para su estudio se siguió el análisis de contenido (Bardin, L. 1977-1986), que podemos resumir en delimitación de las unidades de información y codificación y categorización de las mismas en grupos previamente establecidos.

Los momentos declarativos y temporales

Para la elaboración de las *Memorias* se ofreció un guión orientativo, en el que se apuntaba la posibilidad de que en cada uno de los apartados relacionados con los elementos curriculares (objetivos, ideas del alumnado, contenidos, metodología y evaluación) se expresasen tanto aquellos aspectos teóricos, como el diseño para llevar al aula, así como una valoración o una evaluación valorativa del desarrollo de los asuntos tratados en ese apartado durante la fase de prácticas en los centros educativos.

Tomando esto como referente, en el establecimiento de las Unidades de Información (UI) de las *Memorias*, se le asignó a cada una de ellas una letra (J, P, R) que hacía referencia a lo que denominamos *momento en el que se hace la declaración*. La letra J se le adjudicó a aquellas UI que se relacionaban con la justificación teórica de los apartados y contenidos de las *Memorias*. La letra P se reservó para aquellas UI relacionadas con el diseño de intervención en el aula. La letra R indica aquellas UI que implicaban proceso de negociación y/o reflexión de lo desarrollado en el aula.

Podemos considerar, asimismo, que esta diferenciación declarativa en relación con los contenidos de un mismo documento, según se trate de afirmaciones o proposiciones teóricas, propuestas de trabajo o reflexiones y valoraciones sobre dicha propuesta, también conlleva una cierta secuenciación temporal relacionada con el proceso formativo en el que los sujetos de la muestra estaban inmersos.



La Figura 4 ilustra esta relación entre momentos declarativos y secuencia temporal del proceso formativo.

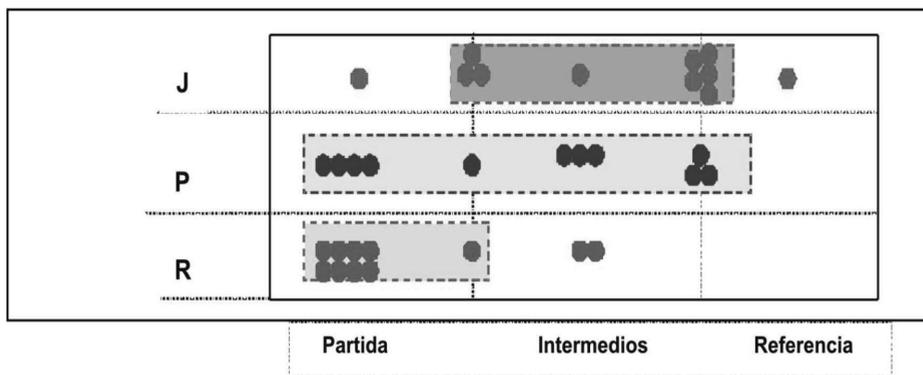
Esta estructura de organización de las UI nos permite establecer, a partir de un único documento como las Memorias, una aproximación a las diferencias que se pueden establecer entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Entendemos como declarado o explícito aquello que corresponde, fundamentalmente, a los momentos J y en gran parte a los P; y a lo realizado o implícito, a algunas propuestas desarrollada en los momentos P y especialmente en los momentos R.

Resultados y análisis de la investigación

Objetivos y Finalidades educativas (OBJ)

En líneas generales, aunque en la justificación teórica se consideran finalidades y objetivos amplios, el diseño del trabajo se centra en la consecución de objetivos relacionados primordialmente con el aprendizaje de los conceptos. En la reflexión sobre lo realizado en las prácticas declaran que sus objetivos han sido adecuados o bien no aluden a este apartado.

En la Figura 5¹¹ hemos representado con círculos los niveles (Partida, Intermedios o Referencia) adjudicados a cada una de las memorias analizadas en los distintos momentos declarativos y temporales considerados. En el momento J (justificación teórica), 7 de las 11 memorias se encuentran en niveles intermedios (MDTE o MDES) y próximos al de referencia (MIE). En el momento P (propuesta de trabajo), 7 de las 11 se encuentran en niveles intermedios, y en el momento R (reflexión sobre lo realizado), 9 de las 11 memorias se encuentran en el nivel de partida (MDTR) o muy próximas a él.



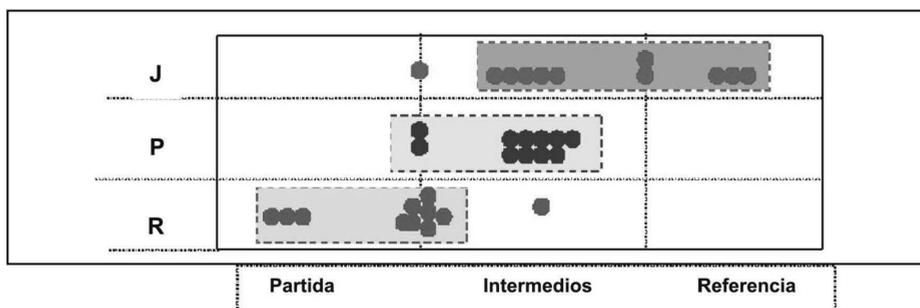
Según esto, podemos considerar que existen diferencias entre lo declarado y lo realizado, y entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explícito se encuentra en niveles de formulación intermedios y próximos a este, mientras que lo realizado e implícito está situado, fundamentalmente, en niveles de partida.

¹¹ El mismo procedimiento se ha seguido para el resto de las categorías curriculares investigadas (Figuras 6, 7, 8 y 9).

Teniendo en cuenta estos resultados, el cambio detectado en general en la muestra tiene un sentido regresivo desde la justificación (donde son más numerosas las memorias que se sitúan en niveles intermedios pero próximos al de referencia) hasta el diseño (donde la mayoría de las memorias se sitúan en niveles intermedios) y, sobre todo, desde este hasta la reflexión sobre la práctica (donde la mayoría de las memorias se sitúan en niveles de partida).

Concepciones e intereses del alumnado (CONALU)

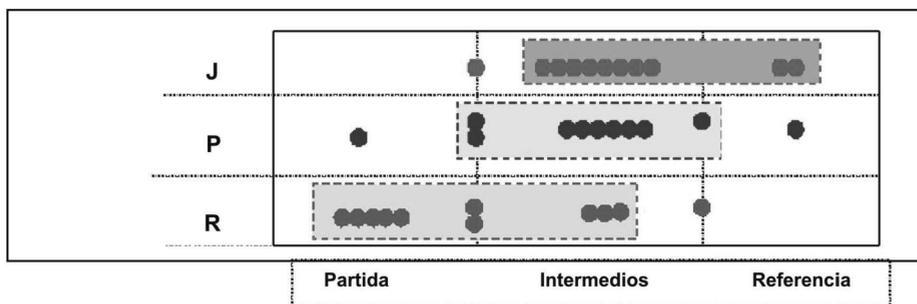
En lo que se refiere al conocimiento y utilización de las idas del alumnado, la situación es la reflejada en la Figura 6.



Así, podemos considerar que las diferencias que existen entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito, radican en que lo declarado o explícito se encuentra en niveles de formulación intermedios con presencia, en ciertos aspectos teóricos, de los niveles de referencia, mientras que lo realizado o implícito está situado, fundamentalmente, en niveles intermedios con cierta contaminación de los niveles próximos a los de partida.

Formulación de contenidos escolares (FCE)

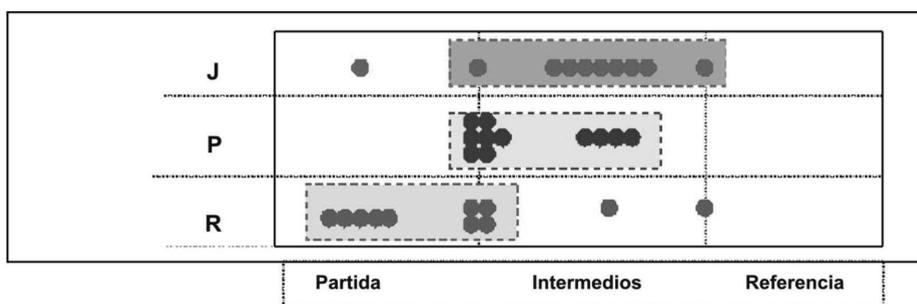
Los datos recolectados guardan cierta coherencia con los obtenidos en la categoría de Finalidades y Objetivos. Aunque es la disciplina el referente fundamental, aparecen incorporaciones, al menos en el ámbito teórico y en el de las propuestas de trabajo, de contenidos distintos a los conceptuales propios de la Física y la Química. Hay un predominio de los niveles intermedios en estos aspectos sobre los de partida. La Figura 7 ilustra esta afirmación:



Según esto, existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explícito se encuentra, fundamentalmente, en niveles de formulación intermedios con presencia, en ciertos aspectos teóricos y de propuestas de contenidos, de los niveles de referencia, mientras que lo realizado o implícito **básicamente** está situado en niveles de partida o próximos a este, aunque con una cierta contaminación de los niveles intermedios.

Metodología y estrategias de enseñanza (MET)

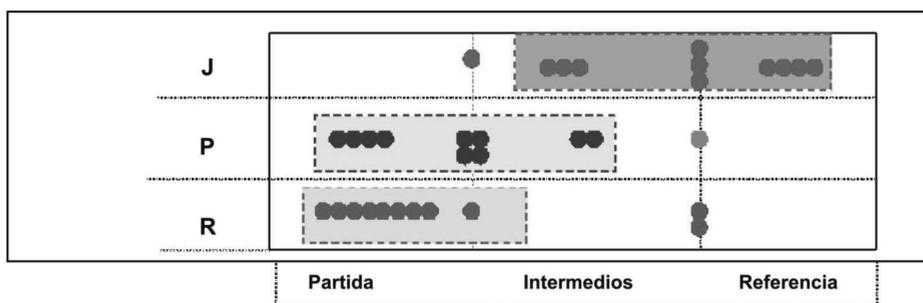
En relación con la metodología, el número de memorias que se encuentran en niveles intermedios o próximos a él, es mayor al que esperábamos encontrar en las hipótesis de partida de la investigación, debido a la presencia de metodologías de enseñanza de tipo dual. La Figura 8 ilustra esta afirmación:



De nuevo, existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explícito se encuentra en los niveles intermedios, mientras que lo realizado o implícito está situado, especialmente, en niveles de partida o próximos a este, aunque con una cierta contaminación de los niveles intermedios.

Evaluación

La afirmación hipotética realizada en torno a la evaluación coincide con los datos obtenidos. La mayoría de las memorias se encuentran en niveles de partida o próximos a él, proponiendo evaluar solamente al alumnado y pretendiendo medir los niveles de adquisición de los contenidos conceptuales. La Figura 9 ilustra esta afirmación.



Según esto, existen diferencias entre lo declarado y lo realizado o entre lo explícito y lo implícito. Lo declarado o explícito se encuentra en niveles intermedios, con cierta presencia de niveles de referencia en los aspectos teóricos y de partida en las propuestas, y lo realizado o implícito está situado, fundamentalmente, en niveles de partida.

Discusión y conclusiones

Una vez presentados y analizados los resultados obtenidos, podemos realizar una síntesis y una visión de conjunto de dichos análisis.

a) En líneas generales, la evolución de las concepciones curriculares del profesorado a lo largo del proceso formativo, ha ido desde posiciones más próximas a niveles intermedios, con escasos matices de los niveles de referencia, a niveles más próximos a los niveles de partida. Esta situación está mucho más acentuada en las categorías de «Objetivos y Finalidades Educativas» y «Evaluación», y menos en el resto: «Concepciones e intereses de los alumnos/as», «Formulación de contenidos escolares» y «Metodología de enseñanza».

b) Si realizamos otro análisis, tomando como referencia los denominados ejes ocd (ideas que representan un Obstáculo, ideas que representan un Cuestiona-

miento o conflicto, e ideas que pueden Dinamizar el cambio), ya utilizada en otros trabajos (Martínez Rivera, 2000 y Ballenilla, 2003), podríamos aventurar dos posibles situaciones:

b-1) Las concepciones detectadas en las categorías «Objetivos y finalidades educativas» y «Evaluación» pueden representar un obstáculo para la progresión o transición hacia posiciones cercanas a nuestros niveles de referencia (MIE). En ambas categorías se puede observar una presencia abundante de concepciones ubicadas en niveles de partida, siendo mucho menor la presencia de niveles intermedios o de referencia.

b-2) Las concepciones detectadas en relación a las categorías «Concepciones e intereses de los alumnos/as», «Formulación de contenidos escolares» y «Metodología de enseñanza», aunque con diferencias y matices, podrían representar un eje para cuestionar o poner en conflicto a los profesores de cara a una posible transición hacia niveles de referencia. En estas categorías se aprecia un predominio de los niveles intermedios y próximos a él y no se observa una presencia tan relevante de los niveles de partida.

Referencias

Aguirre, J. M. y Haggerty, S. M. (1995). Preserve teachers' meanings of learning. In: *International Journal of Science Education*, 17(1), pp.119-131.

Azcárate Goded, P. (1999). Metodología de enseñanza. En: *Cuadernos de Pedagogía*, 276. pp. 72-78.

Ballenilla García de Gamarra, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de enseñanza secundaria. Estudio de caso*. LIBRO.com. Tesis doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Ballenilla, F. y Martínez R., C. A. (1999). Para saber más. En: *Cuadernos de Pedagogía* 276. pp. 79-81.

Bardin, L. (1986). *El análisis de contenido*. Madrid: Akal.

Barnett, J. y Hodson, D. (2001). Pedagogical context knowledge: Toward a fuller understanding of what good science teachers know. In: *Science Education*, 85(4), pp. 426-453.

Brenda, K. y Sellars, N. (1996). The development of student teachers' practical theory of teaching. In: *Teaching and Teacher Education*, (12)1, pp. 1-24.

Bromme, R. (1988). Conocimientos profesionales de los profesores. En: *Enseñanza de las Ciencias* 6(1), pp.19-29.

Bryan, L. A. y Abell, S. K. (1999). Developmente of professional knowledge in learning to teach elementary science. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), pp. 121-139

Cobern, W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. In: *Science Education*, 80(5), pp. 579-610.

Contreras P, S. A. (2010). *Las creencias y actuaciones curriculares de los Profesores de ciencias de Secundaria de Chile*. Tesis Doctoral. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.

Feldman, A. (1997). Varieties of wisdom in the practice of teachers. In: *Teaching and Teacher Education*, (13)7, pp. 757-773.

Flores, F.; López, A.; Gallegos, L. y Barojas, J. (2000). Transforming science and learning concepts of physics teachers. In: *International Journal of Science Education*, 22(2), pp.197-208.

Furió, C. (1994). Tendencias actuales en la formación del profesorado de ciencias. En: *Enseñanza de las Ciencias* 12(2), pp.188-199.

García Díaz, J. E. (1995). Proyecto docente. Universidad de Sevilla. En: Porlán y Rivero. *El conocimiento de los profesores* (1998). España: Editorial Diada.

García Díaz, J. E. (1999). Las ideas de los alumnos. En: *Cuadernos de Pedagogía*, 276. pp. 58-64.

García Pérez, F. F. y Porlán A., R. (2000). El proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar). En: *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 205. Biblio 3W. Universidad de Barcelona (<http://www.ub.es/geocrit/b3w-205.htm>).

García Pérez, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. En: *Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, 205. Biblio 3W. Universidad de Barcelona (<http://www.ub.es/geocrit/b3w-207.htm>).

García Pérez, F. F. y Rivero, A. (1995). Dificultades y obstáculos en la construcción del conocimiento escolar en una hipótesis de progresión de lo simple

a lo complejo. Reflexiones desde el ámbito del medio urbano. En: *Investigación en la Escuela*, 27, pp. 83-94.

Gil Pérez, D. (1993). Aportaciones de la investigación en didáctica de las ciencias a la formación y actividad del profesorado. En: *Curriculum 6-7*, pp.45-66.

Gustafson, B. J. y Rowell, P. M. (1995). Elementary preservice teachers: constructing conceptions about learning science, teaching science and the nature of science. In: *International Journal of Science Education*, 17, pp.589-605.

Hashweh, M. Z. (1996). Effects of science teachers' epistemological beliefs in teaching. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 33(1), pp.47-63.

Hewson, P. W. y Hewson, M. G. (1987). Science teachers' conceptions of teaching: Implications for teacher education. In: *International Journal of Science Education*, 9(4), pp.425-440.

Joram, E. y Gabriele, A. (1998). Preservice teachers' prior beliefs: Transforming obstacles into opportunities. In: *Teaching and Teacher Education*, 14(2), pp.175-191.

Kennedy, M. M. (1998). Education Reform and Subject Matter Knowledge. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 35, pp. 249-263.

Martín del Pozo, R. y Rivero García, A. (2001). Construyendo un conocimiento profesionalizado para enseñar ciencias en la Educación Secundaria: los Ámbitos de Investigación Profesional en la formación inicial del profesorado. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp. 63-79.

Martín del Pozo, R. (1994). *El conocimiento del cambio químico en la formación inicial del profesorado. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de los estudiantes de magisterio*. Tesis doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Martín del Pozo, R. (1999). Las materias escolares. En: *Cuadernos de Pedagogía* 276, pp. 50-56.

Martínez Rivera, C. A. (2000). *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar: dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Mellado, V. (1996). Concepciones y prácticas de aula de profesores de ciencias, en formación inicial de primaria y secundaria. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), pp. 289-302.

Mellado, V. (2001). ¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar nuestras concepciones y modelos didácticos? En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, pp.17-30.

Park, H.; Hewson, P. W.; Lemberger, J. y Marion, R. D. (2010). The interactions of conceptions of teaching science and environmental factors to produce praxis in three novice teachers of science. In: *Research in Science Education*, 40, pp. 717-741.

Perales, F. J. y Cañal, P. (Dir.) (2000). *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. España: Editorial Marfil. Colección Ciencias de la Educación. Alcoy.

Pizzato, M. C. y Harres, J. B. S. (2007). Aprendizagem significativa e transformação na convivência: aproximações e indicadores para a formação de professores de ciências. Em: *Boletín de Estudios e Investigación Indivisa*, 8, pp. 429-439.

Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, Teoría de la enseñanza y desarrollo profesional*. Tesis Doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Porlán, R. (1993). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación*. Sevilla: Diada.

Porlán, R. (1999a). Investigar la práctica. En: *Cuadernos de Pedagogía*, 276, pp. 48-49.

Porlán, R. (1999b). Formulación de contenidos escolares. En: *Cuadernos de Pedagogía*, 276, pp. 65-70.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (1994). The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. In: *Journal of Science Teacher Education*, 15(1), pp.39-62, 2004.

Porlán, R. y Martín del Pozo, R. (1996). Ciencia, profesores y enseñanza: unas relaciones complejas. En: *Alambique*, 8, pp. 23-32.

Porlán, R. y Martín, J. (1994). El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. En: *Investigación en la Escuela*, 24, pp. 49-58.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.

Porlán, R. y Rivero G., A. (2001). Nature et organisation du savoir professionnel enseignant "souhaitable". In: *Aster*, 32, pp. 221-251.

Porlán, R. et ál. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores. Fundamentos y principios formativos. En: *Investigación en la Escuela*, 29, pp. 23-38.

Porlán, R. et ál. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), pp. 31-46.

Rivero G., A. (2003). *Proyecto Docente. Globalización e Investigación del Medio*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: *Educational Researcher*, 15, pp. 4-14.

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. In: *Harvard Educational Review*, 57, pp.1-22.

Solís, E. (2005). *Concepciones curriculares del profesorado de física y química en formación inicial*. Tesis doctoral. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Solís, R. E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de ciencias de secundaria en formación inicial ¿Obstáculo o punto de partida? En: *Investigación en la Escuela*, 49, pp. 5-22.

Taton, R. (1988). *Historia General de las Ciencias. Vol. 1 La ciencia antigua y medieval. Cap. 1*. (Edición original en francés 1966). Barcelona: Editorial ORBIS.

Yerrick, R.; Parker, H. y Nugent, J. (1997). Struggling to promote deeply rooted change: The “filtering effect” of teachers’ beliefs on understanding transformational views of teaching science. In: *Science Education*, 81(2), pp.137-159.

Documentos institucionales

American Association for the Advancement of Science (1989). *Science for all Americans: A Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology*. Washington, DC: Author.

American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.

National Council of Teachers of Mathematics (1989). *Curriculum and evaluation standards for school mathematics*. Reston, VA: Author.

National Council of Teachers of Mathematics (1991). *Professional teaching standards for teaching mathematics*. Reston, VA: Author.

National Research Council (1996). *National science education standards*. Washington, DC: National Academy Press.

Capítulo 6

Una Hipótesis de Progresión sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido respecto a las actividades de enseñanza asociadas al campo eléctrico

Jaime Duván Reyes Roncancio

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

jdreyesr@udistrital.edu.co

Carmen Alicia Martínez Rivera

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

carmenaliciamartinezrivera@gmail.com

Resumen

Este capítulo presenta algunos resultados del trabajo de tesis doctoral sobre el Conocimiento Didáctico del Contenido de profesores de física en formación inicial, para el caso de la enseñanza del campo eléctrico. Se exponen los referentes conceptuales que permitieron la construcción de una Hipótesis de Progresión asociada a la didáctica del campo eléctrico, con base en cuatro niveles de formulación: a) Nivel acrítico, b) Nivel reflexivo lógico, c) Nivel innovador y d) Nivel reflexivo integral. Este proceso incluyó el desarrollo concreto de las siguientes categorías para cada: tipos de actividades, fuentes, carácter, enfoque pedagógico y enfoque epistemológico.

El Conocimiento Didáctico del Contenido

El programa del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) –traducción del inglés del término Pedagogical Content Knowledge (PCK)– tiene sus orígenes en la propuesta de Shulman (1984) al referirse a las fallas de los estudios sobre la cognición del profesor y señalar que las falencias de este campo de investigación están en no dilucidar «la comprensión cognitiva del contenido de la enseñanza por parte de los enseñantes; y de las relaciones entre esta comprensión y la enseñanza que los profesores proporcionan a los alumnos» (Shulman, 1986 en Wittrock,

1997, comp., p. 65). En este sentido, Shulman destaca tres tipos de conocimiento de contenido: a) el conocimiento de la materia, es decir el conocimiento de la ciencia que se enseña, lo que constituye su comprensión como especialista en un campo, b) el conocimiento pedagógico, que consiste en el conocimiento tanto de la psicología del aprendizaje como de los factores propios de aprendizaje asociados a la ciencia que se enseña, donde se pueden formular preguntas como ¿cuáles son los tipos de problemas de física que tienen mas dificultad o «aparecen con mas frecuencia»? o ¿cuáles son los principios físicos que se comprenden menos?, y c) el conocimiento curricular, relacionado con el conocimiento de la administración y organización del conocimiento para la enseñanza.

En su trabajo, Shulman propone que el contenido del conocimiento del profesor debe involucrar también el CDC, entendido como un conocimiento que «va más allá del conocimiento de la materia per se» (p. 9) y que se refiere a:

los temas más comunes que se enseñan en un área, las formas más útiles de representar las ideas asociadas a tales temas, las más poderosas analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones. En pocas palabras, las formas de representar y formular los temas de manera que sea comprensible para los demás (p. 9).

El CDC también incluye una «comprensión acerca de lo que hace difícil o fácil el aprendizaje de temas específicos: las concepciones y preconcepciones de los estudiantes» (p. 9). En este sentido, en el presente documento se reconoce que el análisis del CDC del profesor de física (Reyes, 2010) involucra la investigación de los siguientes componentes: a) su conocimiento sobre el contenido conceptual, procedimental y actitudinal, b) su conocimiento acerca de la perspectiva de orientación pedagógica en el tratamiento de las ideas de sus estudiantes, c) su conocimiento sobre la evaluación, y d) su conocimiento sobre las Actividades de Enseñanza, siendo este último el componente objeto de estudio en el presente documento.

Un análisis de las tendencias del CDC en la formación de profesores de física

En lo que sigue se exponen los fundamentos teóricos e investigativos sobre este componente del CDC para luego visibilizar la construcción de una Hipótesis de Progresión asociada al caso específico de la enseñanza del campo eléctrico en la educación media.

Las actividades de enseñanza

Las actividades que el profesor diseña y efectivamente desarrolla, forman parte de su CDC. Así, tanto lo que se planea para que los estudiantes realicen, como las acciones y decisiones que el profesor asume en la enseñanza interactiva, se constituyen en actividades características de su CDC, las cuales, generalmente están asociadas a la determinación de tareas de clase, actividades teórico-experimentales, organización de situaciones, problemas y ejercicios en relación con propósitos de enseñanza.

Al respecto, Driver & Oldham (1986) consideran que es a través de las actividades que se debería pensar y vivir el currículo, en lugar de darle tanto énfasis a los objetivos y contenidos conceptuales. La importancia de esta propuesta radica en considerar que el enfoque, con el que se piensen y se desarrollen las actividades, evidencia la relevancia dada por el profesor a cada uno de los componentes del currículo. Adicionalmente, conviene anotar que un listado de actividades inconexas tampoco es garantía de aprendizajes significativos. En este sentido, Sanmartí (2000) advierte que la *interacción* le es inherente a la planeación y secuenciación de las actividades en clase, sugiriendo considerar esta potente idea en una triada que relaciona *el profesorado, el material didáctico, y el alumnado*, en cuyo centro se encuentra el «conjunto de actividades». Un aspecto adicional aquí es que la finalidad didáctica de las actividades permite estar pendiente de la coherencia entre lo diseñado y lo ejecutado.

Así, una sola actividad también adquiere un carácter polisémico al responder a diferentes objetivos de enseñanza. Se revela entonces que la organización y secuenciación de actividades tiene estrecha relación con el modelo de aprendizaje que el profesor tenga. Así, en un enfoque transmisivo, son coherentes actividades que evidencien acciones repetitivas no reflexionadas, lecturas y desarrollo memorístico inconexo, explicaciones de los estudiantes sobre temas anteriormente informados y «experiencias de tipo demostrativo» (Sanmartí, 2000, p. 255). En este caso los criterios de organización y secuenciación de actividades responden a miradas acumulativas y lineales de los contenidos, y en general se acompañan de posturas ideológicas que no discuten las organizaciones de las actividades de los libros o las guías de trabajo.

Por otro lado, en un enfoque constructivista son coherentes actividades que revelen procesos de reflexión sobre las acciones e ideas en los estudiantes, es

decir, actividades que promuevan procesos metacognitivos regulatorios en las formas de pensar y actuar propios de los estudiantes. Aquí, el centro de promoción de actividades no necesariamente está en el profesor sino en la interacción con el estudiante y sus reflexiones sobre las acciones y pensamientos. No habría entonces una lista o secuencia única de actividades, sino más bien una propuesta desde una perspectiva de construcción conceptual que requerirá –y le será propio– cambios y adecuaciones en el proceso de implementación. Las actividades de este enfoque, a juicio de Sanmartí, deben destacar la expresión de las ideas de los estudiantes, así como posibilitar su contrastación con la experiencia y las ideas de los compañeros; también deben propiciar el «establecimiento de nuevas interrelaciones, la toma de conciencia de los cambios en los puntos de vista, etc.» (p. 255).

Sanmartí (2000) propone para la selección y secuenciación de actividades cuatro grandes rasgos, a saber:

1. «Actividades de iniciación, exploración, de explicitación, de planteamiento de problemas o hipótesis iniciales» (p. 255), que consisten en actividades de apertura a las representaciones iniciales del objeto de estudio por parte de los estudiantes. En este sentido, conviene que tengan en cuenta sus vivencias e intereses, para así ser lo suficientemente potentes y motivarlos a poner en juego sus sistemas de ideas en una perspectiva constructivista. Estas actividades se asocian a los procesos de detección de ideas previas, utilizados por los profesores como punto de partida para abordar explicaciones y acciones en el aula.
2. «Actividades para promover la evolución de los modelos iniciales, de introducción de nuevas variables, de identificación de otras formas de observar y de explicar, de reformulación de los problemas» (p. 256), y consisten en actividades que buscan la contrastación de ideas entre los estudiantes por medio del trabajo experimental, el análisis de situaciones, el uso de explicaciones analógicas, etc., con el propósito de revisar sus propias creencias o ideas sobre un objeto de estudio.
3. Se evidencia aquí un supuesto estilo hipótesis de progresión (García, 1998) en el sentido de organizar posibles formas de entender tanto los obstáculos como los grados de abstracción inherentes a un concepto específico. Es decir, el profesor puede ayudarse de una hipótesis de progresión en la medida en que esta plantee niveles de progresión en relación con actividades que propician la reflexión en los estudiantes, el enriquecimiento de sus sistemas de ideas y la movilidad hacia nuevas formas de comprender un fenómeno.

4. «Actividades de síntesis, de elaboración de conclusiones, de estructuración del conocimiento» (p. 256), que consisten en proponer la actividad de los estudiantes asociada a sus propios procesos de reflexión sobre lo que sabe. En una perspectiva transmisionista (o de falso constructivismo) esta síntesis la hace siempre el profesor, como sujeto que organiza sus conocimientos y los sintetiza en discursos, diagramas, cuadros, etc. En una perspectiva constructivista, son los estudiantes quienes sintetizan lo que saben y por ello se insiste en actividades que promuevan la explicitación de sus ideas, la reflexión sobre sus formas de pensar y su contrastación con situaciones experimentales propuestas por el profesor o por los mismos estudiantes. Asociadas a estas actividades, se encuentran las representaciones que los estudiantes puede hacer por medio de mapas conceptuales, diagramas, modelos matemáticos, resúmenes, cuadros sinópticos, etc.

5. «Actividades de aplicación, de transferencia a otros contextos, de generalización» (p. 257), que consisten en extrapolar las nuevas formas de razonar o actuar frente a nuevas situaciones, que en principio deben ser más complejas que las iniciales. La utilización de las formas de razonamiento nuevas permite a los estudiantes aprender y evolucionar en el aprendizaje. Se pueden organizar pequeños proyectos o trabajos de investigación originales. Usualmente las actividades de aplicación son entendidas desde un enfoque transmisionista como actividades repetitivas de lo aprendido que, en cierto sentido, contribuyen a una mecanización de las tareas en la clase. Pueden ser ejemplo de estas las *semanas de la ciencia* en las que los estudiantes reproducen esquemas o modelos trabajados en clase o que en ciertas ocasiones son realizados por otros, menos los que estuvieron en las clases. Desde un enfoque constructivista, estas tareas y actividades de mini proyectos deben ser generadas en conjunto con el profesor y deberán propiciar nuevos procesos de aprendizaje.

Con todo, esta perspectiva sobre las actividades en relación con la finalidad didáctica propone explícitamente transitar de lo simple a lo complejo. Ahora bien, Cañal (2000) plantea que el estudio de las tareas permite el análisis de los contenidos y aquellas resultan de las interacciones que se dan en el sistema del aula. Las actividades forman secuencias de enseñanza y también son muestra de las interacciones del aula como sistema donde, adicionalmente, se considera que las secuencias tienen una finalidad didáctica. En la propuesta de Cañal se aprecia una visión sistémica del trabajo del aula, donde los elementos se van definiendo por sus cambios, interacciones y formas de organización. Se hace interesante aquí que las estrategias de enseñanza son ubicadas como proyecciones de la organización y también tienen una finalidad didáctica. En este sentido, propone tres tipos principales de actividades de enseñanza:

Tipo 1. Actividades dirigidas a movilizar información: en donde se utilizan contenidos a partir de fuentes de información como el profesor, el libro de texto, medios audiovisuales, el medio sociocultural y diversas fuentes.

Tipo 2. Actividades dirigidas a organizar y transformar información: en donde se desarrollan los procesos de organización de contenidos (ordenar, clasificar y transformar), estructuración de contenidos, planificación de procesos y evaluación de procesos.

Tipo 3. Actividades dirigidas a expresar información elaborada por los alumnos (resultados): en donde se requiere considerar la expresión oral, escrita, por medios audiovisuales y por otras vías (p. 222).

Este modelo es una aproximación teórica que brinda una visión organizada no solo para la revisión de unidades didácticas, sino para la valoración de las mismas, ya que su propuesta incluye la indagación por el desarrollo de estas mediante protocolos de observación en un enfoque cualitativo de investigación.

En particular, para el caso de la enseñanza de la física, Pro y Saura (2000) proponen una secuencia de actividades para la enseñanza de las ondas considerando las siguientes fases:

1. Orientación, en donde el profesor propone interrogantes o situaciones para que los estudiantes expliciten lo que piensan. Estas situaciones deben considerar los intereses de los estudiantes y las conexiones con los temas tratados en clase.
2. Construcción de aprendizajes, en donde los estudiantes son inquiridos acerca de procesos como la observación, la diferenciación, el debate de ideas, la justificación, la identificación, la síntesis, la elaboración de modelos, el análisis, etc.
3. La aplicación, donde los estudiantes contrastan sus ideas con situaciones nuevas.
4. Revisión, donde se solicita la explicitación de los cambios producidos y de sus relaciones con la secuencia de enseñanza.

El campo eléctrico en la formación de profesores

Etkina (2010) desarrolla la propuesta de actividades de enseñanza en el marco del CDC para profesores de física en formación. Estas actividades se entienden como el «conocimiento de estrategias efectivas de enseñanza» (p. 020110-2) a partir de dos criterios clave:

1. La organización de los múltiples métodos o de secuencias específicas de actividades que propician un aprendizaje más exitoso en los estudiantes.
2. *La habilidad para elegir la estrategia más productiva o modificar una estrategia para un grupo de estudiantes o para sujetos particulares* (p. 020110-3).

Así, la propuesta de Etkina destaca la importancia de la secuenciación en relación con la idea de eficiencia en el aprendizaje, como forma indirecta de medirla, y la asocia con la idea de habilidad en la selección o cambio de estrategias, aspecto que se encuentra unido fuertemente a las decisiones de la clase, que están ligadas también a las características de los estudiantes o del grupo. Al respecto, Etkina y Van Heuvelen (2006) organizan su propuesta de enseñanza de la física basados en la perspectiva de *sistema de aprendizaje activo orientado a procesos*, en donde asumen que los estudiantes «aprenden fácilmente física cuando activamente observan, explican, prueban, representan y evalúan explicaciones de fenómenos físicos que ellos encuentran en las experiencias cotidianas» (p. 5). Desde este enfoque, las actividades pretenden ayudar a los estudiantes a «desarrollar habilidades cognitivas y procesos científicos específicos para el aprendizaje y la aplicación de conceptos» (p. 5). Las categorías de Etkina y Van Heuvelen (2006) son:

1. **La construcción y prueba cualitativa de conceptos - El razonamiento conceptual.** Para cada situación representar la fuerza sobre una masa o carga de prueba (gravitacional o eléctrica) en el punto del espacio dado.
2. **La construcción y prueba cuantitativa de conceptos.** Analizar la interacción entre cargas y masas –gravitacional y eléctrica, transición de acción a distancia a campo gravitacional en el caso de la Tierra, actividad con electroscopio– (describir, dibujar y explicar usando la idea de campo eléctrico).
3. **El razonamiento cuantitativo.** Calcular el campo eléctrico E , dibujarlo y traducirlo. Simplificar, representar físicamente, representar matemáticamente, resolver y evaluar.

Otro llamado al constructivismo

Martín y Solbes (2001) en su propuesta alternativa para la enseñanza del campo, se basan también en un enfoque constructivista y recogen tareas y actividades asociadas a la «formulación y resolución de problemas abiertos, emisión y contrastación de hipótesis» (p. 396); en concreto distinguen productos de la investigación didáctica en relación con la «resolución de problemas, los trabajos prácticos,

la evaluación de conocimientos, las interacciones ciencia-técnica-sociedad» (p. 396). Estos autores destacan una revisión bibliográfica de las estrategias que la literatura investigativa muestra en consonancia con las problemáticas de los estudiantes en la comprensión del concepto de campo. En especial mencionan los trabajos de Watts (1982), Domínguez y Moreria (1988), Nardi y Carvalho (1990), Furió y Guisasola (1993), Galili (1993, 1995), Nardi (1994), Meneses y Caballero (1995), Bar, Zinn y Rubin (1997), Sneider y Ohadi (1998); Cudmani y Fontdevilla (1989), investigaciones que ponen de manifiesto la necesidad de emprender tareas o actividades de enseñanza enfocadas a considerar las visiones epistemológicas subyacentes, en particular las de corte mecanicista que tienen un peso bastante grande en las explicaciones (no reflexivas) de la interacción eléctrica. Sugieren también que los programas de formación contribuyen con este enfoque y, por lo tanto, las actividades y tareas alternativas deben considerar esta realidad para implementar nuevas estrategias de formación.

La propuesta de Martín, J. y Solbes se enmarca en un «modelo de enseñanza-aprendizaje basado en ideas constructivistas, que prima aspectos propios de la actividad científica (formulación y resolución de problemas abiertos, emisión y contrastación de hipótesis...)» que concibe el aprendizaje como una construcción de conocimientos por parte del alumno con las características de una investigación dirigida por un experto, el profesor, configurando lo que se ha denominado una metodología de aprendizaje por investigación dirigida y que se concreta en la propuesta de programas de actividades (Gil et ál., 1991, 1999, p. 396).

El «*programa de actividades*» de Martín y Solbes (2001) se encuentra orientado desde dos ejes fundamentales, el primero consiste en validar una aproximación temprana del concepto de campo eléctrico desde una perspectiva cualitativa en la que parece, se pretende involucrar a los estudiantes en contextos reales y simples, en donde la relación ciencia-técnica-sociedad se pone de manifiesto por medio, y el segundo, consiste en:

[hacer una] presentación del campo como agente de la interacción, dotado de realidad física, de energía y de momento, con existencia propia independiente de la fuerza, de forma que el alumno comprenda su necesidad, lo que nos lleva a no establecer dicotomía entre situaciones estáticas y crono dependientes y a prevenir la asociación entre energía y partícula mediante la clarificación de los aspectos energéticos en aquellas situaciones en las que interviene el campo (p. 396).

Estos dos ejes se articulan por medio de tareas y actividades concretas para desarrollar con los estudiantes, advirtiéndoles que asumen la propuesta de Galili (1995) sobre actividades en las que se toman referentes de la atracción gravitatoria por ser estos más de uso común para los estudiantes. Un resumen de las actividades propuestas por Martín y Solbes (2001) se muestra en la tabla 1.

Por último, conviene mencionar que en la base de la propuesta de actividades de Martín y Solbes (2001) se encuentran enfoques del tratamiento de los contenidos conceptuales en donde, tal como se ha mencionado, se busca contribuir en la comprensión del campo eléctrico desde dos perspectivas:

1. Perspectiva cualitativa con pretensiones de cuestionar la idea de que una partícula pueda afectar a otra en la distancia.
2. Perspectiva cuantitativa asociada a un enfoque histórico donde se extrapola el caso gravitatorio al de las interacciones eléctricas y a las magnéticas, con la pretensión de reconocer los problemas de la interpretación mecanicista y la necesidad de la idea de campo.

Tabla 1
Actividades propuestas por Martín y Solbes (2001)

ACTIVIDADES			
	Estudio de la interacción gravitacional, y su relación con la eléctrica y la magnética.	Introducción de aspectos energéticos en situaciones donde hay campos.	Interaccionen cts.
Nivel Elemental	<p>Actividad. La idea newtoniana de acción a distancia entre los cuerpos presenta una serie de dificultades que no pasaron desapercibidas al propio Newton. Indica alguno de dichos problemas.</p> <p>Actividad. ¿Cómo tendrá lugar la interacción entre dos masas distantes entre sí?</p> <p>Actividad. ¿Cómo interpretarías el hecho de que la carga q «note» (indica en qué sentido se utiliza ese verbo) la existencia de otra carga Q situada a una determinada distancia? Es decir, ¿cómo tendrá lugar la interacción entre cuerpos cargados distantes entre sí?</p>	<p>Actividad. Cuando un cuerpo cae libremente se suele decir que «la energía potencial que el cuerpo posee en el punto más alto se va transformando en energía cinética». Justifica la corrección de esta expresión.</p>	<p>Otras aplicaciones de la electrostática que podemos poner como ejemplo son la fotocopiadoras y el proceso de xerografía. Busca en la bibliografía adecuada cómo funcionan estos elementos técnicos y explica su funcionamiento a raíz de lo que ya sabemos sobre cargas eléctricas.</p>

<p>Nivel Superior (Bachillerato)</p>	<p>Actividad. La idea newtoniana de acción a distancia entre los cuerpos presenta una serie de dificultades que no pasaron desapercibidas al propio Newton. Indica alguno de dichos problemas.</p> <p>Actividad. La experiencia de Oersted pone de manifiesto que las fuerzas entre una corriente y una aguja magnética no van dirigidas según la línea de unión entre ambos cuerpos. ¿Implica esto alguna ruptura con la imagen newtoniana de las acciones a distancia?</p> <p>Actividad. ¿Cómo tendrá lugar la interacción entre dos masas distantes entre sí?</p> <p>Actividad. ¿Cómo interpretarías el hecho de que la carga q «note» (indica en qué sentido se utiliza ese verbo) la existencia de otra carga Q situada a una determinada distancia? Es decir, ¿cómo tendrá lugar la interacción entre cuerpos cargados distantes entre sí?</p>	<p>Actividad. La energía potencial E_p que podemos introducir siempre que tengamos un campo, ¿dónde puede considerarse localizada?</p>	
---	--	---	--

Nota: Actividades propuestas por Martín y Solbes (2001) para la enseñanza alternativa del campo en física.

La representación como actividad en el aula: flechas, vectores y líneas

Para este caso Törnkvist, Peterson y Transtrômer (1993) señalan que si bien no es algo nuevo detectar dificultades de comprensión sobre los vectores como entidades matemáticas, así como las subsecuentes representaciones de diferentes conceptos físicos, una alternativa para la enseñanza de campo eléctrico podría considerar el trazado de flechas de diferente tamaño, así como la necesidad de acudir a representaciones integrales de las cantidades físicas asociadas, llamando la atención sobre la importancia de la «secuencia jerárquica de los conceptos (carga geometría-campo línea-fuerza vector (-vector velocidad- trayectoria)» (p. 338), dado que a su juicio este aspecto «no se ha entendido completamente»

(p.338). Este proceso se constituye relevante en el marco del CDC del profesor de física por cuanto las actividades de representación propias de su labor o las asignadas o construidas por sus estudiantes pueden enriquecerse. En este punto Arons (1990) sugiere considerar la bondad de representar las felchas con colores diferentes en relación con las cantidades físicas.

Actividades de enseñanza en libros de texto

El análisis del contenido de algunos libros de texto en física para la media vocacional (Zalamea y otros, 2001; Morales e Infante, 2005; Zitzewitz, Neff, Davids, 1995; Hewitt, 1999; Villegas & Ramírez, 1998; Giancoli, 1998), en lo que respecta a la electricidad y más específicamente al campo eléctrico, evidencia una tendencia mayoritaria a sugerir la realización de ejercicios de lápiz y papel como actividad principal. Estos ejercicios se plantean para entrenar en el análisis de aplicaciones de la ecuación de intensidad de campo eléctrico ($E=F/q$) y la ley de Coulomb, principalmente, para luego revisar la ecuación del potencial eléctrico. Muy pocos de estos libros sugieren actividades desde enfoques alternativos al seguimiento lineal de las actividades, por el contrario se asocia el concepto de campo con la representación vía líneas de campo, sin mediar procesos de indagación o situaciones experimentales que inviten a elaborar argumentaciones o representaciones de este tipo. Lo que hace la mayoría de estos textos es presentar las líneas de fuerza como representaciones ya elaboradas del campo, resultado de lo cual el estudiante deberá asumirlas como verdaderas y, por ende, aprenderlas para cada tipo de distribución de cargas en concordancia con el signo de la carga eléctrica. Son, por lo tanto, actividades cerradas en las que los estudiantes deben asumir al campo eléctrico como las líneas de fuerza, o que invitan a considerarlo desde representaciones bidimensionales tan solo a lo largo de las líneas de fuerza que se dibujan. La idea de actividad cerrada también tiene que ver con situaciones asociadas a la solución de ejercicios de lápiz y papel con única respuesta y único procedimiento. Aspecto que se puede revisar también en el tratamiento que algunos libros de texto dan a los ejercicios de ejemplo.

A modo de síntesis del marco teórico presentado, se distinguen los siguientes aspectos:

1. La necesidad de considerar una progresión de actividades en relación con una perspectiva que trascienda el transmissionismo y considere los aportes de los estudiantes, pero que pueda tener un carácter integrador.

2. La consolidación de actividades que consideran los contenidos conceptuales en relación con las actitudes y las habilidades sociales.
3. El involucrar las actividades de orden procedimental asociadas a la discusión de las rutinas o protocolos tradicionales como guías pre establecidas.
4. La idea de considerar las actividades de los estudiantes como fuente principal de una perspectiva innovadora.
5. La relación entre las actividades y las perspectivas epistemológicas asociadas al campo eléctrico, en particular aquellas que diferencien la acción a distancia con las acciones contiguas.
6. La idea de experimentar para repetir, replicar y comprobar, propia de un enfoque más bien de orden transmisionista, se corresponde con una mirada acumulativa-lineal del tratamiento de los contenidos.
7. La consideración de enfoques reflexivos de orden integrador que involucren los intereses de estudiantes y profesor, puede mediar las actividades en la clase de física.

Una Hipótesis de Progresión sobre el cdc en torno a las actividades de enseñanza

El concepto de hipótesis de progresión tiene como fundamento un criterio de organización, secuenciación y jerarquización de los contenidos escolares. En este sentido, García (1998) propone a la hipótesis de progresión en relación con «dimensiones y categorías meta disciplinares relativas a la transición desde un pensamiento simple hacia otro complejo» (p. 154). La organización tiene en cuenta criterios psicológicos, sociológicos y epistemológicos, de manera que «el conocimiento escolar se entiende como un conocimiento organizado y jerarquizado, procesual y relativo, como un sistema de ideas que se reorganiza continuamente en la interacción con otros sistemas de ideas» (García 1998, p. 151).

Este enfoque de uso de niveles para «una organización dinámica del conocimiento escolar, mediante propuestas de transición de unos niveles u otros» (García, J. 1998, p. 151) se utiliza en el presente documento, considerando de manera similar una propuesta estructural de cdc del profesor de física en formación inicial.

En este sentido, se presenta aquí una organización de la hipótesis de progresión sobre el conocimiento de las actividades de enseñanza del campo eléctrico.

Los niveles de formulación (Reyes y Martínez, 2011) que se utilizan son:

- A. Acrítico (no reflexivo, donde el CDC se asimila con el transmisionismo).
- B. Reflexivo lógico (donde el CDC se construye por imitación de propuestas de terceros).
- C. Innovador (donde el CDC se construye en oposición al transmisionismo, pero centrado en el interés de los estudiantes, los componentes tienen esta orientación focalizada).
- D. Reflexivo integral (donde el CDC se construye en la integración de los componentes).

Esta hipótesis de progresión que se construye aquí, no se concibe en estricto como la única forma de referenciar la evolución del CDC del profesor de física, sino más bien como una manera de comprender su complejidad a partir de los niveles de formulación establecidos (Reyes y Martínez, 2011). En este sentido Porlán y Rivero (1988) señalan que la hipótesis de progresión no es una camisa de fuerza en la que los sujetos no tienen más posibilidades que seguir caminos lineales en la construcción de su conocimiento, por el contrario, su carácter flexible la hace cambiante, es decir, reformulable; al fin y al cabo hipótesis como entramado de elementos y relaciones que constituyen el conocimiento, para este caso, el CDC.

El Nivel de formulación acrítico

En este nivel (figura 1) la perspectiva acrítica se vislumbra en la medida en que el interés del profesor se centra en que los estudiantes desarrollen conceptos en un sentido nominal, basado en la repetición y el seguimiento de instrucciones. Asimismo, validar como fuentes únicas los libros de texto y su experiencia de aprendizaje universitario, sin mediar transformación didáctica consistente con la enseñanza en el bachillerato, situación que también se revela al no explicitar una perspectiva epistemológica sobre el campo eléctrico que valide diferencias paradigmáticas entre la acción a distancia y el campo como formas explicativas de los fenómenos eléctricos.

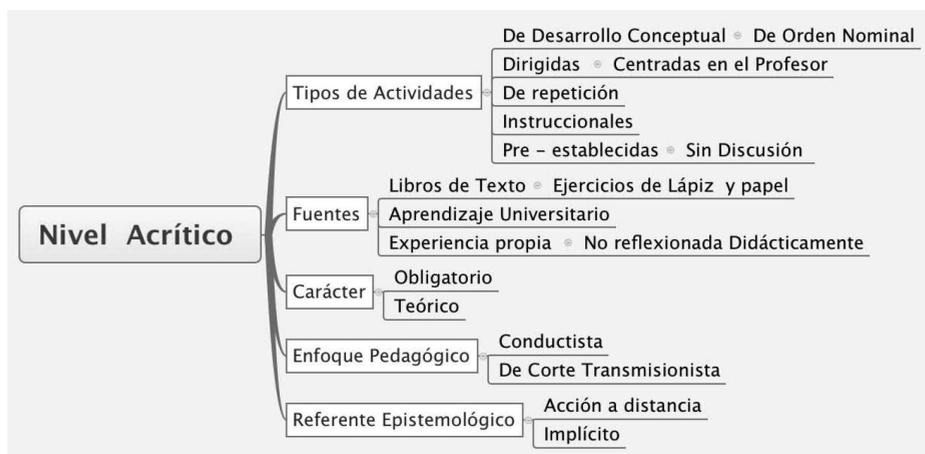


Figura 1. Nivel de formulación acrítico

Las actividades, por tanto, no se discuten con los estudiantes, por el contrario se asignan para resolver, asumiendo una pedagogía conductista que valida el transmisionismo como manera de aprender. Así, un docente que desarrolla su clase de forma tradicional, donde la única actividad que está presente es el brindar teoría a través del tablero, y el papel de los estudiantes consiste en consignar dicha información en su cuaderno, pertenece al nivel acrítico; básicamente en el aula de clases no hay actividades procedimentales, no hay actividades en equipo o que promuevan la creatividad. Las actividades de los libros de texto son obligatorias y fundamentalmente son el desarrollo de problemas que están allí propuestos. Las actividades están estructuradas y previamente organizadas, por lo que no hay espacio para tener en cuenta las ideas de los estudiantes.

El Nivel de formulación reflexivo lógico

La perspectiva reflexiva de orden lógico está asociada con la selección y ejecución de actividades atadas a la validación de desarrollos conceptuales a partir de la interpretación de las definiciones del mundo de la electricidad, ya sea de los libros de texto o de las guías de laboratorio. En este sentido hay un nivel de complejidad respecto al nivel acrítico por cuanto se permitiría como actividad que los estudiantes eventualmente discutan con el conocimiento físico, sin embargo esta apertura se vincula con un falso constructivismo interpretativo, pues en general lo que se hace es obedecer las instrucciones del profesor.

Ahora bien, en este nivel se incluyen las actividades de corte procedimental, principalmente asociadas al desarrollo de laboratorios, los cuales también son obligatorios y obedecen a una perspectiva didáctica que valida la teoría como fuente de la práctica, por ello procesos como la observación y la medición en atención a las instrucciones preestablecidas son requisito de este tipo de actividad. Por tanto, están preestablecidas con posibilidades mínimas de ser modificadas.

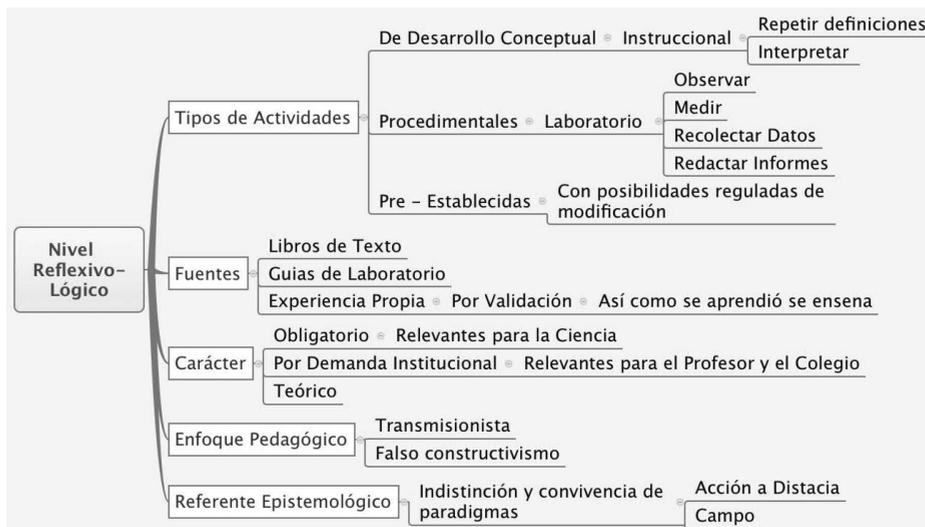


Figura 2. Nivel de formulación reflexivo lógico

En este sentido, sirven como fuentes en el desarrollo de actividades, tanto los libros de texto y las guías de laboratorio como la experiencia propia de aprendizaje del profesor, aspecto que se valida aplicando una lógica causal: tal como me lo enseñaron, así lo enseñé. Esta perspectiva tiene un carácter fundamentalmente teórico, en donde las actividades se hacen importantes para la física pero no necesariamente para los estudiantes, y atiende demandas institucionales que resultan relevantes para el profesor.

Por último, en este nivel (figura 2) se asocia a esta perspectiva un enfoque epistemológico que no distingue diferencias conceptuales entre la acción a distancia y el campo, como formas de interpretar fenómenos eléctricos.

El Nivel de formulación innovador

En el nivel innovador, el docente escoge las actividades que va a desarrollar teniendo en cuenta los intereses de los estudiantes. Son «Actividades relacionadas con la actitud e interés frente al área». Cuando las actividades se desarrollan teniendo en cuenta estos aspectos, el docente debe dar paso a la formulación de hipótesis por parte de los estudiantes, y al desarrollo de actividades de reflexión en ellos que promuevan sus propios procesos de aprendizaje. Así, el desarrollo conceptual no necesariamente está atado a la repetición de definiciones del campo eléctrico o a resolver ecuaciones, sino al planteamiento de preguntas y a procesos mentales como la predicción, la formulación de procedimientos y la reflexión de resultados. Aún así, en este nivel no se insiste en la formulación última de explicaciones o el consenso de las mismas en el grupo, más bien al desarrollo individual de las capacidades cognitivas vía los procesos mencionados. Por ello, las actividades procedimentales y actitudinales procuran el trabajo en equipo y la proposición de ideas, principalmente atendiendo a los contextos y negándose a ser preestablecidas u obligatorias.



Figura 3. Nivel de formulación innovador

En este nivel (figura 3) las fuentes de actividades son los intereses de explicación de los estudiantes, la necesidad de satisfacer sus preguntas, ya sea sobre el funcionamiento de artefactos o sobre fenómenos eléctricos (rayo, electrización por

fricción, por inducción, etc.). Adicionalmente, existe una fuente de construcción de las actividades: la experiencia propia del profesor reflexionada a la manera de contrastación con las perspectivas de enseñanza que no le dan ningún rol al estudiante, es decir, que atienden a una lógica de negación del conductismo y del direccionamiento de las acciones del estudiante. Aspecto que se relaciona consistentemente con una perspectiva pedagógica de descubrimiento de corte espontaneista, que da valor a la experimentación en la explicación de fenómenos, y que también discute la coexistencia paradigmática (acción a distancia vs. campo) que fundamenta las interpretaciones.

El Nivel de formulación integrador

Aunque es importante que el docente tenga en cuenta los intereses de los estudiantes, en este nivel debe integrarlos con la perspectiva pedagógica constructivista, por ello las actividades no están establecidas por los libros. Asimismo, las actividades procedimentales ahora surgen de la necesidad de explicar tanto preguntas de los estudiantes como del profesor, las cuales pueden ser construidas de manera consensual en atención a los contextos.

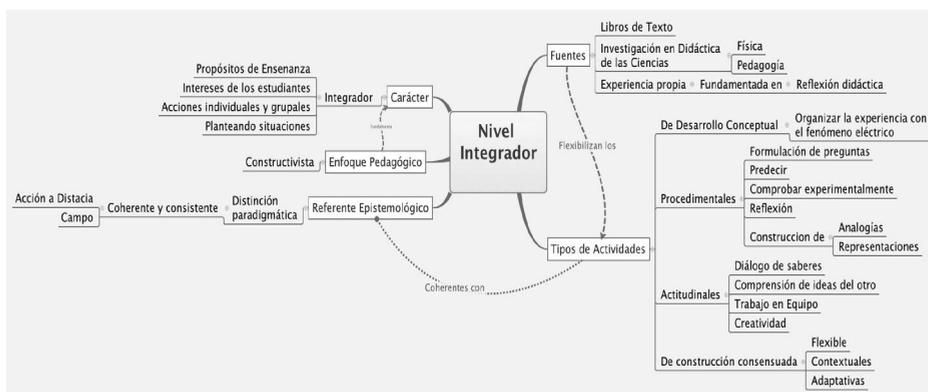


Figura 4. Nivel de formulación integrador

En este nivel (figura 4) el desarrollo conceptual responde a la necesidad de organizar la experiencia de aprendizaje en la que se atienden las preguntas, los procesos mentales y las actitudes como el diálogo de saberes y la comprensión de las ideas del otro. Para ello, el enfoque constructivista alimenta consistentemente la integración de intereses y la posibilidad de tener flexibilidad en el desarrollo de

actividades. Asimismo, se hace consistente la necesidad de una distinción coherente de los enfoques paradigmáticos entre acción a distancia y teoría de campo.

Conclusiones

Se coincide en este trabajo con los presupuestos de Sanmartí (2000) en el sentido de que no le es tampoco coherente a la didáctica la generación de leyes de la didáctica (Joshua y Dupin, 1993), y mucho menos la prescripción de perspectivas únicas en el desarrollo de actividades y tareas en la clase. En este sentido, el conocimiento didáctico del profesor de física –que tiene a la base una epistemología polifónica (Perafán, 2004) y se reconoce también polifónico en su caracterización– se debe relacionar con los presupuestos del CDC en el sentido en que posibilite la transformación del contenido físico en un contenido comprensible por parte de los estudiantes.

La construcción de la hipótesis de progresión se revela como referente para la investigación en didáctica de la física, así como para la formación de profesores de física. Así, la idea de progresión de lo simple a lo complejo no se propone como único camino a recorrer, sino como panorama posible para las categorías construidas. Sin embargo, debe reconocerse que a la base de esta perspectiva de progresión se encuentra una reflexión necesaria sobre la orientación pedagógica que se asume, en particular la necesidad de cuestionar los principios del conductismo en la búsqueda por un enfoque de orden constructivista.

Referencias

- Arons, A. (1990). *A Guide to introductory physics teaching*, pp. 68-69. New York.
- Bar, V.; Zinn, B. & Rubin, E. (1997). Children's ideas about action at a distance. In: *International Journal of Science Education*, 19(10), pp. 1137-1157. DOI: 10.1080/0950069970191003.
- Cañal, P. (2000). El análisis didáctico de la dinámica del aula: Tareas, actividades y estrategias de enseñanza. En: *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, pp. 209-237. Alcoy: Marfil.
- Cudmani, L. y Fontdevilla, P. (1989). Física básica: A organização de conteúdos no ensino-aprendizagem do electromagnetismo. Em: *Caderno Caterinense de Ensino de Física*, 6, pp. 196-210.

Domínguez, M. E. y Moreira, M. A. (1988). Significados atribuidos aos conceitos de campo elétrico e potencial elétrico por estudantes de física general. Em: *Revista de Ensino de Física*, 10, pp. 67-81.

Driver, R. y Oldham, V. (1986). A constructivist approach to curriculum development in science. In: *Studies in Science Education*, 13, pp. 105-122.

Etkina, E. (2010). Physics Pedagogical Content Knowledge and preparation of high school physics teachers. In: *Physics Education Research* 6, 020110(26).

Etkina, E. y Van Heuvelen (2006). *Active Learning Guide*. San Francisco: Pearson Education.

Furió, C. y Guisasola, J. (1993). ¿Puede ayudar la historia de la ciencia a entender por qué los estudiantes no comprenden los conceptos de carga y potencial eléctricos? En: *Revista Española de Física*, 7(3), pp. 46-50.

Galili, I. (1993). Weight and gravity: teacher 'ambiguity and students' confusion about the concepts. In: *International Journal of Science Education*, 15(2), pp. 149-162.

Galili, I. (1995). 'Mechanics background influences students' conceptions in electromagnetism. In: *International Journal of Science Education*, 3, pp. 371-387.

García, J. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Diada.

Giancoli, D. (1998). *Física General Volumen II*. México: Prentice Hall Hispanoamericana, S.A.

Gil D.; Carrascosa, J. y Martínez F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimiento. En: *Revista Educación y Pedagogía*, (11)25. Medellín.

Gil, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. & Martínez Torregrosa, J. (1991). *La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria*. Barcelona: Horsori.

Gil, D.; Furió, C.; Valdés, P.; Salinas, J.; Martínez, J.; Guisasola, J.; González, E.; Dumas, A.; Goffard, M. & Pessoa, A. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? En: *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), pp. 311-320.

Hewitt, P. (1999). *Física Conceptual. Serie AWLI*. Addison Wesley Longman. México: Pearson.

Johsua, S. y Dupin, J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: PUF.

Martin, J. y Solbes, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de *campo* en Física. En: *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), pp. 393-40.

Meneses, J. y Caballero, M. (1995). Secuencia de enseñanza sobre el electromagnetismo. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 13(1), pp. 36-45.

Morales, I. e Infante, E. (2005). *Física 2*. Bogotá: Editorial Norma.

Nardi, R. y Carvalho, A. M. (1990). A Gênese, a psicogênese e a aprendizagem do conceito de campo: subsídios para a construção do ensinodesseconceito. Em: *Caderno Caterinense de Ensino de Física*, 7, pp. 47-69.

Nardi, R. (1994). História da ciência x aprendizagem: algumas semelhanças detectadas a partir de um estudo psicogenético sobre as idéias que evoluem para a noção de campo de força. Em: *Enseñanza de las Ciencias*, 12(1), pp. 101-106.

Perafán, G. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Tesis Doctoral. Bogotá, Colombia: UPN.

Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Díada.

Reyes, J. (2010). Tendencias en investigación en el Conocimiento Pedagógico de Contenido de profesores de física en formación inicial. En: *Revista de Enseñanza de la Física*, (23)1 y 2, pp. 7-20.

Reyes, L. y Martínez, C. (2011). Conocimiento Didáctico del Contenido en profesores de física en formación inicial. En: *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Número Extraordinario.

Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En: F. Perales y L. Cañal. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Colección Ciencias de la Educación. España: Editorial Marfil.

Shulman, L. S. (1984). The missing paradigm in research on teaching. En: *Research and development Center for teacher education*. Austin.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. In: *Educational Researcher*, 15(2), pp. 4-14.

Shulman, L. S. (1986). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: Una perspectiva contemporánea. En: M. C. Wittrock

(Comp.). *La Investigación en la Enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.

Sneider, C. I. y Ohadi, M. (1998). Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity. In: *Science Education*, 82(2), pp. 265-284.

Törnkvist, K.; Peterson, A. y Tranströmer, G. (1993). Confusion by representation: On student's comprehension of the electric field concept. In: *American Journal of Physics*, 61(4), pp. 335-338.

Villegas, R. y Ramírez, R. (1998). *Galaxia Física 11*. Bogotá: Voluntad.

Watts, M. (1982) ¡Gravity don' t take for granted! In: *Physics Education*, 17, pp. 116-121.

Wittrock, M. (1997). *La investigación de la enseñanza, II. Métodos cualitativos y de observación*. Barcelona: Paidós.

Zalamea, E.; Rodríguez, J. y Paris, R. (2001). *Física 10*. Bogotá: Educar Editores.

Zitzewitz, P.; Neff, R. y Davids, M. (1995). *Física. Principios y Problemas 2*. Bogotá: Mc Graw Hill.

Sobre los autores

Carmen Alicia Martínez Rivera

Es Doctora en Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales de la Universidad de Sevilla. Magistra en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional y Licenciada en Química de la misma Universidad. Vinculada al Doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, como profesora titular. Entre sus líneas de investigación se encuentran: Modelos alternativos en la Enseñanza de las Ciencias, El Conocimiento Profesional de los Profesores de ciencias, El Conocimiento Escolar y Formación de profesores de ciencias e hipótesis curriculares. Actualmente es directora del Grupo de Investigación en Didáctica de las Ciencias e integrante del grupo INTERCITEC (Interculturalidad, Ciencia y Tecnología).

Maria Mercedes Jiménez Narváez

Licenciada en Biología, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Especialista en ecología, medio ambiente y desarrollo de la Universidad Incca de Colombia, es especialista en docencia universitaria de la Universidad Santo Tomás. También es Magister en Educación y Doctora en Educación de la Universidad de Antioquia. Actualmente se desempeña como profesora de tiempo completo de la Universidad de Antioquia, vinculada desde el 2006, adscrita al Departamento de Enseñanza de las Ciencias y las Artes, específicamente en la Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. También apoya cursos en postgrado en la Maestría en Educación que se ofrece para las regiones

de Antioquia, y la primera cohorte de la Maestría en Educación en Ciencias, de la misma Facultad de Educación. La línea de investigación que trabaja se denomina: formación de profesores de ciencias y matemáticas y pertenece al Grupo de Investigación GECEM.

Alba Yolima Obregoso Rodríguez

Docente de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, Licenciada en Biología, Especialista en Enseñanza de la Biología y Magister en Educación. Con experiencia en la formación de futuros licenciados en temas relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias naturales y su didáctica específica, especialmente con niños y niñas en el nivel educativo de básica primaria. A partir de lo anterior, he venido trabajando en los últimos años en lo concerniente a caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido de las Ciencias Naturales de los y las educadoras infantiles en formación que desarrollan sus prácticas en dichos contextos.

Yolanda Catalina Vallejo Ovalle

Es Magister en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, Especialista en Enseñanza de la Biología de la Universidad Pedagógica Nacional y Licenciada en Biología de la Universidad Pedagógica nacional. Actualmente es Docente e investigadora en el Departamento de Biología de la Universidad Pedagógica Nacional. En las áreas de Pedagogía, didáctica de las ciencias e investigación en educación.

Édgar Orlay Valbuena Ussa

Es Licenciado en Biología de la Universidad Pedagógica Nacional, Magister en Biología de la Universidad de los Andes y Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad Complutense de Madrid. Se desempeña como profesor investigador en la Universidad Pedagógica Nacional; las líneas de investigación en las cuales tiene experiencia son: la formación de profesores, el conocimiento escolar, el conocimiento profesional del profesor de ciencias, los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencia, la enseñanza de la Biología, y el estado del arte en la Biología. Correo electrónico: valbuena@pedagogica.edu.co

Soraya Hamed Al-lal

La profesora Soraya Hamed Al-Lal es docente en el Departamento Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales el cual está adscrito a la facultad de ciencias de la educación de la Universidad de Sevilla. Vinculada al proyecto de investigación: La Progresión del Conocimiento Didáctico de los Futuros Maestros en un Curso Basado en la Investigación y en la Interacción con una Enseñanza Innovadora de las Ciencias.

Ana Rivero García

Profesora Titular de Universidad de Sevilla. Licenciada en Biología y Doctora en Filosofía y Ciencias de la Educación. Investigadora del grupo de investigación Didáctica e Investigación Escolar. Amplia experiencia docente en formación inicial y doctoral de profesores de ciencias e investigadora en Didáctica de las Ciencias, en el marco del proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar). Publicaciones científicas en torno al conocimiento profesional y conocimiento escolar entre los que cabe mencionar a modo de ejemplo los siguientes títulos: El conocimiento de los profesores, La relación teoría-práctica en la formación permanente del profesorado, El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje, Áreas de Investigación Profesional: una propuesta para organizar el contenido de la formación del profesorado, los obstáculos Les à la Formation Professionnelle des professeurs rapport avec leurs idées sur la science, de l'enseignement et de l'apprentissage.

Emilio Solís Ramírez

Es Licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Granada (España) y Doctor en Ciencias de la Educación por la Universidad de Sevilla (España). Profesor del Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Sevilla. Miembro del grupo de investigación de Investigación DIE (Didáctica e Investigación Escolar) y del colectivo iberoamericano de profesoras/es Red IRES (Investigación y Renovación Escolar). Líneas de investigación: formación del profesorado de ciencias, tanto de Educación Primaria como de Educación Secundaria. Autor de una treintena de artículos y varios capítulos de libros.

Jaime Duván Reyes Roncancio

Es Licenciado en Física. Magister en Docencia de la Física. Candidato a Doctor en Educación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Docente universitario de física, matemáticas y didáctica de la física en programas de formación inicial y posgradual de profesores de ciencias.

Investigador en enseñanza de las ciencias y formación de profesores en la línea de conocimiento de los profesores y conocimiento didáctico del profesor en formación. Docente asociado de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en donde desempeña labores investigación y docencia en el Proyecto Curricular de Licenciatura en Física y en la Maestría en Educación de la Facultad de Ciencias y Educación



Este libro fue compuesto en caracteres
Optima y Trebuchet MS.
Impreso en los talleres de Javegraf.
Bogotá, Colombia, 2013

Martínez Rivera, Carmen Alicia

Conocimiento profesional del profesor de ciencias de
Primaria y conocimiento escolar / Carmen Alicia Martínez
Rivera, Edgar Valbuena Ussa. -- Bogotá : Universidad Distrital
Francisco José de Caldas, 2013.

205p. ; 24 cm. -- (Serie grupos)

ISBN 978-958-8832-43-2 / ISBN digital 978-958-8832-44-9

1. Formación profesional de maestros 2. Ciencias -
Enseñanza preescolar 3. Ciencias - Enseñanza primaria 4.
Calidad de la educación 5. Pedagogía I. Valbuena Ussa, Édgar
Orlay II. Tít. III. Serie.

371.1 cd 21 ed.

A1433021

CEP-Banco de la República-Biblioteca Luis Ángel Arango



Este libro compila algunos estudios que, a modo de antecedentes, se señalan en el marco de la investigación El conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar en el Distrito Capital, realizada con el apoyo del Departamento Administrativo de Ciencias, Tecnología e Innovación COL-CIENCIAS y las universidades Distrital Francisco José de Caldas y Pedagógica Nacional.

Se presentan los resultados de tres grupos de investigación colombianos (Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de Antioquia) y uno Español (Universidad de Sevilla), en relación con el Conocimiento Profesional del Profesorado (CPP) de Ciencias de Primaria y el conocimiento escolar, utilizando una propuesta didáctica conocida como «Hipótesis de Progresión». De esta manera se aporta a la revisión de antecedentes relacionados con el conocimiento del profesor de primaria, tanto en docentes en ejercicio como en formación inicial, así como a la reflexión sobre el conocimiento escolar, en particular respecto a la construcción de Hipótesis de Progresión.

No. 8 Serie Grupos



FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN
UNIVERSIDAD DISTRITAL