

Conocimiento y emociones del profesorado



Colección
Investigar en el Aula

Coordinadores
Gerardo Andrés Perafán Echeverri
Edelmira Badillo Jiménez
Agustín Adúriz-Bravo

EDITORIAL
aula 
TE INVITAMOS

Conocimiento y
emociones del profesorado
Contribuciones para su desarrollo
e implicaciones didácticas

Conocimiento y
emociones del profesorado
Contribuciones para su desarrollo
e implicaciones didácticas

Coordinadores

Gerardo Andrés Perafán Echeverri

Edelmira Badillo Jiménez

Agustín Adúriz-Bravo

EDITORIAL
aula 
DE HUMANIDADES

Conocimiento y emociones del profesorado. Contribuciones para su desarrollo e implicaciones didácticas / Gerardo Andrés Perafán Echeverri, Coordinador, Edelmira Badillo Jiménez, Coordinadora, Agustín Adúriz-Bravo, Coordinador; Germán Vargas Guillén, Director Víctor Eligio Espinosa Galán, Editor Literario. – 1ª ed. – Bogotá: Editorial Aula de Humanidades, 2016

Páginas 326

ISBN: 978-958-59419-0-8

Incluye: Referencias Bibliográficas

Incluye: índice de Temas.

1. Metodología de la Enseñanza 2. Enseñanza - Aprendizaje 3. Pedagogía. 4. Práctica Docente.
5. Proceso Enseñanza - Aprendizaje 6. Educación – Investigaciones. 7. Metodología de la Investigación.
8. Formación Profesional de Maestros. I. Perafán Echeverri, Gerardo Andrés, coordinador. II. Badillo Jiménez, Edelmira, coordinadora. III. Adúriz-Bravo, Agustín, coordinador. IV. Vargas Guillén, Germán, director. V. Espinosa Galán. Víctor Eligio, editor literario.

371.3 cd. 21 ed.

ISBN 978-958-59419-0-8

© Editorial Aula de Humanidades, S.A.S

© Gerardo Andrés Perafán Echeverri, Edelmira Badillo Jiménez, Agustín Adúriz-Bravo.

Primera edición, 2016

Editorial Aula de Humanidades

Dr. Germán Vargas Guillén

Director

info@editorialhumanidades.com

Víctor Eligio Espinosa Galán

Editor Literario

Camilo Cárdenas

Asistente Editorial

www.editorialhumanidades.com

Este libro fue evaluado y aprobado

para publicación mediante un proceso de arbitraje en la modalidad de “doble ciego”

Corrección de estilo: Camilo Cuéllar

Diseño y diagramación: Lápiz Blanco

Ilustraciones del libro elaboradas para esta edición por Daniel Alejandro Perafán Del Campo

Hecho el depósito legal que ordena la Ley 44 de 1993 y su decreto reglamentario 460 de 1995

Contenido

Presentación.....	9
Capítulo 1	
Empoderamiento docente: la práctica docente más allá de la didáctica... ¿qué papel juega el saber en una transformación educativa?	17
<i>Ricardo Cantoral, Daniela Reyes-Gasperini, Gisela Montiel</i>	
Capítulo 2	
Las emociones en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en secundaria	45
<i>Ana Belén Borrachero Cortés, Emilio Costillo Borrego y Vicente Mellado Jiménez</i>	
Capítulo 3	
El conocimiento profesional docente específico asociado a categorías particulares. Fundamentación con estudio de caso.....	65
<i>Gerardo Andrés Perafán Echeverri</i>	

Capítulo 4

Conocimiento profesional específico del profesor de tecnología e informática sobre el concepto de tecnología.....97

Jorge Mario Ortega Iglesias

Capítulo 5

Aspectos generales y primeros avances para el encuadre de una investigación sobre el conocimiento profesional específico del profesorado de química asociado a la noción de nomenclatura química.....133

Gerardo Andrés Perafán Echeverri, Fredy Mauricio Tinjacá Benítez

Capítulo 6

Una mirada a la complejidad del conocimiento de las profesoras y profesores de ciencias, desde la propuesta de ejes DOC: Dinamizadores, Obstáculo y Cuestionamiento155

Alicia Martínez Rivera

Capítulo 7

¿Cómo incidir en el conocimiento didáctico del contenido?: análisis de una intervención formativa en maestros de matemáticas en ejercicio?185

Edelmira Badillo, Isabel Moreno, Digna Couso

Capítulo 8

Enseñar matemáticas y aprender a mirar de forma profesional la enseñanza. (Del análisis del conocimiento y práctica del profesor al desarrollo de la competencia docente mirar profesionalmente).....211

Salvador Llinares

Capítulo 9

La competencia en análisis didáctico. Una mirada desde el enfoque ontosemiótico239

Vicenç Font, Marta Adán, Norma Rubio, Susana Ferreres

Capítulo 10	
Elaboración de unidades didácticas competenciales en la formación profesional del profesorado de ciencias	265
<i>Digna Couso y Agustín Adúriz-Bravo</i>	
Capítulo 11	
Evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en ciencias. Un estudio de caso en la educación primaria	287
<i>Francisco J. Ruiz O, Conxita Márquez B, Oscar E. Tamayo A.</i>	
Índice de temas	309

Presentación

Una de las ideas centrales de este libro es que las disciplinas científicas educativas, que estudian fenómenos epistemológicos, didácticos y pedagógicos ligados al saber, se encuentran en búsqueda continua de trayectos oportunos para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. Lo anterior presupone, por una parte, una preocupación sostenida respecto al problema de la fundamentación y el desarrollo de la profesión docente a partir de la determinación de la naturaleza, la estructura y la dinámica del conocimiento que la hace posible; por otra parte, una búsqueda permanente de las posibilidades narrativas, epistemológicas, didácticas y pedagógicas que hacen posible el desarrollo de dicho conocimiento con miras al fortalecimiento tanto de la profesión docente en general como de los docentes en particular y, por último, un trabajo de campo comprometido con la identificación o postulación de posibles vías de formación inicial y permanente de docentes basada en los desarrollos teóricos y prácticos emanados de las búsquedas ya indicadas.

Siendo así, presentamos una compilación de artículos dedicados al estudio del desarrollo profesional docente que, en su mayoría, apuntan a identificar, caracterizar y comprender, en una perspectiva contemporánea, el conocimiento del profesor como factor de desarrollo de la profesión docente. De manera transversal, estos artículos reconocen que el saber escolar mantiene unas diferencias epistemológicas fundamentales con los saberes de otras disciplinas y que, por lo tanto, requiere para su comprensión y evolución teorías alternativas en función de lograr una caracterización centrada en su propia condición. La

variedad de estas teorías alternativas no puede más que enriquecer el debate, razón por la cual nos ha parecido importante compartir algunas de ellas, las cuales nos parece que mantienen alguna relevancia actual, y que quedan consignadas en la variedad y variación de los capítulos que conforman este libro. El orden en el que aparecen los diferentes capítulos en este libro obedece, fundamentalmente, a una estructura que nos ha parecido lógica en un sentido más bien clásico. En efecto, presentamos primero los capítulos que continúan la discusión epistemológica sobre la naturaleza y dinámica del conocimiento que mantiene el profesorado, incluido un interesante estudio que vincula las emociones, y el conocimiento sobre las mismas, al conjunto de saberes básicos que debe mantener un docente; en segundo lugar, los capítulos que se refieren a las posibilidades didácticas del desarrollo del conocimiento del profesor; y por último, aquellos capítulos en los que se proponen desarrollos específicos para favorecer la cualificación de la enseñanza y el aprendizaje, derivados de tomas de posición sobre la naturaleza del conocimiento en mención y su posible uso, lo que concluye en la identificación de algunas competencias posibles para ser perfeccionadas en el profesorado.

De esta manera, en el primer capítulo compartimos uno de los más recientes estudios referente a la profesionalización docente desde la teoría socioepistemológica: el proceso de empoderamiento docente. Los lectores apreciarán cómo un fenómeno típicamente social, entrelazado con una mirada socioepistemológica de las matemáticas que pone en el centro a la problematización del saber matemático escolar, promueve un cambio en relación con el saber por parte del docente, a fin de impulsar una transformación educativa.

El capítulo segundo presenta un estudio que muestra las emociones del profesorado como uno de los tipos de saber que mantienen los docentes, lo que supone una invitación a ampliar nuestra comprensión de la noción de conocimiento del profesorado superando la tendencia a reducirlo a procesos estrictamente cognitivos, para comprender las emociones, tanto negativas como positivas, como un ámbito determinante en la toma de decisiones no sólo en el aula, sino también en todo el sistema educativo.

Los tres capítulos siguientes presentan algunos desarrollos tanto epistemológicos y metodológicos como prácticos, relacionados con la construcción y aplicación de la categoría *Conocimiento Profesional Docente Específico asociado*

a *Categorías Particulares*. Esta categoría tiene como encuadre el programa de investigación sobre el pensamiento y el conocimiento del profesor y, en particular, la categoría conocimiento profesional dominante, identificada y definida por Porlán y Rivero (1998)¹ como el resultado de yuxtaponer cuatro tipos de saberes de naturaleza y orígenes diferentes. En consecuencia, la emergencia de la categoría en mención ha supuesto una resignificación de los cuatro saberes constitutivos de la misma y de los estatutos epistemológicos respectivos. Por otra parte, en estos tres capítulos se presentan algunos resultados provenientes de estudios de caso, en los que se muestra la aplicabilidad y viabilidad de la categoría *Conocimiento Profesional Docente Específico Asociado a Categorías Particulares* como una potente herramienta para analizar, comprender e interpretar los aportes específicos que realiza el profesorado en el proceso de construcción de las nociones que se enseñan en la escuela. Dichas nociones son entendidas como verdaderas construcciones epistemológicas producto de la actividad intelectual y de enseñanza del profesorado.

En el capítulo sexto se presenta una propuesta llamada ejes DOC, que comprende tres categorías de análisis, a través de las cuales la autora pretende acercarnos a la comprensión de la complejidad del conocimiento del profesor, en tanto estas permiten identificar conceptos, actitudes o procedimientos referidos a los distintos momentos de dicho conocimiento. Desde esta propuesta de ejes DOC, y en relación con la hipótesis de progresión del conocimiento del profesor sobre el conocimiento escolar, elaborada sobre la base del proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar) de la Universidad de Sevilla, la autora señala la complejidad del conocimiento del profesor, en particular entorno al conocimiento escolar, para el que considera las categorías: Contenidos Escolares, Fuentes y Criterios de Selección de los mismos; Referentes; y Criterios de Validez del conocimiento escolar.

En el capítulo siete, se analiza la mejora del conocimiento didáctico del contenido (CDC) de maestros en ejercicio que participan en una intervención de desarrollo profesional en la escuela basada en resultados de investigación educativa. Los resultados muestran cómo diferentes estrategias formativas (uso de

1 Porlán, A. R. y Rivero, G. A. (1998). El conocimiento de los profesores. Sevilla: Díada

materiales ejemplares, observación de clases-modelo, análisis didáctico de vídeo-episodios de aula, discusión conjunta) tienen diferente impacto en el CDC de los maestros, así como la influencia de un cierto engranaje de las mismas más que de su uso aislado para la transformación de la práctica educativa. A su vez, quedan abiertas cuestiones que invitan a una mayor reflexión sobre el tema.

En el capítulo ocho se presenta un trabajo que describe una posible forma de vinculación de algunos resultados de las investigaciones sobre el conocimiento del profesor al desarrollo de una competencia docente específica considerada muy importante para la enseñanza. Se trata de la competencia “mirar profesionalmente”, que consiste básicamente en la determinación del conocimiento necesario para enseñar y de las condiciones de uso del mismo para identificar lo que puede ser relevante en una situación de enseñanza, dotando dicho conocimiento de sentido a partir de unos objetivos específicos.

En un giro respecto del conocimiento del profesorado, pero por su importancia en los debates contemporáneos, en el capítulo noveno se argumenta que la competencia en análisis didáctico de procesos de instrucción es una competencia profesional esencial para que el futuro profesor de matemáticas de secundaria pueda evaluar y desarrollar la competencia matemática de sus alumnos. Se caracteriza dicha competencia y se explica que, para investigar sobre su desarrollo y evaluación, se ha tomado, como principal referente teórico, el modelo de análisis didáctico propuesto por el enfoque ontosemiótico. Se explica brevemente este modelo y se comentan tres investigaciones relacionadas con el desarrollo y evaluación de la competencia en análisis didáctico, en las que se han utilizado algunos de los niveles de análisis didáctico propuesto por este enfoque.

En este mismo sentido, en el capítulo diez se incluye un valioso trabajo que fundamenta una propuesta concreta para la elaboración de unidades didácticas de ciencias de carácter competencial. El capítulo desarrolla una guía completa acerca de cómo elaborar estas unidades, con el fin de que los profesores puedan contar con el criterio suficiente para designar los contenidos a enseñar, de modo que sirvan a un fin competencial, es decir, que puedan relacionarse con un contexto de relevancia para los alumnos y con una actuación en el mundo que desarrolle la competencia científica y también las competencias básicas del alumnado.

Por último, se presenta un estudio respecto a la influencia de un proceso de reflexión crítica sobre argumentación, en el pensamiento y en las prácticas de aula, de docentes de educación primaria.

En este orden de ideas, la presente obra constituye una potente actualización de las problemáticas y métodos relacionados con el programa internacional de investigación sobre el conocimiento del profesor. Muestra perspectivas innovadoras para comprender las emociones y el conocimiento del profesor como un objeto complejo que requiere de la determinación de un campo intelectual y conceptual emergente. Está dirigida, fundamentalmente, a los profesores como sujetos activos e inalienables del sistema de enseñanza, a didactas y pedagogos interesados en la reivindicación de la profesión docente y los investigadores del campo de la enseñanza que saben que el profesor es un sujeto inalienable del proceso de producción del saber escolar. Su lectura provee no sólo de un mapa amplio sobre los diferentes desarrollos que se vienen dando en el ámbito internacional en torno a las emociones y el conocimiento del profesor, sino que además permite apropiarse de conceptos, categorías y métodos a quienes estén interesados en contribuir con sus investigaciones al esclarecimiento y consolidación del campo emergente al que se hace referencia.



Capítulo 1

Empoderamiento docente: la práctica docente más allá de la didáctica... ¿qué papel juega el saber en una transformación educativa?

Ricardo Cantoral,²

Daniela Reyes-Gasperini,³

Gisela Montiel⁴

² Centro de Investigación y de Estudios Avanzados. Correo electrónico: rcantor@cinvestav.mx

³ Instituto Politécnico Nacional, CICATA Legaria. Correo electrónico: dreyes@cinvestav.mx

⁴ Instituto Politécnico Nacional, CICATA Legaria. Correo electrónico: gmontiel@ipn.mx

Resumen

La matemática educativa, de origen latinoamericano y alcance mundial, concebida como disciplina científica que estudia fenómenos didácticos ligados al saber matemático, se encuentra en búsqueda continua de trayectos oportunos para la mejora en los procesos de enseñanza y de aprendizaje de las matemáticas. En este capítulo compartimos uno de los más recientes estudios referente al desarrollo profesional docente desde la teoría socioepistemológica: el proceso de empoderamiento docente. Los lectores apreciarán cómo un fenómeno típicamente social, entrelazado con una mirada socioepistemológica de las matemáticas que pone en el centro a la *problematización del saber matemático escolar*, promueve un cambio en la relación al saber por parte del docente, a fin de impulsar una transformación educativa.

Introducción

La investigación científica en matemática educativa se ocupa de brindar una respuesta ante situaciones específicas de la sociedad ligadas a las problemáticas propias de la dialéctica enseñanza–aprendizaje de las matemáticas. Mientras que la pregunta *best-seller* de los años noventa fue sin duda el *cómo* enseñar mediante diversas estrategias didácticas que pudieran hacer más accesible la comprensión de ciertos conocimientos matemáticos a los estudiantes de diferentes niveles educativos, la teoría socioepistemológica se planteó otras interrogantes: *¿qué* es lo que estamos enseñando?, *¿qué* es aquello que nuestros estudiantes están aprendiendo? Es decir, se propuso desde sus comienzos estudiar y discutir sobre la *naturaleza del saber matemático* y desde allí, reflexionar seriamente sobre el *saber matemático escolar*.

Ahora bien, en cuanto a la práctica docente ¿qué se estudia en esta línea de investigación? He aquí la repetición de la historia: mientras que las corrientes clásicas analizan, con o sin el profesor, las tareas que los docentes usan en clase, las interacciones didácticas que tienen los estudiantes y sus profesores, la competencia puesta en juego para resolver problemas matemáticos, el conocimiento de los profesores sobre cómo los estudiantes piensan, conocen o aprenden un

contenido matemático específico, entre muchas otras, la socioepistemología se preguntó: ¿cuál y cómo es la relación al saber de parte del profesor de matemáticas en una relación didáctica? Una vez más, como era de esperarse, el saber matemático adquirió mayor protagonismo en nuestro camino.

La matemática educativa se propone, desde sus inicios, un objetivo mayor e impostergable: *alcanzar una democratización del aprendizaje de las matemáticas*, esto es, “que ningún ciudadano se quede atrás”. Uno de los medios para lograrlo consiste en aceptar un cambio de centración que va de la *mirada platónica*, focalizada en objetos abstractos ajenos a la realidad, a una *visión socioepistemológica* que asume a las *prácticas sociales* como la base misma de la construcción de significado en matemáticas. Esto precisó de numerosas reestructuraciones teóricas y prácticas al nivel del sistema educativo, una de las cuales, que consideramos fundamental y de la que tratamos intensamente en el presente escrito, es el asunto *del desarrollo profesional docente en el campo de las matemáticas*. Nuestro eje de estudio considera una articulación indispensable entre tres elementos teóricos: la funcionalidad del *saber matemático* sobre la proporcionalidad (noción transversal en el sistema educativo y de alto valor práctico en la vida cotidiana), el constructo teórico de *empoderamiento docente* y la noción misma de *espacio áulico* que plantea la socioepistemología (el aula extendida). Con base en dicha articulación, tejimos un entramado conceptual a fin de mostrar que el *empoderamiento docente desde una visión socioepistemológica*, es un proceso que estudia a la profesionalización, *problematizando* al saber matemático. Es un cambio posible, pues lo mostró la propia experiencia detrabajar conjuntamente con docentes de educación secundaria en el marco de un programa institucional. Nuestra misión entonces, como investigadores en activo, fue la de explicar teóricamente aquello que la empiria nos mostraba y que posteriormente reproducimos en diversas regiones de México con más de 500 docentes en Oaxaca, Hidalgo, Puebla, Querétaro y Zacatecas.

Los lectores podrán encontrar en estas páginas elementos que facilitaron una reflexión profunda sobre el fenómeno de empoderamiento, enfatizando los caminos futuros. Se podrán encontrar ejemplos en detalle en Reyes-Gasperini (2011), Reyes-Gasperini y Cantoral (2014), Reyes-Gasperini, Cantoral y Montiel (2013), donde se explicita cómo el *empoderamiento*, a causa de un cambio de relación al saber por parte del docente, le brinda al docente la libertad

de privilegiar la actividad situada del que aprende, su contexto de significación; le permite además el reconocer las distintas formas de argumentación que favorecen diversas racionalidades contextualizadas, y en ese sentido, propiciar la naturaleza funcional del saber, dotarlo de valor de uso. En síntesis, esto favorece un proceso de *resignificación* progresiva del que aprende inmerso en marcos referenciales diversos.

Invitamos a los lectores de este capítulo a transitar por el camino recorrido por los autores, relativo al estudio de un fenómeno enmarcado en la línea del desarrollo profesional docente: el *empoderamiento*. ¿Por qué empoderar al docente? ¿En qué sentido se habla de empoderarlo? ¿Cuáles son los vínculos entre empoderamiento y saber matemático? ¿Cómo sabremos que está inmerso en un proceso de empoderamiento? Estas y otras preguntas son abordadas en este capítulo.

¿Por qué dar vuelta la mirada hacia el saber matemático?

Para la investigación, es válido preguntarse cómo hacer más accesible un conocimiento matemático, ya sea poniendo el foco en los docentes en cuanto a las estrategias didácticas utilizadas para su enseñanza, o centrándonos en los estudiantes y el estudio de sus respuestas. Por tanto, la pregunta parece natural: ¿por qué esta vuelta de mirada y no continuar con la centración en las interacciones del docente con el estudiante?

Veamos esto mediante un ejemplo: si habláramos de la noción de función como un concepto difícil de asimilar, comprender y comunicar, también deberíamos reconocer las características específicas que tienen los diversos tipos de funciones, en particular en las funciones polinómicas (Alanís, 1996), las funciones periódicas (Buendía, 2004; Buendía y Cordero, 2005), las funciones trigonométricas (Montiel, 2011; Montiel, 2013), las funciones logarítmicas (Ferrari, 2010; Ferrari y Farfán, 2008), las funciones exponenciales (Lezama, 2003). Es decir, lo que pareciera ser un “adjetivo” de las funciones, esconde un complejo conglomerado de niveles prácticos, funcionales, históricos y sociales que el sistema didáctico desconoce y aparece pura y exclusivamente expresado

en la unidad temática: *Funciones* con distintos mecanismos de apropiación. Algo similar ocurre con las gráficas, las que en los libros de texto se muestran como ilustraciones acompañantes de la función, cuando en realidad son espacios donde se puede construir conocimiento (Cordero, C en Che y Suárez, 2010; Arrieta, 2003; Cantoral y Montiel, 2003a, 2003b; Farfán, 2013). Del mismo modo, podríamos observar esto en el caso de la proporcionalidad (Cantoral y Reyes-Gasperini, 2012; Reyes-Gasperini, 2011; Reyes-Gasperini y Cantoral, 2014; Reyes-Gasperini, Cantoral y Montiel, 2014), siendo un tema de gran relevancia en la matemática escolar (Hart, 1988; Godino y Batanero, 2002; Oliveira, 2009) que es reducido, la mayoría de las veces, a la buena aplicación de la regla de tres simple, el valor unitario y la igualdad entre razones. Podríamos, también, focalizar nuestra atención en el cálculo y verificar que la enseñanza se basa en la correcta aplicación de la regla de los cuatro pasos para obtener la derivada, lo cual cuestionamos, pero que en realidad, la derivada esconde un pensamiento y lenguaje variación al (Cantoral, 1990, 2013b; Caballero, 2012) que ha sido disminuido en el discurso didáctico que los manuales escolares transmiten.

Estos y otros ejemplos son los que nos hacen dar vuelta a la mirada sobre el saber matemático, pero insistimos: ¿por qué? Si partimos de la idea que señala que los problemas del aprendizaje en matemáticas residen en las acciones de los actores del sistema educativo, en particular los docentes, inevitablemente enfocáramos nuestros análisis hacia cuestiones propiamente didáctico-pedagógicas a fin de contribuir en la mejora de las clases brindando mejores estrategias didácticas y hacer, de este modo, más accesible un saber matemático. Sin embargo, a contracorriente de lo que suele afirmarse, nuestra estrategia fue un tanto distinta: despersonificar dicha problemática y como hemos dicho, “dar vuelta la mirada” hacia aquello que hasta hace tres décadas no se cuestionaba; poner en discusión al propio objeto del aprendizaje, los contenidos y sus ideologías, digámoslo así, estudiar los efectos del *discurso Matemático Escolar (dME)* sobre los aprendizajes. Partimos entonces de la consideración de que este es el causante de la mayor resistencia para el aprendizaje de las matemáticas. Si logramos el cuestionamiento del saber matemático podremos, entonces, como consecuencia, discutir con los docentes el saber matemático escolar expresado (por ejemplo, en propuestas didácticas que nacen desde la investigación), o bien,

entender y atender las reformas educativas que sufren los sistemas educativos continuamente.

Sólo como ejemplo, es habitual escuchar que para argumentar cuándo una función es de proporcionalidad directa o inversa se diga “es directa cuando uno aumenta y el otro aumenta”, y “es inversa cuando uno aumenta y el otro disminuye”. Esta es un estribillo en la matemática escolar que “ayuda” a los estudiantes a diferenciar una situación de otra. Ahora bien, dada esta “ayuda nemotécnica”, veamos la siguiente representación gráfica de una función (figura 1), ¿Es de proporcionalidad directa o inversa? Más adelante veremos cuál es la respuesta matemáticamente correcta; mientras tanto, dejamos a los lectores pensando la respuesta (Reyes-Gasperini, Cantoral y Montiel, 2014).

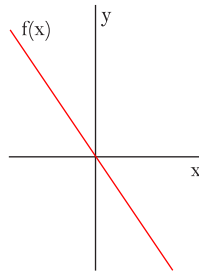


Figura 1. Gráfica de una función de proporcionalidad

Los docentes que hoy día dan clases de matemáticas fueron formados, ya sea en su formación inicial o en alguna formación afín que los llevó a la profesión docente, bajo una concepción de la matemática basada en objetos abstractos y aislados de la realidad, considerados objetos anteriores a la praxis social y en consecuencia externos al individuo, siendo el profesor quien debe comunicar “verdades preexistentes” a sus alumnos, en donde la construcción social del conocimiento matemático queda sorteada (Cantoral, 2003). Entonces, ¿cómo podrían los docentes cuestionarse el saber matemático si en la mayoría de sus acercamientos a la matemática fue presentada como un cúmulo de conceptos que están “dados” y cuya misión principal es que los estudiantes los “aprendan”, o quizás, “aprehendan”?

Aunado a las propuestas que se realizan sobre el desarrollo profesional del profesorado (da Ponte, 2012), el proceso que se vive del análisis de la

práctica al diseño de tareas matemáticas en la formación docente (Llinares, 2012), nosotros ponemos la lupa en el propio saber matemático y proponemos estudiar el desarrollo profesional docente a partir de la *problematización del saber matemático escolar*, de suerte que esta acción les permita a los docentes hacerse dueños de su propia práctica a través del cambio de relación al saber, es decir, que comiencen a transitar un proceso de empoderamiento. Entonces, dar vuelta a la mirada sobre el saber matemático refiere a *problematizar el saber matemático (psm)* de manera sistémica a partir de las cuatro dimensiones del saber: social, didáctica, epistemológica y cognitiva; para posteriormente, junto con los docentes, *problematizar al saber matemático escolar (psme)*. Por tanto, replantearnos una transformación educativa respecto al desarrollo profesional docente amerita, a nuestro criterio, ampliar su mirada al saber matemático y, en particular, al saber matemático escolar puesto en juego en el aula.

¿Cuáles son los vínculos entre empoderamiento y saber matemático?

El empoderamiento es un fenómeno de carácter típicamente social que se ha estudiado en diversas disciplinas, por ejemplo, desde un enfoque psicosocial (Martín Maruri, 2001), social (Silva Dreyer y Martínez Guzmán, 2007), feminista (Camacho, 2003), desde la psicología comunitaria (Montero, 2006), o bien, desde un enfoque educativo (Howe y Stubbs, 1998, 2003; Stolk, de Jong, Bulte y Pilot, 2011). Si bien cada una de las disciplinas tiene una mirada particular hacia el fenómeno, todas coinciden en sus características principales que nosotros hemos sintetizado de la siguiente manera: se entiende como un proceso del individuo en colectivo (es necesaria la interacción en trabajo colectivo), que parte de la reflexión para consolidarse en la acción, que se produce desde el individuo sin la posibilidad de ser otorgado (el trabajo colaborativo será necesario pero no suficiente para garantizar el empoderamiento) y, por sobre todas las cosas, *transforma la realidad del individuo y su contexto*.

En particular, los proyectos que tienen como objetivo impulsar el empoderamiento docente (Howe y Stubbs, 1998, 2003; Stolk, de Jong, Bulte y Pilot, 2011) se focalizan en darle al docente herramientas para que realicen nuevas

situaciones para el aula poniendo como punto importante la contextualización, ya sea mediante el conocimiento (conocer que existe) de nuevas investigaciones relacionadas con el tema a abordar, como así también, mediante la muestra de situaciones que brinden un contexto a lo que ellos ya conocen. Todo con el objetivo de que obtengan una actitud de liderazgo, confianza y mejora en sus prácticas para la enseñanza, enfatizando el hecho de que adquieran el poder de tomar las riendas de su propio crecimiento. Si bien nosotros coincidimos plenamente con los resultados que se esperan, consideramos que este tipo de análisis se reduce a una interpretación pedagógica.

Nuestra propuesta, dado el carácter socioepistemológico que se añade a este fenómeno social, incorpora las nociones de *problematización del saber matemático (psm)* y *problematización del saber matemático escolar (psme)* como base para impulsar el empoderamiento docente. Ahora bien, ¿por qué diferenciamos *psm* y *psme*? La *psm* refiere al hecho de “hacer del saber un problema”, un objeto de análisis didáctico, localizando y analizando su uso y su razón de ser, es decir, refiere al estudio de la naturaleza de dicho saber matemático, por ejemplo, relacionado con la proporcionalidad, sobre la base de preguntas del tipo: ¿qué problema llegaron a resolver las proporciones que no se podían resolver sin ellas? ¿Son más difíciles los problemas cuando las magnitudes son heterogéneas que cuando son homogéneas? ¿Por qué se trabajan problemas del cuarto valor faltante si allí no se representa la comparación? ¿Dónde aparecen las proporciones en la civilización? ¿Qué caracteriza a la relación de proporcionalidad? Entre muchas otras. El estudio socioepistemológico fundamentado en las dimensiones didáctica, epistemológica, social y cognitiva del saber permite confeccionar una *unidad de análisis socioepistémica (uase)* que provoca una singular simbiosis entre y desde las cuatro dimensiones, con el fin de generar una estructura teórica para cuestionar el saber matemático y posteriormente, el saber matemático escolar.

En cambio, cuando trabajamos con la *psme* partimos de los conocimientos que para el sistema educativo son fundamentales, dependiendo el nivel donde se realice el estudio. Con base en la *uase* se diseña una guía de actividades que confronte a las actividades didácticas típicas con el fin de poner en situación de aprendizaje al profesor y de esta manera generar espacios para que se realice la *psme* (Reyes-Gasperini, Cantoral y Montiel, 2014). Entendemos la *psme* como la acción que parte de la introspección, la mirada del que aprende y los usos que

este saber posee en la cotidianeidad, apoyándose en las discusiones y reflexiones colectivas y en las investigaciones sobre dicho saber, o bien, siendo ellos mismos quienes se adentren a tal investigación.

Es necesario mencionar a esta altura que la teoría socioepistemológica descansa en cuatro principios fundamentales (Cantoral, 2011, 2013a): el principio normativo de la *práctica social*, el principio de la *racionalidad contextualizada*, el principio del *relativismo epistemológico* y el principio de *resignificación progresiva* o *apropiación*. Estos cuatro principios subyacen a la *psme*, pues esta problematización le permitirá al docente considerar que las prácticas sociales están en los cimientos de la construcción del conocimiento (normatividad de las *prácticas sociales*), y que el contexto determinará el tipo de racionalidad con la cual un individuo o grupo –como miembro de una cultura– construye conocimiento en tanto lo signifique y ponga en uso (*racionalidad contextualizada*). Una vez que este conocimiento es puesto en uso, es decir, se consolida como un saber, su validez será relativa al individuo o al grupo, ya que de ellos emergió su construcción y sus respectivas argumentaciones, lo cual dota a ese saber de un *relativismo epistemológico*. Así, a causa de la propia evolución de la vida del individuo o grupo y su interacción con los diversos contextos, se resignificarán esos saberes enriqueciéndolos de nuevos significados hasta el momento construidos (*resignificación progresiva*).

Por tanto, los vínculos entre empoderamiento y saber matemático están dados por la articulación del fenómeno típicamente social con el carácter socioepistemológico que subyace a su acción principal: la *psme*.

Psm y *psme*: el caso de la proporcionalidad

La *psm* será la primera actividad por parte de los investigadores para construir las herramientas didácticas que se trabajarán a fin de realizar la *psme* conjuntamente con los profesores. En la *uase*, la dimensión social permite analizar los conocimientos matemáticos identificando la dimensión funcional, situacional e histórica, basada en la praxis, que está al nivel de la actividad y que es soslayada por el *dME*. La dimensión social, aunada a la dimensión epistemológica que estudia la naturaleza del saber, reconoce a la matemática

como parte de una cultura producto de la actividad humana. Asimismo, bajo la mirada socioepistemológica, se concibe que los conocimientos se dotan de significados a través de su uso y su funcionalidad, por tanto se plantea la necesidad de que docentes y estudiantes, aunque inmersos en un sistema educativo, se relacionen con el saber matemático de una manera más activa, con la intención de que construyan ideas fundamentales sobre dicho saber, más allá de las abstracciones, procedimientos y el aprendizaje propios de su aplicación. Es decir, la significación que construirá a partir de la actividad de relacionarse con el saber matemático (como aquel que es producto de la cultura), le permitirá entender aquellas nociones que las miradas platónicas consideran como “la matemática escolar”. Para poder hacer este análisis, el estudio de la dimensión didáctica⁵ del saber juega un papel central, pues será a través del estudio de libros de textos, programas de formación continua, notas y observaciones de clase, entre otros, que se podrá investigar cómo se manifiesta el discurso matemático escolar. Asimismo, será a través del estudio de las prácticas en la construcción de casas, de la siembra, los estudios antropométricos, de la estimación de personas, que se estudiará cómo vive y se construye la proporcionalidad. Conjuntamente con estos análisis, es a través del estudio de la dimensión cognitiva que se exploran los procesos de apropiación del saber matemático basado en el reconocimiento de que el paso del conocimiento al saber responde a procesos propios del desarrollo del pensamiento matemático, pues para el programa socioepistemológico, “la cognición es interpretada como la *capacidad de hacer emerger el significado* a partir de retroalimentaciones sucesivas de las acciones que las personas realizan sobre su medio ambiente próximo (tanto físico como cultural) y las interacciones de naturaleza dialéctica entre los actores” (Cantoral, 2013a, p. 61).

La construcción de la *uase* referente a la proporcionalidad nos ha llevado a estudiar, por ejemplo, la teoría de Piaget (1958, citado en Noelting, 1980; Inhelder y Piaget, 1972), en donde se considera a la proporcionalidad como el

5 Lo *didáctico* en este enfoque no habrá de restringirse al ámbito escolar, pues se utiliza en un sentido extendido: como *acción de construcción de significados compartidos*, como *acto de enseñanza*. La dimensión didáctica está presente en toda clase de *actividades humanas*, escolares y no escolares, cuando se pretende *enseñar* ya sea en la escuela, en los oficios, en las tradiciones populares o en las *prácticas* (Cantoral, 2013b).

sello distintivo en el desarrollo de las operaciones formales. Por tanto, dado que Piaget es un referente indiscutible dentro de la educación, nosotros nos preguntamos: ¿los estudiantes (o los profesores en nuestro caso), han desarrollado este tipo de pensamiento? La idea de pasar de una relación aditiva a una relación multiplicativa parece ser la idea fundamental que se ha perseguido en los estudios referentes a la proporcionalidad.

Si nos remontamos a los orígenes reportados de la proporcionalidad, nos encontramos con que si bien fue Eudoxo de Cnidos (390 A. N. E. - 337 A. N. E.), filósofo, astrónomo, matemático y médico griego, discípulo de Platón, quien trabajó con la teoría de proporciones, se reconoce que fue Euclides quien reunió los aportes hechos por él, revisó, recapituló y transformó su teoría en su célebre *Los Elementos* (Guacaneme, 2012). Con el fin de comprender la proporcionalidad, hemos realizado un análisis axiomático de la teoría de proporciones abordada por Euclides en su Libro V. A la par del trabajo con *Los Elementos*, nos hemos puesto a trabajar con la inconmensurabilidad (por ejemplo, la medida de la diagonal de un cuadrado). De allí nos surge el siguiente cuestionamiento: si no existe una medida común, ¿cómo se pueden medir estas magnitudes? El problema de *medir* fue sustituido, en la teoría euclidiana, por el problema de *comparar*. Esta es la pregunta fundamental que dio origen a la teoría de las proporciones entre magnitudes. Entonces, ¿será la condición provocada por la imposibilidad de medir lo que nos ha llevado a la necesidad de comparar, como la imposibilidad de adelantar el tiempo lo que nos ha llevado a predecir (Cantoral, 1990)? Es decir, ¿existe alguna práctica social subyacente? Estas preguntas son reflexiones que surgen a partir del análisis y sus respuestas están en proceso de ser validadas empíricamente.

Al respecto, Guacaneme (2012) enuncia que dicha teoría emerge para atender dos problemas específicos de la época. Por un lado, ante el conflicto que había sufrido la teoría pitagórica respecto a la imposibilidad de asignar un número a la razón de dos magnitudes, los matemáticos griegos se replantearon la teoría de la proporción de tal suerte que “se pudiera hablar de razones y proporciones, sin necesidad de especificar si las magnitudes consideradas eran o no conmensurables” (Guacaneme, 2012, p. 104), en donde el mérito mayor de la teoría expuesta en el Libro V es la posibilidad de comparar magnitudes inconmensurables (Corry, 1994, citado en Guacaneme, 2012). Por otro lado,

Los Elementos tienen el objetivo de presentar las teorías matemáticas bajo un esquema axiomático deductivo.

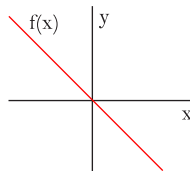
Ahora bien, si la teoría de la proporcionalidad surge a partir de la posibilidad de comparar magnitudes inconmensurables –que no se pueden medir–, es lógico pensar que si la mayoría de problemas que aparecen en la literatura tienen que ver con el cuarto faltante, este tipo de problemas no requiere siempre de un razonamiento proporcional (Lamon, 1999), pues no habría nada que comparar, ya que las cantidades están dadas y sobre ellas hay que operar aritméticamente, aplicando, la mayoría de las veces, la regla de tres. Asimismo, pueden hacerse enunciados con la estructura del cuarto faltante, sin siquiera existir una relación proporcional entre las magnitudes, sin embargo, los estudiantes la resolverán, dado que la característica que creen suficiente para aplicar la regla de tres simple es que ambas magnitudes aumenten (contraejemplo: el precio de un taxi y los kilómetros recorridos).

Continuando la *psm*, ahora desde el estudio de los funcionales de Cauchy (Roa, 2010), en particular, aquel que refiere a la función de proporcionalidad: $f(x + y) = f(x) + f(y); x, y \geq 0$ $f(x + y) = f(x) + f(y); x, y \geq 0$, este funcional nos ha dado luz para profundizar la diferencia entre el pensamiento aditivo y el multiplicativo. Asimismo, nos ha permitido analizar de manera profunda el ejemplo que hemos visto en la figura 1, pues se articularon los modelos de pensamiento proporcional (Reyes-Gasperini, 2011; Reyes-Gasperini y Cantoral, 2014) con el funcional de Cauchy.

Retomemos la idea, ahora completa, de una de las actividades planteadas en los talleres para profesores con el fin de *psme* referido a la proporcionalidad, para así propiciar el proceso de empoderamiento (figura 2).

Actividad 1 ¿Por qué?

A la derecha se presenta la gráfica de la función f ; ¿ $f(x)$ representa a una función proporcional inversa o directa? Justifica tu respuesta:



¿Qué estrategias usaste para responder y justifica?

Figura 2. Actividad 1 planteada en el taller a profesores.

Más del 80% de los profesores con los que hemos trabajado contesta que esa gráfica corresponde a una función de proporcionalidad inversa, pues “a medida que aumenta x , disminuye y ”. Esta pregunta que pareciera trivial provoca una confrontación con la propia matemática escolar. Asimismo, preguntas del tipo “¿Qué significa $\frac{y}{x} = k \frac{y}{x} = k$ o $y \cdot x = ky \cdot x = k$? ¿Qué es la proporcionalidad?”, que se construyen a partir de la *uase* basada en la noción de proporcionalidad, de alguna manera problematizan el saber matemático escolar, pues le hacen preguntas a las propias expresiones algebraicas y gráficas que aparecen en libros de texto y programas escolares.

Una argumentación posible para justificar que la gráfica corresponde a una función de proporcionalidad directa es que es una recta que pasa por el origen, siendo esta, si se quiere, otro tipo de regla nemotécnica que carece de argumentaciones.

Otra argumentación que podría darse, retomando el funcional de Cauchy $f(x + y) = f(x) + f(y)$, es la siguiente (figura 3):

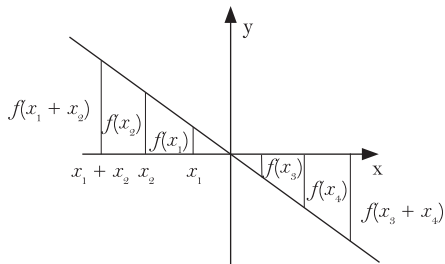


Figura 3. Argumentación visual con base en el funcional de Cauchy, que representa el modelo del pensamiento aditivo compuesto.

Asimismo, otras argumentaciones que se basan en los modelos del pensamiento proporcional son las siguientes (figuras 4, 5 y 6).

Modelo Aditivo simple

	x	y	
+l	x_1	y_1	+k
+l	x_1+l	y_2+k	+k
	x_1+2	y_1+k+k	
	

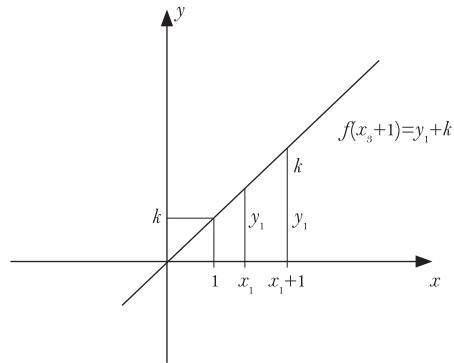


Figura 4. Modelo aditivo simple.

Modelo Multiplicativo

x	y
x_1	kx_1
x_2	kx_2
x_3	kx_3
...	...

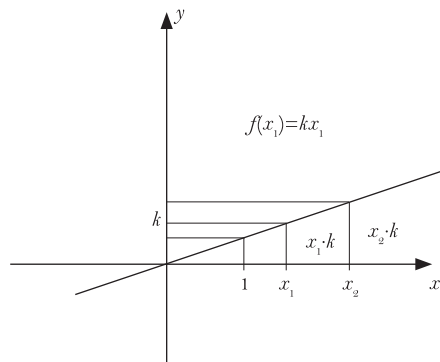


Figura 5. Modelo multiplicativo.

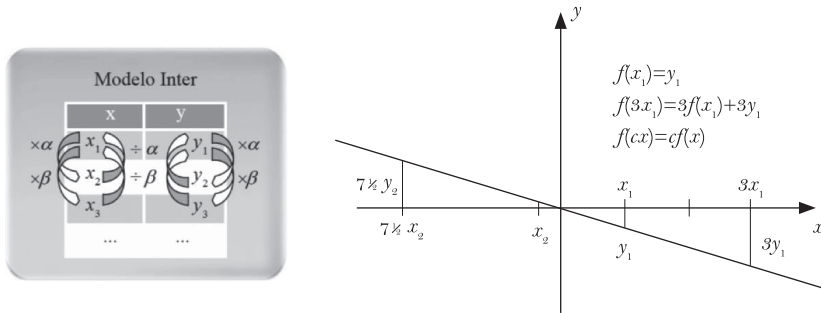


Figura 6. Modelo Inter.

Es decir, si el desarrollo del pensamiento proporcional pasa por los distintos modelos de pensamiento hasta llegar al *intra* que veremos a continuación, cualquiera de las argumentaciones anteriores, ya sea en la tabla de valores o en la gráfica, podrían ser válidas para justificar por qué la función planteada es de proporcionalidad directa. Sin embargo, la normatividad del *dME* provoca una respuesta matemáticamente errónea (a más-menos, entonces inversa), o bien, una respuesta memorística que carece de argumentaciones matemáticas (una recta que pasa por el origen).

Ahora bien, conjeturamos que el último de los pensamientos que radica en la idea de la razón entre las magnitudes resulta ser evidente si se estudia a través de la idea de un proceso variacional, más que como una relación aritmética entre dos valores.

Analicemos por qué. En la gráfica no se puede observar a simple vista la relación entre las magnitudes. Sin embargo, es sabido que en las funciones de proporcionalidad directa $y = kx$, la constante de proporcionalidad k es su pendiente: $k = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$ (figura 7).

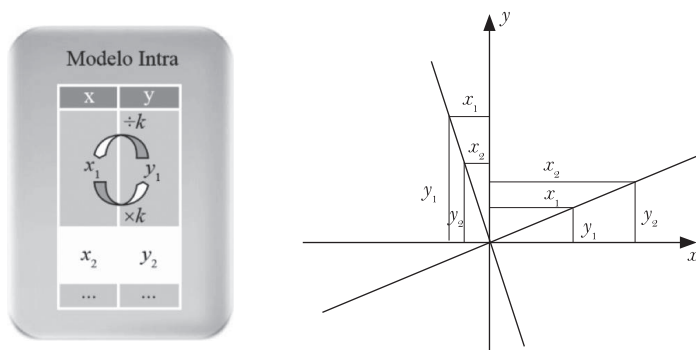


Figura 7. Modelo intra.

Este último modelo de pensamiento es conflictual, en tanto puede expresarse, como se hace en el programa del ciclo escolar de secundaria de México, de la siguiente manera:

Razonamiento proporcional

El razonamiento proporcional en las matemáticas

La noción de razón surge al comparar dos números o magnitudes a través de su cociente, mientras que las proporciones resultan de comparar los valores de dos listas de números o cantidades variables para ver si guardan siempre la misma razón entre sí. Si llamamos a y b a dos cantidades, su razón está dada por el cociente:

$$\frac{a}{b}$$

Y si denotamos por x los valores que puede tomar una cantidad variable y por y los valores correspondientes de la otra, decir que x e y son proporcionales significa que las dos cantidades están relacionadas por una expresión como la siguiente:

$$\frac{y}{x} = k \frac{y}{x} = k, \text{ donde } k \text{ es la constante.}$$

A pesar del aspecto tan sencillo de las fórmulas anteriores, las nociones de proporcionalidad y sus consecuencias son centrales en todas las matemáticas (Secretaría de Educación Pública, 2004, p. 88). [fin de cita]

Al respecto nosotros nos preguntamos, ¿cuán sencillas serán para el estudiante estas fórmulas? Demos el ejemplo de la siguiente tabla de valores, con valores sencillos, y “apliquemos” la fórmula planteada:

x	y	$k = \frac{y}{x}$
-1	2	$\frac{2}{-1} = -2$
0	0	$\frac{0}{0} = ?$
6	-12	$\frac{-12}{6} = -2$

El hecho de que esa fórmula pueda ser aplicada es que subyace en ella un proceso variacional; por este motivo, conjeturamos que este tipo de pensamiento resulta ser evidente si se estudia a través de la idea de un proceso variacional, más que como una relación aritmética entre dos valores, pues para decir que en el caso de $\frac{00}{00}$ la constante es -2 , deberíamos utilizar argumentaciones que podríamos construir, teniendo en cuenta la organización del sistema educativo, durante el bachiller, pues es en este momento cuando se estudia el cálculo:

Dada $f(x) = ax$ ($f(x) = ax$), siendo en nuestro caso particular $a = -2$ ($a = -2$), y considerando $x = 0$ ($x = 0$),

$$f'(0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(0+h) + f(0)}{h}$$

$$f'(0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{f(h) + 0}{h}$$

$$f'(0) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{-2h + 0}{h}$$

$$f'(0) = \lim_{h \rightarrow 0} (-2)$$

$$f'(0) = -2$$

Entonces, la derivada de f en 0 , es la constante negativa -2 , $f'(0) = -2$.

De aquí que, conjeturamos, cuando estamos trabajando con las funciones proporcionales dentro del cálculo matemático, ya no se están comparando magnitudes inconmensurables de donde ha surgido la idea de proporcionalidad y el desarrollo del pensamiento proporcional, sino que este se articula con un pensamiento variacional. Por tanto, el desarrollo del pensamiento proporcional amerita instancias previas a su articulación con el pensamiento variacional.

Entonces, comenzamos a concluir este apartado sintetizando las siguientes preguntas: ¿cuál es la naturaleza de la proporcionalidad? ¿No será que el pensamiento humano tiene una estructura aditiva más que multiplicativa y el esfuerzo realizado por los individuos no es más que poner en funcionalidad sus

herramientas tanto cognitivas y sociales como contextuales? ¿Qué se desarrolla cuando se trabaja la noción de la proporcionalidad en la escuela? ¿Cuáles son las dificultades didácticas –en su formación–, o bien, epistemológicas, que provocan que los individuos tengan este tipo de respuestas? ¿Cómo se podría rescatar la naturaleza del saber en situaciones de aprendizaje? ¿Qué rol jugarían estas situaciones en el aula? ¿Será la condición provocada por la imposibilidad de medir lo que nos ha llevado a la necesidad de comparar, como la imposibilidad de adelantar el tiempo lo que nos ha llevado a predecir (Cantoral, 1990)? Es decir, ¿existe alguna práctica social subyacente?

Dado el análisis realizado hemos evidenciado que la proporcionalidad tiene un origen epistemológico como estrategia para atender a la imposibilidad de medir. Asimismo, con base en los estudios realizados a partir de una propiedad matemática $((x + y) = f(x) + f(y))(x + y) = f(x) + f(y)$, hemos evidenciado que puede construirse la función proporcional. En términos de Vergnaud (1990), en el primer caso se precisa de *estructuras multiplicativas* (aquellas que requieren una multiplicación, división o combinación de ellas), mientras que en el segundo, de *estructuras aditivas* (aquellas que precisan una adición, sustracción o combinación de ellas). Hasta el momento, podemos postular que el pensamiento humano tiene una estructura aditiva más que multiplicativa y es por esto que en situaciones particulares en donde no se ponga en juego la comparación entre magnitudes, sino se solicite encontrar algún valor faltante, es decir, se enfatice en la cantidad más que en la relación, las respuestas llevarán a realizar procedimientos aditivos por encima de la comparación. Entonces, cabe estudiar qué tipo de actividades se trabajan a nivel escolar para detectar si son estas las que obstaculizan el desarrollo deseado del pensamiento matemático escolar, pues están centradas en algoritmos para dar respuesta a preguntas concretas, más que en el desarrollo de un pensamiento proporcional que permita analizar y dar solución a problemáticas de estudio.

Como se puede observar, la pregunta presentada en las figuras 1 y 2, puede provocar la *psme*, en tanto confronta la forma tradicional de abordar los contenidos disponibles en el sistema didáctico con lo que le es propio al saber en juego. Es decir, pone en evidencia que aquello que se debe dominar de la proporcionalidad es insuficiente para analizar una situación de proporcionalidad. Actualmente estamos estudiando aspectos físicos, químicos, antropométricos,

de construcción de viviendas, de siembra, de trueque, de derecho, entre otros, para dar evidencia de la norma que subyace a la funcionalidad de la proporcionalidad como relación adecuada. La matemática escolar es concebida como un saber institucional intocable para el docente, sólo suelen aceptarse modificaciones en un proceso de reforma porque provienen de las instancias oficiales de educación. Sin embargo, con el tiempo se ha evidenciado que dichas modificaciones son, básicamente, a la cantidad de contenidos y al cómo son enseñados, no al qué se enseña con estos contenidos y estas formas pedagógicas. En ese sentido es que reconocemos qué cambios en la relación del docente con el saber matemático escolar generan cambios en la práctica docente y no sólo en la práctica profesional.

Reflexiones finales

Para hablar de las conclusiones, inevitablemente, recordemos las preguntas que nos hicimos al comienzo del capítulo: ¿por qué empoderar al docente? ¿En qué sentido empoderarlo? ¿Cuáles son los vínculos entre el empoderamiento y el saber matemático? ¿Cómo sabremos que está inmerso en un proceso de empoderamiento?

Con la propuesta del *empoderamiento docente* estudiamos el desarrollo profesional docente desde la *psm* y despersonificamos el problema de investigación: no buscamos causas o responsables del fracaso, sino que ponemos el foco en el papel del propio saber matemático tanto al nivel de su significado como de su uso, y desde allí proporcionamos una alternativa viable. Nuestra propuesta, entonces, no provee de manera explícita estrategias didácticas o reflexiones pedagógicas sobre la enseñanza de la matemática, sino más bien, hace del saber matemático escolar un problema y enmarca sobre él un conjunto de cuestionamientos que se trabajan con los docentes, quienes localizan y analizan los usos y razón de ser del saber matemático (en este caso de lo proporcional), con base en la *uase* construida.

Un docente que cuestione y analice los fundamentos y procesos matemáticos de donde se derivan los algoritmos, reconozca los diversos desarrollos del pensamiento que subyacen a su construcción, es decir, las distintas formas de

argumentación, e incorpore la noción de aula extendida en tanto privilegie la vida misma del que aprende favoreciendo la aparición de diversas racionalidades contextualizadas y, así, el saber adquiera un estatus funcional, y sobre todas las cosas, que *cambie su relación al saber*, es un docente que está inmerso en un proceso de empoderamiento. ¿Qué significa “cambiar su relación al saber”? Que comience a transitar de una *perspectiva platónica* del saber matemático, centrada en objetos abstractos ajenos a la realidad, hacia una *visión socioepistemológica*, bajo la concepción de que las *prácticas sociales* son aquellas que norman intangiblemente la forma de construir conocimiento de los individuos en grupo, es decir, nos inducen a hacer lo que hacemos, y por tanto están en la base misma de toda construcción del conocimiento, mostrando como natural que en mayor o menor tiempo y medida, todos los individuos construyamos las nociones matemáticas basándonos en lo que en sus orígenes motivó su construcción.

Aunado a lo anterior, las actitudes de liderazgo que un docente desarrolle pasan a ser una parte importante de nuestra propuesta, pues el empoderamiento se compone de ambos elementos: problematización y apropiación del saber, mas la actitud de liderazgo que le permita innovaren su práctica docente. No puede haber el uno sin el otro, es decir, cuando nos refiramos al empoderamiento, no podemos hablar de la problematización del saber sin las actitudes de liderazgo, ni bastarían las actitudes de liderazgo si no hay una verdadera apropiación del saber. Este hecho queda evidenciado en la incorporación de las interacciones con los estudiantes de manera autónoma, ya que en ningún momento se trabajó con el docente la idea de llevarlo a la práctica. Fue su iniciativa propia, es decir, se volvió agente activo, lo que en palabras de él se expresa de la siguiente manera:

A mí me ha servido bastante y se siente muy bien, cuando ya estás en el aula, se siente ahora si como el piloto de auto carrera, es un aprendiz cuando apenas va empezando y andas queriendo chocar con todo, pero ahora no, ahora te sientes el amo de la pista y hasta le das recio al vehículo, ¿no? se siente suave, se siente muy bien. (...) una seguridad de que ya conociste, de que ya sabes algo, que puedes sustentar, argumentar con certeza, sin temor de equivocarte que eso es y pues de que eso que digas eso es verdad que está fundamentado (interacción con el profesor, Episodio IV: “su interacción con el saber matemático, 09/06/2011).

La complementariedad entre *saber matemático funcional*, el constructo teórico de *empoderamiento docente* y la noción misma de aula extendida (*espacio áulico*) que plantea la socioepistemología nos permiten postular una nueva manera de abordar la problemática de la profesionalización docente y así, atender a la exclusión que provoca el *dME* en los agentes del sistema educativo.

Por tanto, postulamos al empoderamiento como el proceso vivido por el docente, en conjunto con sus colegas (profesores e investigadores) con objeto de comprender, asumir, aceptar y participar de una propuesta novedosa sobre el aprendizaje centrado en prácticas y no en objetos abstractos, donde se privilegia la articulación de distintas argumentaciones, se permita la emergencia de diversas racionalidades situadas o contextualizadas, se posea o desarrolle el carácter funcional del saber y se favorezca la resignificación progresiva al considerar varios marcos de referencia. Todo lo anterior sobre la consideración de que las prácticas sociales son la base de la construcción que realizará el individuo del conocimiento matemático.

Entonces, luego de haber transitado, lectores y autores, por una síntesis del camino recorrido en el cual se explicó teóricamente aquello que la empiria nos dejaba ver, hemos caracterizado un fenómeno que de la propia realidad áulica ha emergido. Ahora podemos decir que hemos dado un nuevo paso en el objetivo de la democratización del aprendizaje, pues hemos postulado un mecanismo para estudiar al desarrollo profesional docente desde el propio saber matemático: el *empoderamiento docente*.

Nuestro próximo desafío será sistematizar los elementos a tener en cuenta en un diseño de intervención de desarrollo profesional docente que privilegie dicho *empoderamiento*. Para ello profundizaremos en la problematización del saber matemático con el fin de evidenciar la práctica social que permanece en el ámbito normativo humano y desde allí, problematizar el saber matemático escolar, pues estamos convencidos de que el *saber* juega un papel fundamental en la transformación educativa.

Un camino que ya hemos comenzado a transitar...

Referencias

- Abbagnano, N. (2010). *Diccionario de filosofía*. D.F., México: Fondo de Cultura Económica.
- Alanís, J. (1996). *Estudio para el rediseño del discurso didáctico del cálculo en las escuelas de ingeniería: Instalación y desarrollo de un lenguaje variacional*. Tesis doctoral no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, D.F., México.
- Arrieta, J. (2003). *Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula*. Tesis doctoral no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, D.F., México.
- Buendía, G. (2004). *Una epistemología de los aspectos periódicos de la función en un marco de prácticas sociales*. Tesis doctoral no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, D.F., México.
- Buendía, G., y Cordero, F. (2005). Prediction and the Periodical Aspect as Generators of Knowledge in a Social Practice Framework: A Socioepistemological Study. *Educational Studies in Mathematics*, 58(3), 299-333. doi: 10.1007/s10649-005-2295-5
- Caballero, M. (2012). *Un estudio de las dificultades en el desarrollo del lenguaje y pensamiento variacional en profesores de bachillerato*. Tesis de maestría no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, D.F., México.
- Camacho de la O, A. L. (2003). *Reflexiones preliminares en torno al empoderamiento*. Recuperado el 20 de noviembre de 2010 de <http://www.alforja.or.cr/centros/cep/documentos/poderyempoderamiento.pdf>.
- Cantoral, R. (1990). *Categorías Relativas a la apropiación de una base de significaciones para conceptos y procesos matemáticos de la Teoría elemental de las Funciones Analíticas. Simbiosis y Predación entre las nociones de "el Pradiciere" y "lo Analítico"*. Tesis Doctoral. Cinvestav, México.
- Cantoral, R. (2003). La aproximación socioepistemológica a la investigación en matemática educativa: una mirada emergente [CD-ROM]. *XI Conferencia Interamericana de Educação Matemática* (Educación Matemática & Desafíos y Perspectivas). Blumenau, Brasil: Universidad Regional de Blumenau.
- Cantoral, R. (2011). *Fundamentos y Métodos de la Socioepistemología*. Simposio en Matemática Educativa, 22 – 26 agosto 2011. D. F., México: Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del IPN.

- Cantoral, R. (2013a). *Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa. Estudios sobre construcción social del conocimiento*. Barcelona: Gedisa.
- Cantoral, R. (2013b). *Desarrollo del pensamiento y lenguaje variacional* (vol. 3). En R. Cantoral (Coord.). D.F., México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/desarrollo_del_pensamiento_y_leng_v_smc_baja.pdf
- Cantoral, R. y Reyes-Gasperini, D. (2012). Matemáticas y Práctica social: Construcción social del conocimiento matemático. *Novedades educativas*, 261, 60-65.
- Cantoral, R., Montiel, G. (2003a). Una presentación visual del polinomio de Lagrange. *Números*, 55, 3-22.
- Cantoral, R., Montiel, G. (2003b). Visualización y polinomios de interpolación. *Enseñanza de la Matemática*, 11(1), 24-38.
- Cordero, F., Cen Che, C. y Suárez, L. (2010). Los funcionamientos y formas de las gráficas en los libros de texto: una práctica institucional en el bachillerato. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(2), 187-214.
- Da Ponte, J. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesor de matemáticas. En N. Planas (Coord.), *Teoría, Crítica y Práctica de la Educación Matemática* (pp. 83-98). Barcelona, España: GRAÓ.
- Farfán, R. (2013). *Lenguaje gráfico de funciones. Elementos de Precálculo* (vol. 1). En R. Cantoral (Coord.). D.F., México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/lenguaje_grafico_de_funciones_baja.pdf
- Ferrari, M. (2010). Una socioepistemología de lo logarítmico. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 13(4), Número Especial, Tomo I, 53-68.
- Ferrari, M., y Farfán, R. M. (2008). Un estudio socioepistemológico de lo logarítmico: la construcción de una red de modelos. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 11(3), 309-354.
- Godino, J. D. y Batanero, C. (2002). *Proporcionalidad y su didáctica para maestros*. Granada, España: Proyecto de Investigación y Desarrollo del Ministerio de Ciencia y Tecnología.
- Guacaneme, É. A. (2012). Significados de los conceptos de razón y proporción en el Libro V de los Elementos. En O.L. León (Ed.), *Pensamiento, epistemología y lenguaje matemático* (pp. 99-135). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- Hart, K. (1988). Ratio and Proportion. En J. Hiebert & M. Behr (Eds.), *Number concepts and operations in the middle grades* (pp.198-219). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Howe, A. C. y Stubbs, H. S. (1998). Empowering Science Teachers: A Model for Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 8(3), 167-182.
- Howe, A. C. y Stubbs, H. S. (2003). From Science Teacher to Teacher Leader: Leadership Development as Meaning Making in a Community of Practice. *Science Teacher Education*, 87(2), 281-297.
- Inhelder, B. y Piaget, J. (1972). El equilibrio de la balanza. En B. Inhelder y J. Piaget (Ed.), *De la lógica del niño a la lógica del adolescente. Ensayo sobre la construcción de las estructuras operatorias formales* (pp. 142-155). Buenos Aires: Paidós.
- Lamon, S. (1999). Reasoning Proportionally. In S. Lamon (Ed.), *Teaching fractions and rations for understanding* (pp. 223-238). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Lezama, J. (2003). *Un estudio de reproducibilidad de situaciones didácticas*. Tesis doctoral no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, D.F., México.
- Linares, S. (2012). Del análisis de la práctica al diseño de tareas matemáticas para la formación de maestros. En N. Planas (Coord.), *Teoría, Crítica y Práctica de la Educación Matemática* (pp. 99-116). Barcelona: GRAÓ.
- Martín Maruri, I. (2011). Empoderamiento para la innovación social. En Cibervoluntarios. Org (Eds.), *Innovación para el empoderamiento ciudadano a través de las TIC* (pp. 129-136). Recuperado de <http://www.empodera.org/pdf/libro.pdf>
- Montero, M. (2006). *Teoría y práctica de la psicología comunitaria. La tensión entre comunidad y sociedad* (3a ed.). Buenos Aires: Paidós.
- Montiel, G. (2011). *Construcción de conocimiento trigonométrico. Un estudio socioepistemológico*. D.F., México: Díaz de Santos.
- Montiel, G. (2013). *Desarrollo del pensamiento trigonométrico* (vol. 2). En R. Cantoral (Coord.). D.F., México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/desarrollo_del_pensamiento_trigonometrico_baja.pdf
- Noelting, G. (1980). The development of proportional reasoning and the ratio concept. Part I – Differentiation of stages. *Educational Studies in Mathematics*, 11, 217-253.

- Oliveira, I. (2009). Proporcionalidade: estratégias utilizadas na Resolução de Problemas por alunos do Ensino Fundamental no Quebec. *Boletim de Educação Matemática*, 22(34), 57-80.
- Reyes-Gasperini, D. (2011). *Empoderamiento docente desde una visión Socioepistemológica: Estudio de los factores de cambio en las prácticas del profesor de matemáticas*. Tesis de maestría no publicada, Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, D.F., México.
- Reyes-Gasperini, D. (2013). *La transversalidad de la proporcionalidad* (vol. 4). En R. Cantoral (Coord.). D.F., México: Secretaría de Educación Pública. Recuperado de http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/6586/1/images/transversalidad_smc_baja.pdf
- Reyes-Gasperini, D. y Cantoral, R. (2014). Socioepistemología y empoderamiento docente: acciones para un cambio educativo. *Boletim de Educação Matemática*, 28(48), 360-382. doi: 10.1590/1980-4415v28n48a14
- Reyes-Gasperini, D., Cantoral, R. y Montiel, G. (2013). Profesionalización docente en Matemáticas. El empoderamiento docente: una mirada emergente. En Dolores, C., J. Hernández, J., Sosa, L., García González, M. (Eds.), *Matemática Educativa: la formación de profesores* (pp. 153-172). DF, México: Díaz de Santos.
- Reyes-Gasperini, D., Cantoral, R. y Montiel, G. (2014). 'Cuando una crece, la otra decrece'... ¿proporcionalidad inversa o directa? *Premisa*, 16(62)
- Roa, A. (2010). *La ecuación funcional de Cauchy $f(x + y) = f(x) + f(y)$ y algunas aplicaciones*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta, Mérida, Colombia.
- Secretaría de Educación Pública. (2004). *Libro para el Maestro. Matemáticas. Educación secundaria* (2ª reimpresión) (pp. 88-105). D.F., México: Secretaría de Educación Pública.
- Silva Dreyer, C. L. y Martínez Guzmán, M. L. (2007). Empoderamiento, Participación y Autoconcepto de Persona Socialmente Comprometida en Adolescentes Chilenos. *Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology*, 41(2), 129-138.
- Stolk, M. J., de Jong, O., Bulte, A. M. W. y Pilot, A. (2011). Exploring a Framework for Professional Development in Curriculum Innovation: Empowering Teachers for Designing Context-Based Chemistry Education. *Research in Science Education*, 41(3), 369-388. doi: 10.1007/s11165-010-9170-9

Vergnaud, G. (1990). La teoría de los campos conceptuales. *Recherchers en Didactiques des Mathématiques*, 10 (2), 133-170.



Capítulo 2.

Las emociones en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en secundaria

Ana Belén Borrachero Cortés,⁶

Emilio Costillo Borrego⁷

Vicente Mellado Jiménez⁸

6 Departamento de Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.

7 Departamento de Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.

8 Departamento de Didáctica Ciencias Experimentales y Matemáticas. Facultad de Educación. Universidad de Extremadura. Badajoz, España.

Introducción

Hasta hace poco, los componentes afectivos en la educación estaban infravalorados. Existía una desconexión latente entre la dimensión cognitiva y lo afectivo en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Sutton y Wheatley, 2003). Actualmente, encontramos un aumento de investigaciones que interrelacionan lo cognitivo con lo afectivo, señalando la idea de que la cognición y la afectividad se comprenden mejor cuando se consideran como aspectos complementarios entre sí (LeDoux, 1999; Shapiro, 2010).

El dominio afectivo se ha estudiado ampliamente dentro del campo de la psicología y de la educación en general (Manassero, 2013; Hargreaves, 1998), aunque es un aspecto mucho menos tratado desde la didáctica de las ciencias. Sin embargo en la actualidad, desde la línea inicial de las actitudes (Barmby y Defty, 2006; Vázquez, 2013; Vázquez y Manassero, 2007), son cada vez más frecuentes los trabajos sobre las emociones en la didáctica de las ciencias (Dos Santos y Mortimer, 2003; Hugo, Sanmartí y Adúriz-Bravo, 2013; Marbá y Márquez, 2010; Mellado, Blanco, Borrachero y Cárdenas, 2013; Otero, 2006; Ritchie et al., 2013), pues se comienza a tomar conciencia de la importancia que tienen las emociones para el profesorado y el alumnado en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los diferentes niveles educativos (Gardner, 1995).

El aprendizaje y la enseñanza de conceptos científicos es mucho más que un proceso cognitivo. La enseñanza está fuertemente cargada con creencias, actitudes y emociones, estimulados y dirigidos hacia no solamente personas, sino también valores e ideales. No obstante, en escuelas y universidades, en su mayor parte, la ciencia está representada como un área del currículum racional, analítica y no emotiva, y los profesores de ciencia y documentos curriculares comúnmente presentan imágenes de la ciencia y de los científicos que plasman distancia con lo emocional (Garritz, 2010).

En este capítulo profundizaremos concretamente en el estudio de las emociones experimentadas por los alumnos de secundaria en el aprendizaje de diferentes asignaturas científicas, así como en las emociones que experimentarán los futuros profesores de secundaria al impartir estos contenidos.

¿Qué es la emoción?

La Real Academia Española de la Lengua (2001, vigésima segunda edición) define a la emoción en su primera acepción como “una alteración del ánimo intensa y pasajera, agradable o penosa, que va acompañada de cierta conmoción somática”. Son muchas las definiciones que han ido apareciendo a lo largo de los años para referirse a lo afectivo, a las emociones o a los sentimientos. Una de las más asumidas en nuestro ámbito es la de Bisquerra (2000), quien señala que las emociones son reacciones a la información recibida de nuestro entorno, cuya intensidad depende de las evaluaciones subjetivas que realizamos y donde tienen gran influencia los conocimientos previos y las creencias. En definitiva, una emoción depende de lo que es importante para nosotros. Más tarde, Damasio (2010) manifiesta que las emociones no sólo son reacciones a los estímulos del presente, sino que también se producen por el recuerdo o evocación de hechos sucedidos en el pasado o por el anticipo de situaciones futuras.

La emoción ha sido explicada de forma diferente por las distintas líneas de investigación, pero todas tienen un punto en común, coincidiendo en que se trata de un estado complejo del organismo, del yo, caracterizado por una excitación o perturbación del estado fisiológico y del ánimo que predispone a una respuesta (Casacuberta, 2000). Las emociones, generalmente, son respuestas a hechos externos o internos.

Reduciendo la complejidad conceptual y atendiendo a los estudios sobre los efectos de las emociones, observamos que se han agrupado en dos tipos de emociones: positivas y negativas. Las emociones positivas proveen la activación de la motivación, focalizando la atención, modulando el pensamiento y desatando la acción deseada o inhibiéndola en el caso de las negativas. Sirven como sistema de lectura para indicar lo bien o mal que están ocurriendo las cosas mientras se está aprendiendo y dirigiendo la conducta (Reeve, 2003).

Clasificación de las emociones

Desde la psicología se ha avanzado tanto en el desarrollo de modelos teóricos sobre la inteligencia emocional como en procedimientos de evaluación

(Extremera, Fernández-Berrocal, Mestre y Gil, 2004), de modo que se ha producido una gran variedad de taxonomías para referirse a las emociones.

La emoción tiene una parte psicobiológica, pero es también una construcción social (White, 1993), interconectada con el contexto y la cultura (Lasky, 2000). Hay emociones primarias, que aparecen en todas las culturas (Manassero, 2013), con un origen genético, y emociones sociales, que se construyen socialmente (Damasio, 2010; Camps, 2012) y dependen más del contexto.

Ekman (2004) sostiene que algunas emociones son universales e innatas: placer, angustia, miedo, sorpresa, cólera y disgusto o repugnancia. Pero así como existen emociones innatas, el mismo Ekman no descarta la existencia de otras que, aunque también son inherentes a la condición humana, son acuñadas culturalmente.

Los investigadores concuerdan en que existe un pequeño número de emociones básicas, generales e innatas, y que surgen para todas las personas: miedo, ira, repugnancia, tristeza y alegría. Para Manassero (2013), las emociones básicas son entidades psicofisiológicas que son observaciones conductuales, aparecen en todas las culturas y se caracterizan por un rápido comienzo, corta duración y ocurrencia espontánea. Cada emoción básica no es una sola emoción, sino una familia de emociones relacionadas, con una gran diversidad de nombres dentro de cada una según su signo (positiva o negativa) o sus matices (fuerte o débil).

Además, en situaciones de aprendizaje existe un elevado número de emociones diferentes, que han sido llamadas emociones académicas, en relación con la motivación y autoconcepto académico de los estudiantes en la escuela o en la universidad, durante, antes y después del éxito o fracaso, como son: deleite, esperanza, orgullo, alivio, ira, ansiedad, desesperación, vergüenza, aburrimiento.

Damasio (2005) clasifica la sorpresa como primaria, aunque reconoce que tiene también un cierto componente social. Bisquerra (2000), desde la educación emocional, separa las emociones por categorías basadas en positivas, negativas, ambiguas y estáticas. El propio Bisquerra (2005) argumenta que existen siete grupos de emociones básicas: miedo, ira, ansiedad, tristeza, vergüenza, alegría y felicidad. La vergüenza que Bisquerra clasifica como básica, también es considerada una emoción social.

Fernández-Abascal, Martín y Domínguez (2001), distinguen entre: emociones positivas, que implican sentimientos agradables, con duración temporal corta y que movilizan escasos recursos para su afrontamiento; emociones negativas, que implican sentimientos desagradables y la movilización de muchos recursos para su afrontamiento; y emociones neutras, que no producen intrínsecamente reacciones ni agradables ni desagradables y tienen como finalidad el facilitar la aparición de posteriores estados emocionales.

Otra clasificación muy interesante es la realizada por Díaz y Flores (2001), basada en el principio del círculo cromático y la rueda de Plutchnik, (1980). El modelo circular del sistema afectivo se expone en un plano cartesiano definido por dos variables ortogonales, una horizontal de activación (excitación y relajación) y otra vertical de valor hedónico (agrado y desagrado), ubicando catorce ejes polares de emociones antónimas (de signo afectivo contrario). En el centro se incluye un círculo de colores elaborado con un criterio similar de oposición entre complementarios. Esta clasificación es relevante para la educación, porque puede estar relacionada con las acciones y la toma de decisiones, algo inherente a las emociones (Damasio, 1996; Otero, 2006). Para Manassero (2013) hay emociones que motivan e incitan a la acción y hay otras que bloquean y paralizan las acciones. Aunque hay que realizar muchos más estudios, la clasificación de Díaz y Flores (2001) entre emociones que incitan a la relajación o a la excitación puede estar relacionada con estos aspectos.

En resumen, la discriminación entre los diferentes tipos de emociones presenta una falta de consenso entre los autores, ya que es difícil admitir que una sola clasificación sería eficiente para cualquier fin. No debemos olvidar que las emociones tienen diferentes concepciones entre culturas, incluso existen cambios intraculturales a lo largo del tiempo, por lo que sería un error exponer una sola clasificación de emociones (Griffiths, 1997).

Las emociones en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias

Existen pocas dudas de que las experiencias afectivas que ofrece la educación a los estudiantes influyen en los procesos de aprendizaje, pues las creencias,

actitudes y emociones tienen importancia en una clase de cualquier tipo y de cualquier edad. La educación funciona mejor y los aprendizajes son más eficaces cuando la cabeza y el corazón funcionan adecuadamente sintonizados (Vázquez y Manassero, 2007).

Si bien es cierto que no hay acción humana sin una emoción que la fundamente y la haga posible (Otero, 2006), consideramos que la emoción es fundamental para la toma de decisiones (Damasio, 1996), algo que tanto los profesores como los alumnos tienen que hacer constantemente en el aula. Para Tobin (2012), las emociones son una parte central de la acción en el aprendizaje de las ciencias, que funcionan como un pegamento social que interconecta los intereses y las acciones individuales y colectivas. Para los alumnos, la toma de decisiones se vuelve especialmente importante cuando, al final de la educación obligatoria, tienen que decidir sobre la dirección de sus futuros estudios.

La disminución de las carreras profesionales relacionadas con la ciencia ha llegado a ser algo preocupante en muchos países (Rocard, Csermely, Lenzen, Walweg-Henriksson y Hemmo, 2007). Esto puede estar relacionado con el contexto emocionalmente adverso que rodea el aprendizaje científico en educación, ya que muchos alumnos tienen que decidir sobre la dirección futura de sus carreras después de haber tenido un aprendizaje de las ciencias centrado en la transmisión abstracta, predominantemente cognitiva, de conceptos con poca relevancia para sus vidas fuera de la escuela (Vázquez y Manassero, 2007).

Numerosas investigaciones señalan que los estudiantes de primaria suelen tener emociones y actitudes positivas hacia las ciencias (Brígido, Caballero, Conde, Mellado y Bermejo, 2009a), pero que estas disminuyen con la edad, especialmente durante la secundaria (Pérez y de Pro, 2013; Vázquez y Manassero, 2008), etapa en la que las emociones se hacen más selectivas dependiendo del contenido (Costillo, Borrachero, Brígido y Mellado, 2013). Otros estudios señalan que los estudiantes de secundaria tienen actitudes y emociones positivas hacia las ciencias naturales (biología y geología) y negativas hacia la física y la química (Brígido, Couso, Gutiérrez y Mellado, 2013; Marbá y Márquez, 2010; Vázquez y Manassero, 2008).

Con relación a la enseñanza, los profesores construyen inconscientemente en la práctica diaria de su labor docente un arsenal de emociones, tanto positivas como negativas, consideradas hoy como uno de los “modos del saber” de la

profesión (Atkinson y Claxton, 2002). La práctica de la enseñanza es en gran parte afectiva e implica una cantidad increíble de trabajo emocional, pues compromete su sentir en las interacciones relevantes que se dan con sus estudiantes, familiares, compañeros, entre otros.

Cuando los futuros docentes comienzan su etapa de formación universitaria tienen concepciones y actitudes sobre la ciencia y sobre el proceso de enseñanza/aprendizaje, fruto de los diversos años que han pasado como alumnos, asumiendo o rechazando los roles del profesorado de ciencias que han encontrado en su etapa escolar. Muchos profesores enseñan con métodos didácticos muy similares a los que ellos mismos preferían cuando eran alumnos, o simplemente enseñan con el mismo método que vivieron en las aulas (Mellado, 2003).

Trabajos recientes manifiestan la necesidad de reflexionar sobre las emociones del profesorado diferenciando entre las diferentes asignaturas científicas (Van der Hoeven Kraft, Srogi, Husman, Semken y Fuhrman, 2011). Para los docentes en formación, tanto de primaria como de secundaria, las emociones en la enseñanza de las ciencias pueden ser muy diferentes en materias como ciencias naturales (biología y geología) o física y química, experimentando mayoritariamente emociones positivas para las primeras y emociones negativas para las segundas (Borrachero, Brígido, Gómez, Bermejo y Mellado, 2011b; Brígido et al., 2009a; Costillo et al., 2010). El estudio realizado por Ritchie et al. (2013) muestra cómo las propias experiencias de los profesores en el aula como aprendices, así como sus expectativas, producen estados emocionales positivos o negativos que condicionan su propio comportamiento docente.

Emociones en el aprendizaje y la enseñanza de ciencias por los futuros profesores de ciencias de secundaria

Durante los cursos académicos 2011/12 y 2012/13 realizamos un estudio sobre las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias con un total de 83 estudiantes del Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria (MUFPEs) de la Universidad de Extremadura, matriculados en las tres especialidades de ciencias ofertadas: Biología/Geología (52%),

Física/Química (26%) y Matemáticas (22%). Los sujetos de la especialidad de Biología/Geología provenían principalmente del Grado de Biología (31,3%) y del Grado de Ciencias Ambientales (10,8%). Los sujetos de la especialidad de Física/Química eran mayoritariamente egresados de Ingeniería Química (18,1%) y en menor cantidad de Física (2,4%). Y los estudiantes de la especialidad de Matemáticas accedían con la titulación de Grado en Matemáticas (8,4%) y Grado en Estadística (6,0%). Los sujetos restantes habían terminado otras titulaciones relacionadas con las ingenierías (23,0%).

Las emociones despertadas en el aprendizaje de diferentes asignaturas de ciencias fueron medidas a través de un cuestionario formado por una tabla de emociones compuesta por doce emociones positivas y doce emociones negativas, donde el sujeto encuestado debía señalar si había experimentado esa emoción en el aprendizaje de cada una de las materias propuestas (Biología, Geología, Física y Química), cuando era alumno de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). De igual forma, se introdujo otra tabla de emociones donde debían marcar las emociones que pensaban que iban a experimentar al impartir los contenidos de las diferentes asignaturas científicas en secundaria en su periodo de prácticas docentes.

Estas tablas fueron elaboradas a partir de la modificación del cuestionario para estudiantes de Maestro de Brígido et al. (2009a) y la adaptación de la clasificación de emociones que realiza Damasio (2005), quien distingue entre siete emociones básicas que, a su vez, conllevan otras emociones secundarias y sociales: felicidad, sorpresa, amor, miedo, asco, ira y tristeza (tabla 1).

Tabla 1. Emociones desglosadas según la clasificación de Damasio

FELICIDAD	Alegría	MIEDO	Ansiedad
	Diversión		Nerviosismo
	Entusiasmo		Preocupación
	Placer	ASCO	Aburrimiento
	Satisfacción		Antipatía
	Tranquilidad		Desprecio

SORPRESA	Admiración	IRA	Hostilidad
AMOR	Afinidad		Irritabilidad
	Confianza	TRISTEZA	Odio
Simpatía	Desaliento		
SOCIALES	Gratitud	Desesperación	
	Orgullo	Pesimismo	

Nota. Adaptado de *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*, A. Damasio, 2005, Barcelona: Crítica.

En el recuerdo del aprendizaje de la biología en secundaria (figura 1) vemos cómo las emociones con un mayor porcentaje de sujetos son claramente positivas (confianza, simpatía, afinidad, satisfacción, entusiasmo, etc.), mientras que las emociones negativas estaban menos presentes a excepción del aburrimiento. Y ante la enseñanza de contenidos de biología, la mayoría de los sujetos encuestados sentirían confianza, simpatía, entusiasmo, en definitiva, emociones positivas, pues las negativas obtienen un menor registro, aunque cobran importancia las emociones nerviosismo y preocupación.

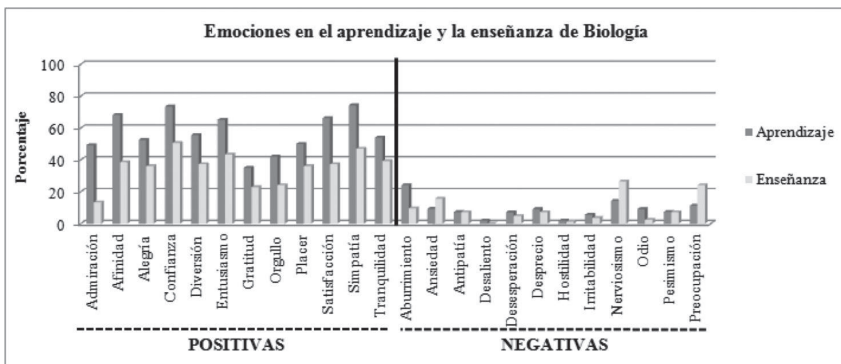


Figura 1. Emociones despertadas en el aprendizaje y la enseñanza de contenidos de Biología (ESO) por los alumnos del MUFPEs

Comparando ambas etapas, observamos cómo en la etapa de estudiante los sujetos encuestados presentaban mayoritariamente emociones positivas, las cuales disminuyen en la etapa de docente, apareciendo emociones negativas como nerviosismo y preocupación. Estos resultados coinciden con estudios

previos con maestros de educación primaria en formación (Brígido et al., 2009a) y alumnos del Curso de Aptitud Pedagógica (Borrachero y Brígido, 2011a) que señalan que el aprendizaje de la materia de Biología durante su etapa escolar en ESO les evocaba mayoritariamente emociones positivas.

En el aprendizaje de Geología (ESO), las emociones con un mayor porcentaje de sujetos también son positivas (simpatía, confianza y satisfacción), aunque destaca la emoción negativa aburrimiento (figura 2). En cuanto a la enseñanza de estos contenidos, los sujetos experimentarían principalmente emociones positivas como confianza, simpatía y entusiasmo, pero también nerviosismo y preocupación.

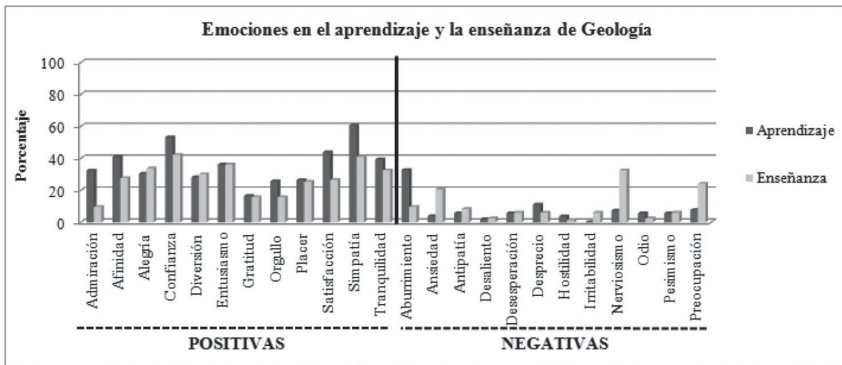


Figura 2. Emociones despertadas en el aprendizaje y la enseñanza de contenidos de Geología (ESO) por los alumnos del MUFPEs.

Al igual que ocurriera con las emociones despertadas en el aprendizaje y la enseñanza de la Biología, encontramos que las emociones positivas en Geología son más repetidas en la etapa de estudiante, mientras que en la etapa de docencia disminuyen y aparecen las emociones negativas nerviosismo y preocupación. Cabe destacar que en nuestra muestra no existe participación de algún sujeto que hubiera realizado una titulación relacionada específicamente con la Geología, por lo que la disminución de emociones positivas y el aumento de las negativas podrían estar justificados.

En la figura 3, vemos que las emociones experimentadas en el aprendizaje de Física (ESO) son tanto positivas como negativas. Las emociones que obtienen mayores porcentajes son simpatía, entusiasmo, nerviosismo, satisfacción,

afinidad, diversión, desesperación, pesimismo,... Y en la enseñanza de estos contenidos, la mayoría de los sujetos experimentarían emociones negativas como son nerviosismo, preocupación y ansiedad.

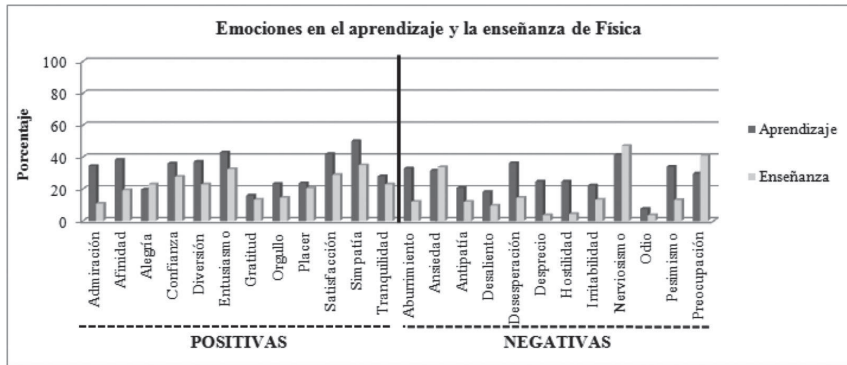


Figura 3. Emociones despertadas en el aprendizaje y la enseñanza de contenidos de Física (ESO) por los alumnos del MUFPEs.

La comparación de ambas etapas nos revela que tanto las emociones positivas como negativas disminuyen en la etapa de docencia de la Física, a excepción de nerviosismo y preocupación que presentan un mayor recuento en esta etapa.

El aumento de emociones negativas en el aprendizaje de la Física, a diferencia de la Biología y la Geología, coincide con otros trabajos (Borrachero et al., 2011b; Solbes, 2011) donde se indica que en la ESO los alumnos poseen actitudes y emociones más negativas hacia las asignaturas de la Física y la Química, sintiendo un rechazo y desinterés por estas, ya que las ven más difíciles, aburridas y poco prácticas.

En la figura 4, encontramos que las emociones experimentadas en el aprendizaje de la Química (ESO) son mayoritariamente positivas (simpatía, confianza, entusiasmo, diversión, afinidad, etc.). Destacamos emociones negativas como preocupación y nerviosismo, aunque en menor medida que en el aprendizaje de la Física. En cuanto a la enseñanza de esta materia, encontramos que los sujetos se declinan por las emociones simpatía, confianza y entusiasmo, pero también nerviosismo y preocupación. Una vez más, las emociones positivas coexisten con las negativas.

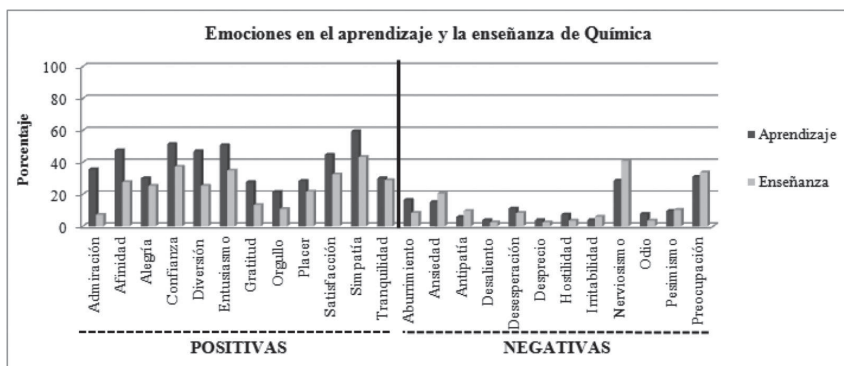


Figura 4. Emociones despertadas en el aprendizaje y la enseñanza de contenidos de Química (ESO) por los alumnos del MUFPEs.

Al igual que ocurriera en las otras materias científicas, las emociones positivas disminuyen en la etapa de docencia de la Química y cobran mayor importancia las emociones negativas nerviosismo y preocupación.

Discusión

El estudio realizado sobre las emociones en el aprendizaje de las ciencias con alumnos del MUFPEs, nos muestra que las emociones que experimentaron en Secundaria están relacionadas con las futuras carreras o itinerarios que han elegido, pues presentan emociones positivas en cada una de las asignaturas científicas. Esto coincide con la línea de otros estudios de similar temática donde los sujetos de itinerarios no científicos experimentan un aumento de emociones negativas hacia las materias de ciencias (Borrachero et al., 2011b), si bien es cierto que en la asignatura de Física la mayoría de los sujetos experimentaron emociones tanto positivas como negativas.

Conocer las emociones que experimentaron en secundaria los futuros profesores de esta etapa puede ser muy útil desde dos puntos de vista: por un lado, para que ellos mismos sean conscientes de su importancia y, por otro lado, para que puedan actuar en consecuencia con respecto a su enseñanza y al aprendizaje de sus alumnos (Costillo et al., 2013). Consideramos de vital importancia que los

futuros docentes reflexionen sobre su propia experiencia escolar, y la formación inicial es el marco adecuado para que puedan realizar esta reflexión. Conocer las propias emociones que experimentaron en el aprendizaje de las diferentes materias les permitirá tomar conciencia de que pueden ser vulnerables emocionalmente, de su propia historia como estudiantes y de cómo las emociones pueden afectar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las materias de ciencias.

De igual forma, la investigación realizada sobre las emociones en la enseñanza de las ciencias con alumnos del MUFPEs, nos muestra que las emociones que experimentarán la mayoría de los sujetos al impartir contenidos científicos en Secundaria son positivas. Aunque en la enseñanza de contenidos de Física y Química exista un aumento en las emociones negativas, debemos señalar que dichas emociones (nerviosismo y preocupación) son propias de todo ser humano que se enfrenta a algo nuevo por primera vez, emociones que pueden llegar a activar al futuro docente para superarse y no a paralizarlo.

La comparación de ambas etapas nos revela que en cada una de las materias, las emociones positivas en la etapa de estudiante eran experimentadas por un mayor número de sujetos que en la etapa de docente. De igual modo, las emociones negativas también eran superiores en la etapa de alumno a excepción de ansiedad, nerviosismo y preocupación, que cobran mayor importancia en la etapa de profesor.

Oosterheert y Vermunt (2001), inciden en que la regulación de las emociones es un componente funcional y necesario para aprender a enseñar ciencias. El estudio realizado, nos muestra que es necesario que la formación inicial dote al profesorado de ciencias de un denso arsenal de competencias emocionales (Bisquerra, 2005), que le permitirá afrontar mejor su tarea docente en toda su complejidad, potenciando el desarrollo profesional del docente y mejorando su salud laboral a través de la prevención de la ansiedad y el estrés. Estas competencias emocionales estarían relacionadas con un proceso metacognitivo y metaemocional de reflexión, donde los futuros docentes serían conscientes de sus creencias, emociones y actitudes respecto a la enseñanza y al aprendizaje, a la formación científica y a sus prácticas de aula (Brígido, Bermejo, Conde, Borrachero y Mellado, 2010; Mellado, 2003; Sanmartí, 2001). Este proceso les ayudará a establecer estrategias de autorregulación de lo que el profesor siente y hace en su práctica diaria en el aula y sobre el aprendizaje que realizan sus alumnos.

A lo largo del desarrollo de sus competencias profesionales es necesario que afloren nuevas creencias, actitudes y emociones. El docente debe tomar conciencia de sus emociones y abrirse a la reconstrucción crítica de su nueva identidad, que se manifiesta en la discontinuidad de sus actos y en la posibilidad de no repetir la norma o lo esperado. Para ello, debe afrontar riesgos personales y profesionales en sus prácticas diarias de enseñanza, sin tener miedo al fracaso o al ridículo, innovando y utilizando nuevas actividades, y construir mecanismos de defensa que le ayuden a reconstruir y reafirmar continuamente su identidad como docente. Esto sólo ocurre cuando el profesor es competente emocionalmente, cuando es capaz de manifestar y tomar conciencia de sus ansiedades, miedos y entusiasmos, y usar sus emociones para cambiar no sólo individual sino también socialmente (Brígido, Caballero, Bermejo y Mellado, 2009b). Este cambio permitiría al docente afrontar en su total plenitud la enseñanza del día a día y las relaciones que mantiene (Soriano y Osorio, 2008).

Mearns y Cain (2003) argumentan que los profesores que se perciben a sí mismos como beneficiarios de cierto grado de habilidad para regular sus emociones, usan un amplio abanico de estrategias para enfrentarse a situaciones estresantes en el aula, lo que conlleva menos nivel de estrés y una mayor realización personal. Se ha encontrado un mayor uso de estrategias de supresión de pensamientos negativos y un mayor ajuste emocional en los profesores que se perciben con mayor inteligencia emocional, sobre todo aquellos que poseen una gran capacidad para reparar las emociones negativas. De igual modo, aquellos que comprenden y no atienden en excesos a las emociones propias o de las otras personas sienten mayores niveles de realización profesional (Perandones y Castejón, 2007).

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por los proyectos de investigación EDU2009-12864 y EDU2012-34140 del Ministerio de Economía y Competitividad de España y por el Gobierno de Extremadura.

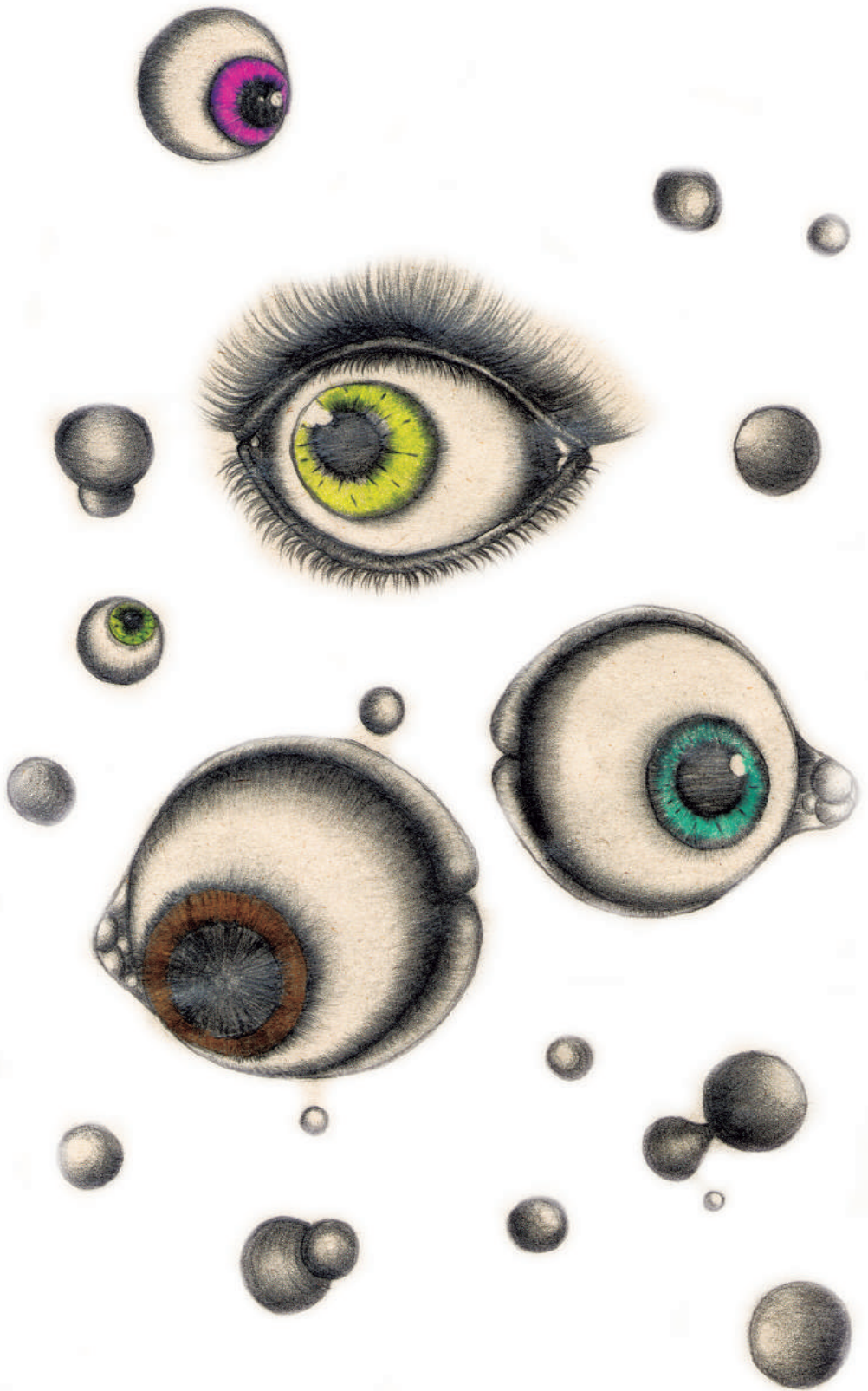
Referencias

- Atkinson, T. y Claxton, G. (2002). *El profesor intuitivo*. Barcelona: Octaedro.
- Barmby, P. y Defty, N. (2006). Secondary school pupils' perceptions of physics. *Research in Science and Technological Education*, 24(2), 199-215.
- Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Barcelona: Praxis.
- Bisquerra, R. (2005). La Educación emocional en la formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 19(3), 95-114.
- Borrachero, A.B. y Brígido, M. (2011a). Las emociones de los futuros profesores de Secundaria sobre el aprendizaje de las ciencias según el campo de procedencia. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 23(1), 99-106.
- Borrachero, A.B., Brígido, M., Gómez, R., Bermejo, M.L. y Mellado, V. (2011b). Las emociones de los futuros profesores de secundaria sobre el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *International Journal of Developmental and Educational Psychology. INFAD Revista de Psicología*, 23(3), 521-530.
- Brígido, M., Bermejo, M.L., Conde, M.C., Borrachero, A.B. y Mellado, V. (2010). Estudio longitudinal de las emociones en ciencias de estudiantes de maestro. *Revista Galego-Portuguesa de Psicoloxía e Educación*, 18(2), 161-179.
- Brígido, M., Caballero, A., Bermejo, M.L. y Mellado, V. (2009b). Las emociones sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en estudiantes de Maestro de Primaria. *Revista Electrónica de Motivación y Emoción*, XI(31).
- Brígido, M., Caballero, A., Conde, M.C., Mellado, V. y Bermejo, M.L. (2009a). Las emociones en ciencias de Maestros de Educación Primaria en Prácticas. *Revista de Educación Campo Abierto*, 28(2), 153-177.
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C. y Mellado, V. (2013). The Emotions about Teaching and Learning Science: A Study of Prospective Primary Teachers in Three Spanish Universities. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 299-311.
- Camps, V. (2012). *El gobierno de las emociones*. Barcelona: Herder.
- Casacuberta, D. (2000). *Qué es una emoción*. Barcelona: Crítica.
- Costillo, E., Borrachero, A.B., Brígido, M. y Mellado, V. (2013). Las emociones sobre la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las matemáticas de futuros profesores de Secundaria. *Revista EUREKA de Enseñanza y Divulgación de la Ciencia*, 10, 514-532.

- Costillo, E., Brígido, M., Bermejo, M.L., Conde, M.C. y Mellado, V. (2010). Las emociones de futuros docentes de secundaria sobre cuestiones relacionadas con la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *XXIV Encuentro de Didáctica de las ciencias experimentales*. Baeza (Jaén), 21 al 23 de julio de 2010.
- Damasio, A. (1996). *El error de Descartes*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza. Neurobiología de la emoción y los sentimientos*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Barcelona: Editorial Destino.
- Díaz, J.L. y Flores E.O. (2001). La estructura de la emoción humana: Un modelo cromático del sistema afectivo. *Salud Mental* 24(4), 20-35.
- Dos Santos, F. M. T, y Mortimer, E. F. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095-1110.
- Ekman, P. (2004). *¿Qué dice ese gesto?* Barcelona: RBA Libros.
- Extremera, N., Fernández-Berrocal, P., Mestre, J.M. y Gil, R. (2004). Medidas de evaluación de la inteligencia emocional. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 36(2), 209-228.
- Fernández-Abascal, E., Martín, M. y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Gardner, H. (1995). Reflections on multiple intelligences. *Phi Delta Kappan*, 77(3), 200-208.
- Garriz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 315-326.
- Griffiths, P.E. (1997). *What emotions really are: The problem of psychological categories*. Chicago: Chicago University Press.
- Hargreaves, A. (1998). The emotional practice of teaching. *Teaching and Teacher Education*, 14, 835-854.
- Hugo, D., Sanmartí, N. y Aduriz-Bravo, A. (2013). Estilos de trabajo emocional del futuro profesorado de ciencias durante el Practicum. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(1), 151-168.
- Lasky, S (2000). The Cultural and Emotional Politics of Teacher-Parent Interactions. *Teaching and Teacher Education*, 16(8), 843-860.
- LeDoux, J.E. (1999). *El cerebro emocional*. Barcelona: Ariel-Planeta.

- Manassero, M.A. (2013). Emociones: del olvido a la centralidad en la explicación del comportamiento. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*, (vol. I) (pp. 3-18). Badajoz, España: DEPROFE.
- Marbá, A. y Márquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 19-30.
- Mearns, J. y Cain, J.E. (2003). Relationships between teachers' occupational stress and their burnout and distress: roles of coping and negative mood regulation expectancies. *Anxiety, Stress and Coping*, 16, 71-82.
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 343-358.
- Mellado, V., Blanco, L.J., Borrachero, A.B. y Cárdenas, J.A. (2013). *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*. Badajoz, España: DEPROFE.
- Oosterheert, I.E. y Vermunt, J.D. (2001). Individual differences in learning to teach: relating cognition, regulation and affect. *Learning and Instruction*, 11, 133-56.
- Otero, M.R. (2006). Emotions, feelings, and reasoning in science education. *Revista Electrónica de Investigación en Educación de las Ciencias*, 1(1), 24-53.
- Perandones, T.M. y Castejón, J.L. (2007). Implicaciones para la formación del profesorado derivadas del estudio de la inteligencia emocional y la autoeficacia docente. *I Congreso Internacional "Nuevas Tendencias en la Formación Permanente del Profesorado"*.
- Pérez, A. y de Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (vol.I) (pp. 495-520). Badajoz, España: DEPROFE.
- Plutchik, R. (1980). *Emotion: A psychoevolutionary synthesis*. Nueva York: Harper & Row.
- Real Academia Española de la Lengua. (2001). Emoción. En *Diccionario de la Lengua Española* (22ª Ed.).
- Reeve, J. (2003). *Motivación y emoción*. México: Mc Graw Hill.
- Ritchie, S.M., Tobin, K., Sandhu, M., Sandhu, S., Hernderson, S. y Roth, W.M. (2013). Emotional arousal of beginning physic teachers during extended experimental investigations. *Journal of Research in Science Teaching*, 50(2), 137-161.

- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walwerg-Henriksson, H. y Hemmo, V. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. European Commission, Community Research.
- Sanmartí, N. (2001). Enseñar a enseñar ciencias en secundaria: Un reto muy completo. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 40, 31-48.
- Shapiro, S. (2010). Revisiting the teachers' lounge: Exploring the affective domain through reflection in teacher preparation. *Teaching and Teacher Education*, 25, 783-789.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique*, 67, 53-61.
- Soriano, E. y Osorio, M.M. (2008). Competencias socioemocionales del alumnado "autóctono" e inmigrante de educación secundaria. *Bordón*, 60(1), 129-148.
- Sutton, R. y Wheatley, K. (2003). Teachers' emotions and teaching: A review of the literature and directions for future research. *Educational Psychology Review*, 15, 327-358.
- Tobin, K. (2012). Sociocultural perspectives on science education. En B.J. Fraser, K.G. Tobin ay C.J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (pp.3-18). Dordrecht: Springer.
- Van der Hoeven Kraft, K.J., Srogi, L., Husman, J., Semken, S. y Fuhrman, M. (2011). Engaging Students to Learn Through the Affective Domain: A new Framework for Teaching in the Geosciences. *Journal of Geoscience Education*, 59, 71-78.
- Vázquez, A. (2013). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y tecnología. En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J. Cárdenas (Eds.), *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas* (vol.II) (pp. 245-278). Badajoz, España: DEPROFE.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(3), 274-292.
- White, G. (1993). Emotions inside out: the anthropology of affect. En M. Lewis and J. Haviland (eds.), *Handbook of Emotions*. New York: Guildford Press.



Capítulo 3

El Conocimiento Profesional Docente
Específico asociado a Categorías Particulares.
Fundamentación con estudio de caso

Gerardo Andrés Perafán Echeverri⁹

⁹ Docente investigador del doctorado Interinstitucional en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: anperafan@yahoo.com.

Resumen

En este capítulo se presentan los desarrollos epistemológicos alcanzados, por el autor, en relación con la construcción de la categoría *El Conocimiento Profesional Docente Específico asociado a Categorías Particulares*. Esta categoría tiene como referente el programa de investigación sobre el pensamiento y el conocimiento del profesor (Espinosa, 2013; Ángel, 2013; Fischer et al., 2012; Ponte, 2012; Martínez, 2009; Ball et al., 2008; Valbuena, 2007; Tamir, 2005; Marcelo, 2002; Shulman, 1989; Connelly et al., 1984; Elbaz, 1983; Gage, 1975) y, en particular, la categoría conocimiento profesional dominante, identificada y definida por Porlán y Rivero (1998). La emergencia de la categoría de la que nos ocuparemos supone una resignificación de los cuatro saberes propuestos por Porlán y Rivero como constitutivos de la misma y de los estatutos epistemológicos asociados a ellos.

Por otra parte, en el capítulo se presentan aspectos generales, con resultados provenientes de un estudio de caso, en los que se muestra la aplicabilidad y viabilidad de la categoría Conocimiento Profesional Docente Específico asociado a Categorías Particulares como una potente herramienta para analizar, comprender e interpretar los aportes específicos que realiza el profesorado en el proceso de construcción de las nociones que se enseñan en la escuela. Dichas nociones son entendidas como verdaderas construcciones epistemológicas producto de la actividad intelectual y de enseñanza del profesorado.

Introducción

En el ámbito del programa de investigación sobre el pensamiento y el conocimiento del profesor, hace ya varios años (Perafán 1997, 2004, 2011, 2012, 2013) vengo trabajando en una línea de investigación que busca reivindicar al profesorado en general, y al de ciencias en particular, como intelectual y como sujeto que construye un conocimiento tanto disciplinar como profesional. Específicamente, el interés en estos trabajos (Perafán, 2015) ha sido mostrar las condiciones epistemológicas desde las cuales es posible reconocer al profesorado como un sujeto que construye, en gran medida, las categorías que enseña.

En ese orden de ideas se ha hecho evidente que el conocimiento profesional y el conocimiento disciplinar del profesor están integrados en la génesis y desarrollo de la acción de enseñanza o, más exactamente, que el conocimiento profesional docente integra la producción que el profesorado realiza de las categorías de enseñanza, tanto como de las condiciones teóricas y prácticas que hacen posible la enseñanza de tales categorías. Es exactamente en este lugar donde ubicamos la viabilidad de la categoría Conocimiento Profesional Docente Específico asociado a Categorías Particulares, como herramienta que nos permite comprender la estructura y quizá, en parte, la génesis del conocimiento (tanto profesional como disciplinar) del profesor.

Conocimiento Profesional Específico del Profesorado asociado a Categorías Particulares

Desde nuestro punto de vista, el conocimiento profesional docente se refiere básicamente a la recuperación histórica y al desarrollo de lo que construye el profesorado en torno a las categorías que, de manera diferenciada, históricamente enseña. En ese sentido, se ha hecho necesaria una mayor determinación de la categoría en cuestión para dar cuenta de la integración de los cuatro saberes y sus estatutos en función de la producción de las categorías particulares (figura 1).

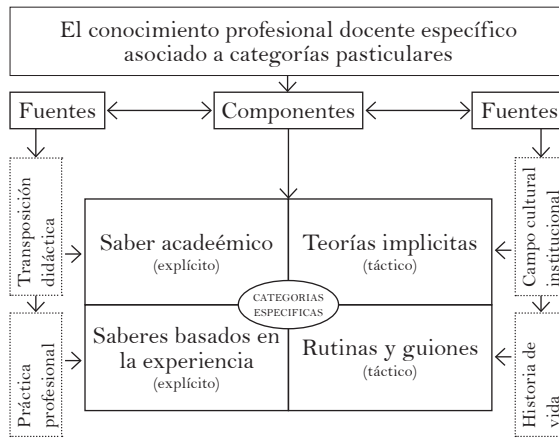


Figura 1. El Conocimiento Profesional Docente Específico asociado a Categorías Particulares.

Tomado de *La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesorado de ciencias (III)*, G. A. Perafán, 2012^a, Ponencia presentada en la 2^a Conferencia Latinoamericana del International History, Philosophy and Science Teaching Group. Mendoza, Argentina.

Como se observa en la figura 1, hemos avanzado hacia la caracterización y conceptualización del contenido material no sólo del conocimiento profesional docente como categoría general sino, más concretamente, en la caracterización del Conocimiento Profesional Específico del profesorado vinculado a las diferentes áreas, asociado a categorías particulares. El conocimiento profesional específico del profesorado aparece así, como un sistema de saberes integrados en el proceso de construcción de una categoría particular, o contenido, de enseñanza. Una breve descripción de este esquema sobre el Conocimiento Profesional Específico del profesorado asociado a Categorías Particulares permite aclarar lo siguiente:

Los saberes académicos asociados a categorías particulares

Aluden al hecho de que un sentido parcial de una categoría de enseñanza está relacionado con un trabajo de construcción consciente (racional-formal) por parte del profesorado, cuyo fin es ordenar la subjetividad en el aula en función

de ganar una mayor complejidad para la misma. En ese sentido, al enseñar una noción particular el profesorado produce conscientemente un orden discursivo de aula, constituido por una serie posible de relaciones de diferente orden elaboradas en forma de metáforas, símiles, alegorías e imágenes, entre otras figuras discursivas, cuya función es la de interpelar al estudiante para que devenga él mismo sujeto de ese orden en la medida en que lo produce conceptual y vivencialmente como parte de su propia “estructura cognitiva”. La categoría a enseñar es entonces un orden discursivo emergente en el aula.

Como veremos, en el estudio de caso que vamos a presentar más adelante, esas relaciones son constitutivas de la emergencia de la noción escolar que se está enseñando y son las responsables de crear el campo de resonancia cultural significativa, y significativo a la vez, que promueve un enriquecimiento del sentido de la noción escolar en la medida en que promueve a la existencia al sujeto sobre el que se produce dicho enriquecimiento. Se trata, por lo tanto, de la producción de un orden discursivo en el que un sujeto va ganando en complejidad y no, necesariamente, de un orden discursivo en el que un objeto va ganando en determinaciones; no obstante, dicho objeto se puede identificar y caracterizar como consecuencia de la ganancia en la complejidad del sujeto. Nunca antes, como en el proceso de producción del conocimiento escolar, se había podido observar con claridad que el sujeto (estudiante) y el objeto (saber) son la misma cosa.

Así, al hablar, entre otras, de la noción de nomenclatura química como saber académico escolar, debemos referirnos no a una noción al margen de la escuela, sino a una entidad epistemológica y discursiva construida conscientemente por el profesorado en la escuela con el fin de formar sujetos. Esa construcción marca sentidos particulares que son los que nos interesan en este tipo de estudios. Tales sentidos se producen en la medida en que el profesorado piensa explícitamente, en el aula, a golpe de metáforas, imágenes, símiles o alegorías, entre otras formas discursivas posibles. Este tipo de pensamiento se da en un proceso particular de lectura que el profesorado realiza sobre diversas fuentes de la cultura con la cual produce nuevos sentidos, en el contexto de una intención de enseñanza constitutiva de la misma. En este ámbito de producción de sentido escolar, la lectura como producción de sentido se ve afectada constitutivamente por la intencionalidad de enseñanza que es el principio incuestionable y fundante de

la subjetividad histórica nombrada y diferenciada como profesor o profesorado. En este ámbito la lectura de los libros de referencia no es más un ejercicio técnico de recuperación de sentidos estáticos, sino, ante todo, un ejercicio de producción de nuevos sentidos. A ese sentido, o sentidos particulares, apunta la idea de saberes académicos del profesor asociados a categorías particulares.

Los saberes basados en la experiencia asociados a categorías particulares

Están referidos a la construcción de un tipo de principios de actuación que devienen constituyentes de la noción enseñada, cuyo sentido específico se estructura precisamente porque lo que la explica en su proceso de emergencia es la mediación constitutiva de la intencionalidad de la enseñanza en un ámbito de reflexión sobre la acción. El profesor reflexiona en y sobre la acción de enseñanza de una categoría particular, mediada por una intencionalidad específica, lo que marca diferencias significativas en la construcción de sentido. Las metáforas, las imágenes y los símiles_ entre otras figuras constitutivas del discurso del profesorado en el aula, orientadas todas por un tipo de racionalidad práctica, aparecen como dispositivos estructurantes del sentido de las nociones que se enseñan como saberes prácticos, en tanto que productos de la reflexión que realiza el profesorado sobre su práctica concreta de enseñanza de las nociones escolares. Así, dichas metáforas, imágenes y símiles no son instrumentos didácticos que ayudan a la enseñanza de la noción escolar; por el contrario, son dispositivos culturales ampliamente reflexionados por el profesorado que contribuyen a la construcción de un sentido particular de la noción. El sentido general de cada noción enseñada está inevitablemente mediado por estos principios de actuación. Las nociones escolares devienen históricamente, en esta dimensión, nociones prácticas, porque el ámbito de su emergencia es la práctica profesional docente estructurada culturalmente como metáforas, imágenes y símiles.

Así, las nociones escolares, en esta dimensión práctica, son una suerte de dispositivos escolares contruidos por el profesorado con las que se promueve exitosamente a la existencia de sujetos capaces de ordenarse a sí mismos, en

tanto ordenan su experiencia, en la perspectiva de una serie de operaciones relativamente complejas. Sin la referencia a esas operaciones las nociones escolares que enseña el profesor son incomprensibles. Ahora bien, en tanto estas operaciones contribuyen a la construcción de una dimensión práctica del sentido de la noción escolar, permiten que en el proceso de integración más amplio a la noción general, esta última devenga un verdadero complejo epistémico. En efecto, como veremos más adelante en el estudio de caso, el Conocimiento Profesional Docente Específico asociado a Categorías Particulares que se concreta en una noción cualquiera (nomenclatura química, por ejemplo) tiene integrada también (no exclusivamente) una dimensión práctica como consecuencia de este tipo de operaciones instituyentes del sentido general de la noción. Esa dimensión práctica de la noción escolar favorece la orientación de los sujetos en su vida práctica y contribuye a la realización de la noción en tanto estructura práctica de la subjetividad que la hace posible.

Los guiones y rutinas asociados a categorías particulares

Apuntan particularmente a la construcción de un tipo de estructura de conocimiento experiencial tácito que instituye, en parte, a las nociones escolares que enseña el profesorado y que las identifica como actos intuitivos que permiten que el sujeto ordene, en una dimensión no necesariamente consciente, una parcela de su realidad y resuelva, de manera implícita, problemas asociados a la vida cotidiana en relación con operaciones específicas situadas. Las nociones escolares en esta perspectiva forman parte del sentido de la vida cotidiana o, más exactamente, contribuyen a la construcción de una parcela del sentido de la vida cotidiana de los sujetos que se dejan interpelar por ellas en el aula. Pero al mismo tiempo, ese horizonte más o menos atemporal atraviesa la experiencia del profesor en general y se desplaza como dispositivo que interpela a otros para hacer de la experiencia un continuo posible; así, ordenar desde un sentido parcial constitutivo de una noción escolar –en el sentido de abrir la dimensión humana a la posibilidad de órdenes cotidianos alternativos y con sentido– el mundo de la subjetividad escolar, implica movilizar en la intersubjetividad las

construcciones que el profesorado ha realizado y eso es lo que encontramos que ocurre en el aula.

Hay una cierta colonización del mundo de la vida cotidiana desde la escuela, que se explica por la condición de apelación a la educabilidad propia del conocimiento escolar. Así, las nociones escolares emergentes desde la estructura de conocimiento experiencial que se integra a las nociones más generales (Conocimiento Profesional Docente) en la experiencia de enseñanza que ocurre en el aula, son nociones que educan promoviendo a la existencia de sujetos, los cuales, estructurándose en un proceso de organización particular, ordenan su propia experiencia.

Como ha sido trabajado en dos documentos hasta ahora inéditos (Perafán, 2011, 2013), los guiones y rutinas como saberes constitutivos de las categorías que enseña el profesorado pueden ser avistados desde dos perspectivas: una relacionada con las ciencias cognitivas para las cuales la condición implícita de las mismas no niega la posibilidad de acceder a ellas por métodos relativamente estandarizados, y la otra relacionada con la psicología profunda o psicoanálisis, en cuyo caso el acceso se hace indirectamente a través del método de asociación. En cualquiera de los casos se trata de sentidos originariamente ocultos a la conciencia presente, pero que actúan como fuerzas orientadoras de la vida cotidiana.

Las investigaciones de aula sobre el Conocimiento Profesional Docente revelan que cuando se lo estudia en la perspectiva de la integración de saberes en la emergencia de una noción escolar concreta, el sentido de dicha noción escolar se encuentra constituido, también, por una dimensión implícita (subconsciente e inconsciente) cuyo destino es el de interpelar al otro desde esa dimensión y orientar un tipo de organización subjetiva particular en función de dicho sentido. Cada noción escolar que se enseña tiene un componente de sentido inconsciente (individual y colectivo) constituyente y actuante que hay que identificar, caracterizar y comprender. Tanto la fuerza del conocimiento experiencial tácito, milenario y dinámico, como la fuerza pulsional constitutiva de lo humano, hacen, entonces, parte inalienable del proceso de construcción del sentido que el profesor realiza de las nociones que enseña.

Las teorías implícitas asociadas a categorías particulares

Expresan un conjunto sincrónico de proposiciones implícitas, que en el discurso del profesorado están referidas al sentido de las categorías que enseña y que son construidas por los profesores sobre la base de su relación edificante con la red de relaciones semánticas que constituyen la cultura institucional escolar en la que se desempeñan. Dicha red –manifiesta en los documentos oficiales y en los diferentes discursos que circulan sobre los contenidos–, está referida, también, a las categorías que se enseñan en la institución y, en tanto referente obligado, se convierte en la práctica en un pretexto para la construcción de sentidos implícitos concretos en la enseñanza por parte del profesorado.

Los temas –y los procesos y procedimientos asociados a los mismos– designados institucionalmente para ser enseñados se constituyen en pretextos para que el profesor inconscientemente desarrolle metáforas, símiles, imágenes y otras figuras discursivas con las cuales se construye un sentido particular de las nociones que enseña. Por su naturaleza implícita, estas metáforas, símiles e imágenes portadoras del sentido de la noción que se enseña, pueden ser identificadas no tanto en los informes orales de los profesores como sí en el análisis de la estructura lógica subyacente a los acontecimientos de la enseñanza. Este conjunto de acontecimientos que ocurren en el aula en el momento de enseñar una noción cualquiera, lejos de ser un montón deshilvanado de hechos heteróclitos, como a veces parece, se revela, por el contrario, ante un análisis juicioso, como una unidad de sentido subyacente, la cual cuando se la lee como proveniente de la relación obligada con los referentes culturales institucionales, marca sentidos particulares a la noción que se enseña.

Así, las nociones escolares tales como nomenclatura química, entre otras, portan unidades de sentido particulares y emergentes, provenientes de metáforas, imágenes y símiles inconscientes construidas por el profesorado en su relación con los referentes culturales institucionales de obligada inmersión. Lo importante de la identificación y diferenciación de estos saberes (teorías implícitas asociadas a categorías particulares) radica en el esclarecimiento de que los temas designados institucionalmente para ser enseñados no tienen un sentido estático, sino que pasan, también, por el tamiz de las relaciones inconscientes y productoras de sentido propias de la subjetividad profunda de la que tales sentidos dependen como condición sine qua non.

Antes que ocultar o desconocer los aportes que la subjetividad profunda del profesorado produce, en relación con la red semántica institucional escolar, en la estructuración de las categorías de enseñanza, conviene investigar cómo en cada noción de enseñanza se da este aporte y cómo este asunto interviene en los procesos de formación de los estudiantes como sujetos de dichas nociones en el acto mismo de enseñanza.

De la integración de los cuatro saberes en la producción de una categoría particular de enseñanza

Uno de los aspectos más difíciles de determinar en este tipo de trabajos es el de la integración como principio constitutivo del orden discursivo del profesorado. No obstante, tanto los desarrollos teóricos como la práctica investigativa nos han aportado algunos elementos que permiten una aproximación a este punto. En efecto, en primer lugar la integración se evidencia en la producción de un orden discursivo en el que circulan al mismo tiempo metáforas, símiles, ejemplos, entre otras figuras, cuyo origen es diverso pero que concurren simultáneamente a la construcción de un sentido general y complejo de una noción: precisamente la noción a enseñar por la que se produce el orden del discurso escolar en el aula. Cuando interpretamos el discurso que se produce en el aula cuya intención es enseñar una noción concreta, comprendemos que todos los componentes de dicho discurso concurren a la configuración de un sentido complejo de tal noción. Si no hacemos un esfuerzo por comprender todas las relaciones (implícitas y explícitas) que configuran el sentido de la noción —es decir, el discurso mismo—, no entendemos qué es lo que realmente ocurre en el aula.

Hemos dicho que las metáforas, los símiles y los ejemplos, entre otros, no son instrumentos o técnicas didácticas al servicio de la enseñanza; por el contrario, en estas figuras consiste el pensamiento docente. El profesorado piensa a golpe de metáforas, de símiles, de ejemplos, etc.

En ocasiones se evidencia que una misma metáfora (o símil, o ejemplo) constitutiva del discurso del profesorado tiene orígenes diferentes. No obstante, a pesar de su origen epistémico diverso, dicha metáfora contribuye a estructurar

coherentemente un sentido particular de las nociones que se enseñan; así, al mismo tiempo, y como característica epistémica propia, una noción escolar enseñada está configurada por niveles de sentido diverso. Por otra parte, también se puede comprobar que diferentes metáforas (o símiles, ejemplos, etc.), cuyo origen epistémico es similar, concurren en el orden discursivo del profesorado que se produce en el aula a la configuración de una misma noción de enseñanza; de esta manera, una noción enseñada está configurada por metáforas (o símiles, ejemplos, etc.) diferentes cuyo origen epistémico es similar. En ese mismo orden de ideas hay que aclarar que metáforas, ejemplos y símiles diferentes, cuyo origen epistémico puede ser igualmente diferente, concurren a la vez a la configuración discursiva del sentido de las nociones que enseña el profesorado. En últimas, una noción enseñada está integrada a la vez por las mismas o diferentes metáforas, símiles o ejemplos (entre otras muchas figuras discursivas propias del tipo de pensamiento característico del profesorado), cuyos orígenes epistémicos pueden ser diferentes o similares. El trabajo de interpretación consiste entonces en sacar a la luz la compleja red de relaciones (implícitas y explícitas) que teje el profesorado (a golpe de metáforas, ejemplos, símiles, etc.) cuando produce un orden discursivo en función de la enseñanza de una noción escolar. Este trabajo de interpretación no evidencia otra cosa que la integración de saberes de diferente orden (origen epistémico distinto) que concurren a la producción de un sentido complejo de cada noción. Así, por ejemplo, los saberes académicos asociados a una noción escolar particular que ha sido designada para ser enseñada, se constituyen de metáforas, símiles y ejemplos (entre otras figuras discursivas propias del pensar del profesorado) cuyo origen es la transposición didáctica y que se integran para configurar el sentido académico de dicha noción; no obstante, dicho sentido no se agota en esta dimensión de saber sino que en el discurso del profesorado, al mismo tiempo, en una misma clase, se conjugan guiones y rutinas, saberes basados en la experiencia y teorías implícitas, constituidos todos de figuras discursivas tales como metáforas, símiles, ejemplos, entre otras, para configurar el sentido general y último de cada noción. De esta manera, insistimos en que la integración, como condición epistémica y material propia del conocimiento profesional específico del profesorado asociado a categorías particulares, hace de dichas categorías entidades epistémicas complejas.

Estudio de caso

Tanto en los desarrollos conceptuales, como en las investigaciones que estamos llevando a cabo actualmente, una vez determinados los cuatro saberes que constituyen el contenido formal del Conocimiento Profesional Docente, con sus respectivos estatutos epistemológicos fundantes (Perafán, 2011), mostramos cómo la caracterización del contenido material del Conocimiento Profesional Específico del profesorado pasa por la identificación de los procesos por los cuales dichos saberes constituyen, de manera diferenciada, cada una de las categorías particulares de enseñanza que ha construido el profesor y, por otra parte, la manera como esos procesos se integran en la producción de la categoría particular, en la enseñanza efectiva. Lo anterior justifica la documentación de casos, con el fin de ir construyendo poco a poco los conocimientos específicos (categorías) que conforman el corpus conceptual construido por el profesorado y que dan cuenta de la profesión docente desde una perspectiva académica.

Durante los últimos años mi interés ha estado orientado a dirigir y participar directamente en el desarrollo de algunas tesis de maestría y doctorado que se inscriben en la determinación del Conocimiento Profesional Específico del profesorado, asociado a Categorías Particulares. A continuación se presenta una síntesis de los aspectos relevantes de uno de estos trabajos, con el fin de mostrar evidencias significativas del papel del profesorado en la construcción de las categorías que enseña.

El Conocimiento Profesional Docente Específico del profesorado de química asociado a la noción de nomenclatura química

Identificar, caracterizar e interpretar el Conocimiento Profesional Docente que han construido los profesores de química (por lo menos los que participaron en la investigación de la que nos vamos a ocupar en este momento), en relación con la noción de nomenclatura química, fue el tema central de la investigación presentada por Tinjacá (2013) como requisito de grado en el programa de Maestría en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Para llevar a cabo dicha

investigación se tomó como referente conceptual la categoría Conocimiento Profesional Docente Específico asociado a Categorías Particulares a la cual hemos hecho alusión en este trabajo. Tesis como esta muestra la pertinencia de dicha categoría en la determinación del tipo de conocimientos disciplinares que han construido los profesores, los cuales identificamos directamente con las categorías que ellos enseñan en la escuela. La noción de nomenclatura química que se enseña en la escuela, cuando se la estudia tomando como referente el Conocimiento Profesional Docente Específico entendido como un sistema integrado, tanto de saberes como de sus respectivos estatutos epistemológicos fundantes, aparece inevitablemente como un constructo escolar del cual el profesor es su agente fundamental.

El sentido complejo y completo de la noción de nomenclatura química que enseñan los profesores, la cual resulta apropiado nombrar como nomenclatura química escolar, aparece como el resultado de la integración de múltiples sentidos originados en estatutos epistemológicos y saberes diversos, todos identificados históricamente como constitutivos del conocimiento del profesor. Diríamos que hay una polisemia constitutiva de dicha categoría, la cual se haya diseminada en el orden discursivo que construye el profesor al momento de la enseñanza. Así, un sentido académico consciente, uno práctico y reflexivo, uno experiencial y, por último, uno institucional implícito de nomenclatura química articulados a la constitución de la subjetividad del profesorado, integran la noción escolar.

La noción de nomenclatura química escolar en su acepción académica refiere a un proceso de interpelación subjetiva en la cual aprender a nombrar, dar nombre o construir formalmente marchas analíticas, en un lenguaje aparentemente estandarizado, es el objetivo principal. En el sentido práctico la noción de nomenclatura química escolar alude, igualmente, a un proceso de interpelación subjetiva que promueve un tipo de subjetividad práctica —por lo tanto diferente a la anterior—, a partir de un sentido práctico que desarrolla un conocimiento en la acción sobre el nombrar; así, se construyen también en el aula marchas analíticas en un sentido práctico. En un alcance experiencial vivencial, la noción de nomenclatura química escolar introduce una manera distinta de interpelación intersubjetiva, relacionada con un sentido que por lo general tiene que ver con el destino funcional de una pulsión que se ha visto afectado por una formalización que produce una acción represiva concreta que se manifiesta con sentidos

particulares integrados a la noción que se enseña. Por último, en la acepción institucional implícita interiorizada por el profesorado, la noción de nomenclatura química escolar alude a un sentido institucional oculto que ha sido interiorizado y, por tanto, hace parte de la subjetividad del maestro y que percibe el proceso de dar nombre como una acción institucional/personal que crea identidad social y cultural de manera inconsciente. Así, hay un nombrar racional-formal, un nombrar práctico, un nombrar experiencial vivencial y un nombrar institucional tácito interiorizado que se conjugan para configurar la noción escolar de nomenclatura química, entendida esta última como un proceso por medio del cual se promueve un sentido múltiple de construcción de identidad a partir de acciones de dar nombre en el marco de unos criterios previamente establecidos. Veamos cómo se muestra este proceso en el caso que nos ocupa:

Los saberes académicos y su estatuto epistemológico fundante: la transposición didáctica, asociados a la noción de nomenclatura química

Como lo hemos señalado con anterioridad, los saberes académicos que constituyen las nociones designadas para ser enseñadas, como la de nomenclatura química escolar, los construye el profesorado a base de metáforas, ejemplos y símiles, entre otras figuras discursivas, cuyo origen es la transposición didáctica, es decir, la producción de sentidos particulares conscientes a partir de lecturas mediadas por la intencionalidad de la enseñanza sobre obras abiertas que necesariamente pertenecen a la cultura escolar: tradición oral escolar, libros de texto, manuales escolares, videos, obras científicas designadas por el profesorado para la enseñanza, entre muchos otros.

En el trabajo que desarrolló Tinjacá (2014) como tesis de maestría podemos destacar algunas de estas metáforas constitutivas de los saberes académicos asociados a la noción de nomenclatura química escolar que voy a presentar en seguida con un análisis particular:

La subjetividad colectiva como símil que promueve la construcción de sentido sobre el saber académico asociado a la noción de nomenclatura química

Se puede evidenciar, en un número no despreciable de episodios constitutivos del orden discursivo que producen los maestros de química, una figura que busca “poner en comparación los estados de subjetividad del profesor y los estudiantes colocando de relieve la semejanza entre los mismos, en función de la comprensión de la noción de nomenclatura química” (Tinjacá, 2014). En este caso, la construcción del símil parte de la comprensión de la subjetividad como un fenómeno social e individual que se desarrolla como un proceso de interacciones que connotan, al mismo tiempo, identidad y diferencia. En efecto, los profesores que participaron de la investigación que realizó Tinjacá tratan a los estudiantes en el aula, y a sí mismos, como un sujeto colectivo, a la vez que reconocen la individualización que producen los nombres que los diferencian.

De acuerdo con las evidencias presentadas en ese trabajo, el orden discursivo de los profesores está cargado de expresiones tales como: “démonos cuenta”, “debemos ser muy precisos”, “vamos a denominar”, las cuales crean una condición cultural de resonancia para la comprensión del sujeto como un nosotros: el sujeto del aula que reconoce y con el que juega el discurso del docente es colectivo, Uno en la colectividad.

Ahora bien, al incluirse él, como otro y como sí mismo, en el proceso de interpelación a los otros (estudiantes), el profesor es consciente del lugar que ocupa en la estructura de la subjetividad colectiva. Es el director de la orquesta. Interpela a los otros como siendo sujetos idénticos a él mismo, pero con la consciencia de que esos otros han de devenir sujetos del orden discursivo que él moviliza como noción de nomenclatura química. Digamos que, en este caso, el profesor de química se reconoce como un sujeto que nombra, que construye marchas analíticas e interpela a los otros como iguales para crear una resonancia cultural que les permita devenir sujetos que nombran. No se trata sólo de enseñar un conjunto de reglas o fórmulas que se utilizan para nombrar todos los elementos y los compuestos químicos, sino de aprender a nombrar; es decir, de posibilitar desde la promoción de la intersubjetividad consciente que los estudiantes devengan sujetos que nombran, invitándolos a participar de una

especie de comunión de sentido en el acto académico de nombrar. Este proceso se logra, entre otras, con la construcción del símil de la subjetividad colectiva a la que hemos hecho alusión.

El libro de texto como pretexto que contribuye a la construcción de sentidos en relación con los saberes académicos asociados a la noción de nomenclatura química

En la tesis de Tinjacá (2014) podemos encontrar la siguiente afirmación:

los profesores construyen sentidos propios desde la lectura de los libros de texto en torno a la noción nomenclatura química. Esto ocurre a través de varios movimientos. Por una parte, el profesorado realiza una selección de los libros de texto que considera más adecuados para la enseñanza, y el criterio parece obedecer no al registro fiel de una gramática disciplinar, sino a la habilidad para convertir esa gramática en un orden discursivo diferente en función de referentes escolares tales como la edad de los aprendices, sus estilos de aprendizaje, los contextos, entre otros, que determinan la emergencia de sentidos diversos [...] El otro movimiento obedece a la convicción que mantienen los profesores de química según la cual el libro de texto es básicamente un pretexto para pensar y construir sentidos propios en el aula (p. 77).

Así, los sentidos académicos construidos por el profesorado de química en torno a la noción de nomenclatura química pasan por el reconocimiento de que el libro de texto, para que sea aceptado como buen referente en el aula, supone una primera transposición didáctica (en el sentido común de este término). Esta aceptación generalizada constituye un punto de partida fundamental en el camino que conduce a evidenciar la diferencia epistemológica entre el saber propio de las disciplinas no escolares y los saberes propios de la disciplina escolar. Los libros de texto de química constituyen, sin lugar a dudas, un componente importante del saber escolar por cuanto en ellos se encuentran diseminados saberes designados y construidos con la intencionalidad de que circulen en la escuela.

Ahora bien, la manera como se dibuja la relación del profesor de química, entendido como sujeto instituido en el marco de la intencionalidad histórica de enseñar, con los saberes diseminados en los libros de texto, no es la del aprendizaje, ni la de la adquisición de contenidos establecidos, sino la de una relación dinámica en la que el profesor, necesariamente, produce sentidos nuevos y distintos. La relación del profesor de química —en trance de devenir profesor de la noción de nomenclatura química—, con el libro de texto en el que se encuentra diseminado un trabajo transpositivo sobre esa noción, es ante todo de co-nacimiento: deviene sujeto-profesor de esa noción al mismo tiempo y en el mismo sentido en que la produce e integra a su estructura. La transposición didáctica alude aquí, entonces, a la manera de entender cómo el profesorado de química, en una relación dinámica con los libros de texto, construye un sentido académico de la noción de nomenclatura química mediado por la condición histórica de ser un sujeto intencional.

De esa relación resulta que el proceso de construcción de marchas analíticas en el que se desenvuelve una buena parte del discurso del profesor de química que enseña la noción de nomenclatura química, no es otra cosa que la puesta en escena de un sentido académico del arte de nombrar o dar nombre. En el orden discursivo de aula del profesor de química que enseña la noción de nomenclatura química, nombrar es un acto creador que trae a la existencia objetos mentales, abstractos, que pueden ser compuestos tales como óxidos u oxácidos.

Los saberes basados en la experiencia y su estatuto epistemológico fundante: la práctica profesional, asociados a la noción de nomenclatura química

A la construcción del sentido de la noción de nomenclatura química escolar se integran también saberes cuyo origen epistémico es la práctica profesional docente referida exclusivamente a la enseñanza de dicha noción. La historia profesional del profesorado de química incluye episodios en los que se evidencia la enseñanza efectiva de la noción de nomenclatura química escolar; así, en la práctica profesional docente del profesorado de química aparece una inteligencia práctica referida a la construcción, en la escuela, de la noción de

nomenclatura química. Al igual que en otros ámbitos de los saberes constitutivos del Conocimiento Profesional Docente Específico asociado a Categorías Particulares, el profesorado piensa, construye la noción de nomenclatura química, en forma de metáforas, rituales, ejemplos, etc. Estas figuras discursivas cuyo origen es la práctica profesional y, en particular, la reflexión que el profesorado de química realiza sobre la misma, emergen y se integran en la acción discursiva de aula para producir el sentido práctico de la noción de nomenclatura química, cuando el profesor se dirige a grupos concretos. Desde el punto de vista del desarrollo del Conocimiento Profesional Docente, el profesorado construye y enseña la noción de nomenclatura química interpelando a los otros (estudiantes) para que devengan sujetos de dicha noción, en la medida en la que construye y recrea sus propias metáforas (símbolos, ejemplos, etc.), de profundo contenido práctico, las cuales entretienen, constituyen, una fundamental dimensión de dicha noción.

La integración discursiva de ejemplos cotidianos como tipos de ritual que posibilitan la construcción de saberes basados en la experiencia asociados a la noción de nomenclatura química

Como se puede evidenciar en el trabajo de Tinjacá (2014), el profesor de química tiende a construir una serie de rituales que incorporan, ordenan y movilizan ejemplos cuyo sentido, aparentemente, guarda la misma estructura que la del sentido del horizonte de la vida cotidiana; pero, en realidad, emerge como una construcción nueva en el horizonte de la experiencia profesional de enseñanza de la noción de nomenclatura química. En esta dimensión que hemos denominado saberes basados en la experiencia, no es la vida cotidiana extraescolar la que determina la construcción del sentido de la noción de nomenclatura química, sino la práctica escolar de enseñanza que ha posibilitado que el horizonte de la vida cotidiana se constituya en pretexto para la creación de sentidos particulares nuevos y distintos.

Algunas rutinas que configuran el discurso del profesorado de química cuando enseña la noción de nomenclatura química, aparecen como dispositivos

epistemológicos portadores de sentido a partir de la reflexión que dicho profesorado ha ido consolidando en el acto de enseñanza de tal noción. Podríamos afirmar que el profesorado de química realiza una transposición didáctica desde el horizonte de sentido de la vida cotidiana a la práctica de enseñanza, basada en la reflexión sobre la práctica profesional que ha tomado como pretexto algún caso de la vida cotidiana. De esta transposición resultan un tipo de figuras constitutivas del discurso del profesorado de química, que en la tesis de Tinjacá han sido denominadas ejemplos cotidianos como saberes prácticos asociados a la construcción del sentido de la noción de nomenclatura química. Aprender a nombrar desde un punto de vista práctico, es decir, devenir un sujeto que nombra y que con la acción de nombrar construye una subjetividad asociada a principios de actuación prácticos, en la misma medida en la que realiza dichos principios creando realidades varias y viables, es un componente fundamental del sentido de la noción de nomenclatura química escolar.

Los mensajes-acción en el aula como rituales que construyen saberes basados en la experiencia asociados a la noción de nomenclatura química

Otro tipo de figuras discursivas que aparecen como constitutivas del orden discursivo movilizado en el aula por el profesorado de química en la enseñanza de la noción de nomenclatura química es lo que se ha denominado mensajes-acción. La acción de enseñanza de la noción de nomenclatura química en sí misma, en tanto acción intencional está, por definición, cargada de sentido. El trabajo de campo muestra cómo esa acción de enseñanza (susceptible de ser dividida en episodios, es decir, en unidades de sentido más pequeñas) transita prioritariamente por la ruta de la realización de marchas analíticas que involucran un hacer permanente (ejercicios en el tablero, por ejemplo) donde el sujeto participa de un sentido de lo que es nombrar –entendido como crear realidades viables–, desde la práctica misma, pero acompañada, esta última, de una orientación continua sobre la existencia de dicho sentido.

La puesta en escena de estos rituales (mensajes-acción), constituye un dispositivo altamente elaborado por parte del profesorado de química con el cual ha

dotado de sentido a la noción de nomenclatura química como una noción práctica que promueve a la existencia de un sujeto ordenado en función de su capacidad de traer a la existencia realidades viables tanto abstractas como materiales.

Los guiones y rutinas y su estatuto epistemológico fundante: la historia de vida, asociados a la noción de nomenclatura química

El horizonte de la vida cotidiana constituye un éthos con carácter epistémico para el profesorado de química, en relación con la construcción de la noción de nomenclatura química escolar. En efecto, el sentido complejo de dicha noción integra, también, sentidos sobre el nombrar emanados de la experiencia y las vivencias cotidianas que han entretijido al sujeto que posteriormente se hace docente. Nombrar, más allá de una acción consiente que se ejecuta según reglas, es ante todo una vivencia o experiencia cotidiana que aparece simultáneamente con la construcción significativa del mundo de la vida para el sujeto que posteriormente se hace docente de química. El nombrar como vivencia y como experiencia cotidiana es fundamentalmente una acción que teje sentidos tácitos acerca de lo que es nombrar. En la experiencia de la vida cotidiana el sujeto aprende a nombrar, nombra sin saber que está nombrando; por otra parte, no sabe, conscientemente, qué es nombrar. No obstante lo anterior, eso no significa que el acto de nombrar no lleve en sí mismo un sentido implícito acerca de qué es nombrar; por el contrario, este sentido no sólo existe como expresión cultural cotidiana, sino que adicionalmente va entretijando el mundo de sentido constitutivo de la vida interior del sujeto futuro profesor de química. Este fenómeno, obviamente, no es exclusivo de estos sujetos-futuros-profesores-de-química. Sin embargo, los sentidos implícitos particulares del nombrar cobran fuerza constitutiva de la noción de nomenclatura química escolar en el proceso de construcción que de la misma, en las aulas, hace el profesorado de química.

Nombrar se constituye en un tipo particular de guiones y rutinas que median la vida cotidiana de los sujetos, algunos de los cuales devienen profesores de química. Cuando esto último sucede tales guiones y rutinas cobran un sentido particular al articularse en la unidad constitutiva de un sujeto al que lo

determina la intencionalidad de la enseñanza. La noción nomenclatura química escolar como “objeto” de enseñanza es construida por el profesorado de química articulando en su discurso de aula específico guiones y rutinas sobre el nombrar, que tienen origen en la historia inconsciente de su vida cotidiana y que se materializan como ejemplos, símiles o metáforas, entre otras figuras propias del pensamiento docente.

En la tesis de Tinjacá (2014) se pueden evidenciar algunas de estas figuras constitutivas de los guiones y rutinas asociados a la noción de nomenclatura química. Voy a presentar un breve análisis de algunas de ellas.

El símil de la mirada como una rutina que aporta en la construcción del sentido escolar de la noción de nomenclatura química

Si bien el sentido manifiesto de las expresiones relacionadas con el ejercicio del mirar parecería aludir a algún tipo de episteme en particular que encuadraría a los sujetos en alguna concepción sobre el conocimiento (realismo ingenuo, empirismo o racionalismo incluso), las mismas se revelan ante el escrutinio con la categoría guiones y rutinas como algún tipo de símil que expresa un sentido latente relacionado con la función de nombrar. En efecto, la aplicación de la técnica de estimulación del recuerdo derivada de la comprensión de la categoría Conocimiento Profesional Docente Específico asociada a Categorías Particulares, más en detalle, de la vigilancia de la correspondencia del tipo de argumento que se refiere a los saberes inconscientes reprimidos con los episodios de clase —en el marco de un ejercicio de asociación libre—, muestra un sentido latente de la noción de nombrar integrada a la enseñanza de la noción de nomenclatura química escolar. Dicho sentido latente, manifiesto en el símil de la mirada, enfatiza en el nombrar como una pulsión cuyo fin es crear una identificación emocional con el proceso de constitución de realidades posibles tanto físicas como abstractas. Podríamos afirmar que es la pulsión yoica reprimida, en pleno el ejercicio de su exuberancia, creando realidades intersubjetivas en el acto de nombrar.

La noción de nomenclatura química construida por el profesorado de Química es así, también, un dispositivo cultural inconsciente que promueve la producción de nuevas realidades posibles, tanto en el orden de lo material como de lo intersubjetivo, a partir del desarrollo del discurso de aula del profesorado de química que se encuentra enseñando dicha noción.

La metáfora del juego como rutina portadora de sentido en la construcción de la noción de nomenclatura química

Al igual que en el caso del símil de la mirada, las expresiones relativas al juego que se encuentran en el discurso del profesor de química cuando se encuentra enseñando la noción de nomenclatura química, parecen aludir a un saber manifiesto relacionado con una actividad lúdica que se diferencia de la actividad de trabajo. La expresión juego parece, entonces, referirse a una actividad recreativa o herramienta para inducir la motivación del estudiantado hacia la elaboración de ejercicios con el fin de construir marchas analíticas o nombrar óxidos u oxácidos, entre otros compuestos químicos. No obstante, la aplicación de la técnica de estimulación del recuerdo derivada de la comprensión de la categoría Conocimiento Profesional Docente Específico asociada a Categorías Particulares, permite identificar un sentido latente debajo de lo que puede denominarse la metáfora del juego.

La metáfora del juego en el orden discursivo que moviliza el profesor de química en el aula, al enseñar la noción de nomenclatura química, aparece como conductor de un saber latente relacionado con la idea de juego como creación. Al nombrar, al dar nombre a las cosas, el niño que era el sujeto que devino profesor de química creaba mundos posibles, “imaginarios” y “reales”, que constituían el único mundo real construido como eyección de su acción de dar nombre. Para no perderse, para encontrar su casa, es decir, su mundo de objetos “reales” e “imaginarios”, el sujeto pulsional hacedor de lo real, construía sus propias reglas. Nombrar, entonces, era para ese sujeto un acto fundante de lo real. Por artificios culturales propios de lo que denominamos maduración o crecimiento, que no sería riguroso mencionar en un análisis como este, dicho poder del nombrar cede a una mirada donde prima la noción de las partículas materiales como fundamentales en la constitución de lo real. En este proceso, al parecer, queda

domeñada, por no decir reprimida, la fuerza pulsional creadora, en el marco de su destino asociado a la creación de lo real como proyección del inconsciente.

Siendo así, esta fuerza pulsional creadora reaparece en el profesor de química al momento de enseñar la noción de nomenclatura química, orientando la producción del discurso hacia la construcción de una metáfora cuyo sentido final es la expresión del poder de la acción de nombrar en la creación de mundos posibles, como fue evidenciado por el sujeto en etapas anteriores del llamado desarrollo psíquico.

Las teorías implícitas y su estatuto epistemológico fundante: el campo cultural institucional, asociados a la noción de nomenclatura química

Al igual que la historia de vida, la red institucional de sentidos que constituye las instituciones de enseñanza en las que ha enseñado y enseña el profesor de química, se constituye en un *éthos* con carácter epistémico para él, en relación con la construcción de la noción de nomenclatura química escolar. El profesor de química, como cualquier otro, construye su experticia inmerso en un campo cultural institucional de enseñanza que lo bombardea cotidianamente, por lo menos, desde dos ámbitos curriculares ampliamente reconocidos y nombrados a veces como el currículo oficial y el currículo oculto (Jakson, 1968). Tanto el currículo oficial, como el oculto, constituyen referentes de identidad profesional para el docente de química que día a día se va haciendo experto en la enseñanza de nociones designadas institucionalmente para ser enseñadas. Así, el currículo oculto y el oficial en las instituciones de enseñanza contemporáneas han designado la noción de nomenclatura química como un objeto de enseñanza cuya responsabilidad corresponde al profesor de química. Por otra parte, en estos currículos circula una versión oficial (“consignada” en los documentos oficiales y los libros de texto aceptados, que todos parecen reconocer) y una visión implícita (que tiene que ver con el currículo oculto, que incluye también los múltiples sentidos no tácitos [teorías implícitas] que los documentos oficiales suponen) sobre esta noción. Tanto la una como la otra bombardean al docente, siempre en devenir, siempre en trance de ser, y promueven su existencia como sujeto de la categoría en mención.

Ahora bien, como venimos viendo en este trabajo, esa designación no es más que eso, pues, lo fundamental —que no es otra cosa que el sentido propio de lo designado—, pasa por un proceso complejo de producción, tanto en la escuela como en el aula, mediado por el docente. De esta manera, el profesorado de química, como sujeto intencional, inmerso en una red institucional de sentido que ha designado la noción de nomenclatura química como objeto escolar de enseñanza, se va constituyendo como profesor experto en la enseñanza de esa noción, en la medida en que desde ese referente construye sentidos particulares sobre la misma. No obstante, no siempre, ni mayoritariamente, esa construcción de sentido sobre la noción de nomenclatura química es consciente y, por el contrario, la red institucional (currículo oficial y currículo oculto) favorece que el profesor de química construya inconscientemente sentidos complejos sobre la acción de nombrar asociada a la creación de mundos posibles, desde el lenguaje, en relación con la organización de compuestos; que es en últimas lo que llamamos en este caso teorías implícitas asociadas a la noción escolar de nomenclatura química. En últimas, hay unos sentidos relacionados con la acción de nombrar que el profesor de química ha construido inconscientemente, en su relación de inmersión constituyente con la cultura institucional de las instituciones de enseñanza en las que trabaja, que se integran en la acción de enseñanza al sentido más general de la noción de nomenclatura química escolar.

Este sentido, como en los anteriores casos, aparece distribuido en un conjunto de imágenes, metáforas o símiles, entre otras figuras con las que el profesor piensa y construye la noción en el proceso de enseñanza. En el caso de la investigación de Tinjacá nos interesa explicar, a nuestra manera, dos de esas figuras, a saber:

La metáfora comprender-haciendo como teoría implícita que aporta a la construcción de la noción de nomenclatura química escolar

Las expresiones tales como: “comprender lo que se está haciendo”, “construir porque ya se comprende” o “saber lo que se está haciendo para comprender”, entre otras, constitutivas del orden discursivo del profesorado de química cuando está enseñando la noción de nomenclatura química, aparecen ante la

aplicación de la técnica de estimulación del recuerdo —en triangulación con algunos análisis de documentos culturales—, como hilos conductores que conducen a la explicitación de una teoría implícita relacionada con el sentido de la noción de nomenclatura que enseña el profesor.

En efecto, la alusión a las diferentes relaciones entre el comprender y el hacer que se encuentra diseminada en el discurso de los profesores de química en la enseñanza de la noción de nomenclatura química, parece aludir inicialmente de manera tácita a la teoría institucional del aprender haciendo. Esta última aparece desarrollada en los documentos institucionales, y en la cultura en general que se moviliza en los colegios donde laboran estos docentes, como referente teórico que orienta los procesos educativos. No obstante, en la práctica de enseñanza los profesores en cuestión no siguen este tipo de orientación como un repertorio formalizado de normas, principios y definiciones orientadoras de la acción. En realidad ante una solicitud de verbalización de las teorías que orientan su acción, en el caso de los profesores que participaron de esta investigación, son otras las teorías que se expresan.

Aun así, el contexto cultural institucional asociado a la teoría del aprender haciendo parece influir considerablemente en la producción tácita que realiza el docente de una relación entre aprender como nombrar en tanto acción realizada por los sujetos. En el caso concreto del desarrollo de los ejercicios que promueven los docentes de química en clase, se puede afirmar que están soportados en una teoría implícita construida por el docente según la cual nombrar es una acción práctica no verbalizable, cuando dicha práctica se realiza con sentido y no mecánicamente; así el estudiante no pueda dar cuenta verbalmente de lo que ha hecho, los profesores tienden a aceptar que han comprendido si el desarrollo de los ejercicios que realizan manifiesta un saber nombrar entendido como un saber hacer.

Integración de los cuatro saberes en la construcción del sentido general de la noción de nomenclatura química escolar

En síntesis, la noción de nomenclatura química escolar como sistema de saberes integrados, entendida como un tipo de conocimiento profesional específico,

alude a un dispositivo cultural y pedagógico construido por el profesorado de química en el orden discursivo de aula que ocurre en la enseñanza interactiva, cuyo fin es promover a la existencia sujetos diversos capaces de crear mundos materiales y abstractos posibles, con la acción y el efecto de nombrar. La acción de nombrar así ejercida y aprendida tiene de base una diversidad de estatutos epistemológicos fundantes que la integran, lo cual hace de la noción de nomenclatura química escolar un dispositivo complejo e irreductible a uno cualquiera de sus componentes. Estos aspectos se pueden representar en la figura 2.

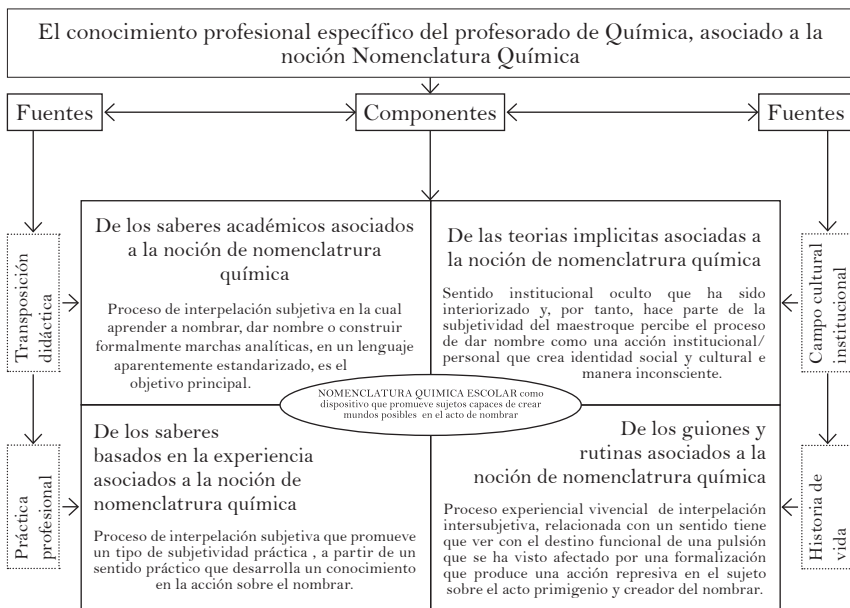


Figura 2. El conocimiento profesional específico del profesorado de química asociado a la noción nomenclatura química

Referencias

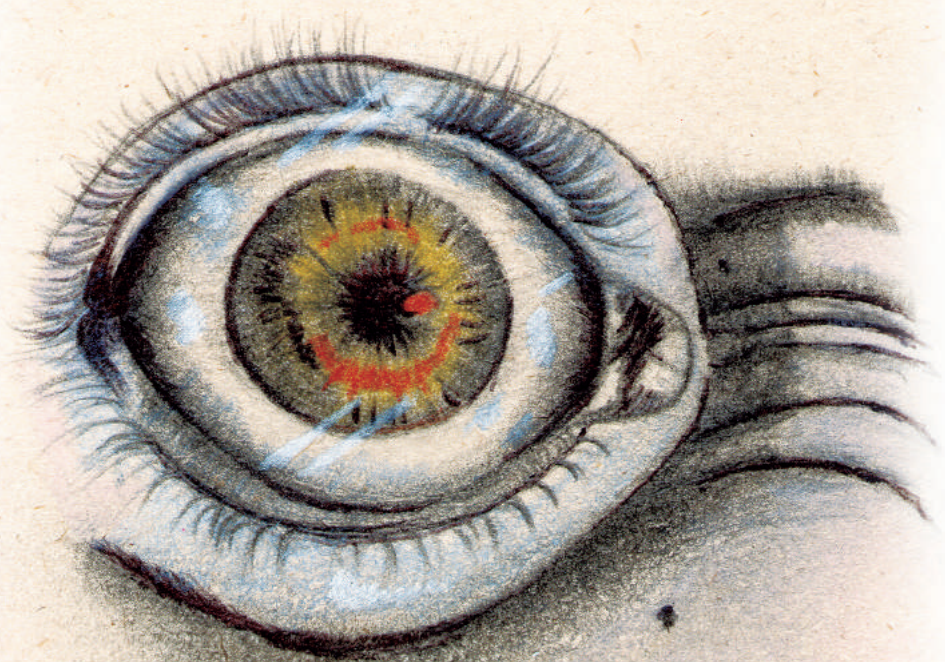
- Ángel, Z. M. (2013). *El conocimiento profesional del profesor de matemáticas asociado a la noción de número entero*. Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Badillo, R. E. y Azcárate, C. (2002). Conocimiento profesional del profesor de matemática: integración del conocimiento del contenido matemático y el conocimiento

- didáctico del contenido. En G. A. Perafán y A. Aduríz-Bravo (Eds.), *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional-Colciencias.
- Ball, D. L., Thames, M. H. y Phelps, G. C. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Bernal, I. C. (2012). *El conocimiento profesional del profesor de ciencias. Estudio sobre el conocimiento disciplinar en futuros profesores de biología*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Carreño, E. y Climent, N. (2010). Conocimiento del contenido sobre polígonos de estudiantes para profesor de matemáticas. *PNA*, 5(1), 183-195.
- Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aiqué.
- Clark, C. M. y Peterson, P. L. (1990). Procesos de pensamiento de los docentes. En M. C. Wittrock, *La investigación de la enseñanza*, Volumen III (pp. 442-539). Barcelona: Paidós.
- Connelly, F. M. y Clandinin, D. J. (1984). Personal Practical Knowledge at Bay Street School: Ritual, Personal Philosophy and Image. En R. Halkes y J. K. Olson, (Eds.), *Teacher Thinking. A New Perspective on Persisting Problems in Education* (pp. 134-148). Lisse: Sweets and Zeitlinger.
- Elbaz, F. (1983). *Teacher thinking. A study of practical knowledge*. Londres, Crom Helm.
- Espinosa, S. C. (2013). El conocimiento profesional docente específico de los profesores de preescolar y primaria asociados a la noción de escritura. Tesis de Maestría, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá.
- Fernández, S. y Figueiras, L. (2010). El conocimiento del profesorado necesario para una educación matemática continúa. En M.M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, y T.A. Sierra, (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 291-301). Lleida: SEIEM.
- Fischer, H. E., Borowski, A. & Tepner, O. (2012). Professional Knowledge of Science Teachers. En B. J. Fraser, K. Tobin y C. J. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education*, 24 (pp. 435-448). New York: Springer.
- Gage, N. L. (1975). *Conference on Studies in Teaching. Panel 6: Teaching as Clinical Information Processing*. National Institute of Education. Retrieved from <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED111807.pdf>

- Marcelo, G. C. (2002). La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar. Una revisión personal. En G. A. Perafán y A. Aduriz-Bravo (Eds.). *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional -Colciencias.
- Martínez, C. A. (2009). El conocimiento profesional de los (as) profesores (as) de ciencias: algunos aspectos centrales en el desarrollo de la línea de investigación. *Enseñanza de las ciencias, 11*, 62-75.
- Oliva, J. M. (2003). Rutinas y guiones del profesorado de ciencias ante el uso de analogías como recurso de aula. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, 2*(1), 31-44.
- Ortega, J. M. y Perafán, G. A. (2012). *Algunas tendencias en la investigación sobre el conocimiento profesional docente: antecedentes y estado actual de la cuestión*. Ponencia presentada en el III Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología - EducyT y II Congreso Iberoamericano en Investigación en Enseñanza de las Ciencias-CIIEC. San Juan de Pasto, 19-23 de noviembre.
- Perafán, G. A. (2015). *Conocimiento profesional docente y prácticas pedagógicas. El profesor como productor de conocimiento disciplinar-profesional*. Bogotá: Editorial Aula de Humanidades.
- Perafán, G. A. (2013). La Transposición Didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Revista Folios, 37*. En prensa.
- Perafán G. A. & Tinjacá, F. M. (2012). *El conocimiento profesional específico del profesorado de química asociado a la noción de nomenclatura química*. Ponencia presentada en III Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología - EducyT y II Congreso Iberoamericano en Investigación en Enseñanza de las Ciencias-CIIEC. San Juan de Pasto, 19-23 de noviembre.
- Perafán, G. A. (2012). *La Transposición Didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor de ciencias (II)*. Ponencia presentada en el III Congreso Internacional y VIII Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación. Bogotá. Agosto 23. Memorias en Cd.
- Perafán, G. A. (2012a). *La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesorado de ciencias (III)*. Ponencia presentada en la 2ª Conferencia Latinoamericana del International History, Philosophy and Science Teaching Group. Octubre 3-6. Mendoza, Argentina.

- Perafán, G. A. (2011). *El conocimiento profesional docente: nuevas perspectivas epistemológicas y metodológicas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Material de trabajo para El Seminario Doctoral. DIE. Manuscrito en prensa.
- Perafán, G. A. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2003). Comentarios al artículo: El itinerario del maestro: de portador a productor de saber. En A. Martínez Boom y otros. *Lecciones y lecturas de educación* (pp. 91-96). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2002). Polifonía epistemológica en el discurso del profesor de ciencias. Estudio de caso. En A. Adúriz-Bravo y G. A. Perafán, *Actualización en enseñanza de las ciencias en Latinoamérica*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Perafán, G. A. (2001). Diversidad epistemológica del profesor y enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, número extra. Pp. 399-400.
- Perafán, G. A. (2000a). Epistemologías del profesor y enseñanza de las ciencias. Hacia un concepto adecuado acerca de las epistemologías de los profesores de física. *Pedagogía y Saberes*, 15, 27-42. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2000b). *Epistemological Referents of the Physics Teachers*. International Conference Physics Teachers Education Beyond 2000, agosto-septiembre. Barcelona: Girep (en CD-ROOM ISBN: 84-699-4416-9).
- Perafán, G. A. (1997). *Pensamiento docente y práctica pedagógica*. Bogotá: Editorial Magisterio.
- Perafán, G. A. (1996). Investigar el pensamiento práctico de los docentes. Un compromiso ineludible. *Revista Evaluación y cultura escolar*, 2, 31-43. Bogotá: Red de Docentes Investigadores en Educación – Universidad Pedagógica Nacional.
- Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. Planas, N. (Coord.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática*. Barcelona: Graó.
- Porlán, A. R. (1994). Las concepciones epistemológicas de los profesores. El caso de los estudiantes de magisterio. *Investigación en la escuela*, 22, 67-87.
- Porlán, A. R. y Rivero, G. A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Díada.
- Shulman, L. S. (1989). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. Una perspectiva contemporánea. En M. C. Wittrock, *La investigación de la enseñanza*, Volumen I (pp. 9-91). Barcelona: Paidós.

- Tamir, P. (2005). Conocimiento profesional y personal de los profesores y de los formadores de profesores. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9, 2.
- Tobin, K. & Lamaster S. (1995). Relationships between Metaphors, Beliefs and Actions in a Context of Science Curriculum Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 32 (3), 225-242.
- 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 Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid.
- Veal, W. R. y MaKinster, J. G. (1999). Pedagogical Content Knowledge Taxonomies. *Electroninc Journal of Science Education*, 3(4). Retrieved from <http://wolfweb.unr.edu/homepage/crowther/ejse/vealmak.html>



Capítulo 4

Conocimiento profesional específico del profesor
de tecnología e informática sobre el concepto de
tecnología

Jorge Mario Ortega Iglesias¹⁰

¹⁰ Doctorando del Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Pedagógica Nacional. Correo electrónico: joor212@gmail.com

Resumen

El presente documento aborda, en términos generales, algunos planteamientos importantes derivados de los desarrollos y alcances del programa de investigación sobre el conocimiento del profesor. En esta oportunidad asumimos la categoría Conocimiento Profesional Docente Específico como una noción potenciadora de los procesos de producción de sentido del profesorado asociado a nociones o conceptos con los que día a día asume el rol de educador. Así, entendemos que la noción de Conocimiento Profesional Docente Específico del profesorado de tecnología e informática sobre el concepto de tecnología permite un despliegue importante para estudiar con rigor el conocimiento que producen los maestros de tecnología, ello como resultado de su relación histórica con el saber que circula en la escuela y en especial la intención colectiva de enseñar que lo ha constituido. Se presentan algunos avances de orden metodológico y hallazgos relevantes de la investigación titulada: “Conocimiento Profesional Específico de los profesores de tecnología e informática asociado al concepto de tecnología”, trabajo que se lleva a cabo en el Doctorado Interinstitucional en Educación que ofrece la Universidad Pedagógica Nacional, específicamente en la línea sobre epistemología y conocimiento del profesor, en el grupo Investigación por las Aulas Colombianas (INVAUCOL).

Introducción

Shulman (1986), con su potente noción de *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), al preguntarse por el cuerpo de conocimientos que debe poseer un profesor para enseñar, abrió un interesante campo de estudio que, a nuestro juicio, ha sido pieza clave para tratar de comprender, entre otros aspectos, cuáles son los saberes que configuran el conocimiento del profesorado, su naturaleza y la epistemología que pueda dar cuenta de ellos. Tales cuestionamientos han permitido el despliegue y consolidación del programa de investigación sobre el conocimiento del profesor, mostrando un indiscutible avance tanto en términos teóricos como metodológicos durante los últimos 30 años. Este hecho ha permitido una mirada distinta del profesor por parte de la comunidad

académica, asumiéndose como un sujeto que representa un papel fundamental en las prácticas de enseñanza, no solo por las estrategias que incorpora durante la enseñanza interactiva para hacer efectivo el aprendizaje en los educandos, sino por el tipo de relación que este mantiene con el saber, en especial cuando se habla de producir conocimientos para enseñar.

Algunos avances investigativos de gran importancia en los estudios sobre el pensamiento y conocimiento del profesor muestran que tanto el conocimiento que se produce en la escuela como el conocimiento propio del profesor, son fruto de la integración de diferentes fuentes o categorías de saber (Grossman, 1990; García, 1998; Porlán y Rivero, 1998; Marcelo, 2002; Perafán, 2004, Martínez, 2009). Estos estudios, a su vez, además de reconocer que los saberes de los maestros son diversos, suponen procesos de integración, aspecto que revela un alto grado de complejidad partiendo del hecho de que se asumen saberes de naturaleza distinta dispuestos bajo la intención particular de enseñar.

Uno de los constructos teóricos que le apunta a la integración de los saberes que poseen los maestros, partiendo de la identificación de la *yuxtaposición de saberes* que constituye el conocimiento mayoritario de los profesores y su escaso nivel de integración, es el de *conocimiento profesional deseable* planteado por Porlán y Rivero (1998), el cual propone la instalación de una ruta alternativa que permita integrar las fuentes de saber de las cuales se nutre el conocimiento de los profesores: saberes académicos, creencias y principios de actuación, teorías implícitas y rutinas y guiones.

Por su parte, Perafán (2004), desarrolla un análisis sobre el trabajo de Porlán y Rivero alrededor de la *yuxtaposición de saberes* que configuran el conocimiento mayoritario del profesor, y toma distancia alrededor de los escasos niveles de integración que presenta la investigación precedente en cuanto a los saberes de los maestros, define *el conocimiento profesional del profesor como un sistema de ideas integradas*; es decir, que la naturaleza del conocimiento del profesor es de carácter integrado, por tanto la intención real de su estudio debe estar orientada en cómo ocurre tal integración y no en el planteamiento de rutas alternativas que posibiliten este hecho. Además, incorpora a las cuatro fuentes de saber cuatro estatutos epistemológicos fundantes que suponen lugares característicos

de producción de sentido:¹¹ la transposición didáctica para los saberes académicos, la práctica profesional para los saberes basados en la experiencia, el campo cultural institucional para las teorías implícitas y la historia de vida para los guiones y rutinas.

De igual forma, este autor sugiere la necesidad de realizar un giro intencional en la investigación sobre el conocimiento del profesor y preguntarse por el *Conocimiento Profesional Docente Específico, asociado a Categorías Particulares*, cuyo saber se asume como un sistema de ideas integradas, que integra saberes académicos, saberes basados en la experiencia, teorías implícitas y guiones y rutinas de acción alrededor de la construcción de una noción particular o contenido de enseñanza correspondiente a una disciplina escolar específica (Perafán, 2011, 2013b); es decir, se piensa que los contenidos de enseñanza con los cuales trabaja el profesor, desde las diferentes áreas estudiadas en la escuela, son fruto de la relación histórica que ha guardado el profesor con el saber, pero especialmente nacen a partir de la emergencia de la integración de los cuatro tipos de saber constituyentes del Conocimiento Profesional Específico. Así, por ejemplo, hablar de la categoría masa como contenido de enseñanza con el cual trabaja el profesorado de física es referirse a una categoría propia que ha construido este profesorado bajo el acto intencionado que encierra la enseñanza de esta categoría en la escuela, además ocurre a partir de la integración de los saberes particulares que determinan la especificidad de este conocimiento: saberes académicos asociados a la categoría masa, saberes basados en la experiencia asociados a la categoría masa, teorías implícitas asociadas a la categoría masa y guiones y rutinas de acción asociados a la categoría masa.

11 Perafán presenta también una resignificación de varias de las fuentes de saber planteadas por Porlán y Rivero, entre ellas cabe destacar los aportes relacionados con el saber académico, que lejos de ser el saber disciplinar o un saber tratado en la *noosfera dispuesto para su enseñanza*, ha de asumirse como un saber particular con características epistemológicas distintivas cuyo lugar de emergencia es la transposición didáctica. Esta última, debe comprenderse no como un saber técnico dispuesto para la modelación del saber disciplinar sino como el campo cultural, antropológico y epistemológico de donde se origina el conocimiento del profesor (Perafán, 2011, 2012, 2013a).

El conocimiento profesional específico de los profesores de tecnología e informática

En concordancia con Rueda (2007), el campo de la educación en tecnología comprende una importante necesidad tanto de formar hombres y mujeres capaces de ser sujetos críticos en cuanto al uso de las tecnologías, como de su participación en las transformaciones tecnológicas. Tal responsabilidad sitúa a la escuela, y en especial al profesorado de tecnología e informática, como agentes de gran impacto que contribuyen significativamente en la formación de estos individuos; en tal sentido, los profesores —bajo los principios intencionales que guardan su actividad formadora—, no solo toman parte activa en la consecución de los logros relacionados con la educación en tecnología, sino que en el marco de dicha actividad (enseñanza) construyen saberes, conocimientos escolares, que educan y son de gran significado para el quehacer de los estudiantes. Estos conocimientos que asumimos como propios del profesor, por un lado, se encuentran directamente relacionados con los contenidos de enseñanza concretos con los que trabaja y, por otro, conviven, se desarrollan, se reorganizan y reconfiguran en el marco del complejo cultural que conforma a la escuela, tomando mayor significado en el aula de clases durante la enseñanza interactiva.

En este sentido, basados en la propuesta de Perafán (2011, 2012, 2013a, 2013b) al preguntarse sobre la especificidad del conocimiento del docente; es decir, sobre las categorías particulares que enseña el maestro, situamos a este tipo de saber en función de los contenidos de enseñanza correspondientes al área de tecnología e informática. Específicamente nos preguntamos por el concepto de tecnología que este profesorado ha construido, producto de su relación histórica con el saber, en particular de aquel que se produce para enseñar. De este modo, asumimos que el concepto de tecnología que se enseña en la escuela, en el área de tecnología e informática, es construido por el profesorado, y obedece a un orden epistemológico característico, producto, entre otros aspectos, de la *transposición didáctica* (distinto de modelación de un saber) y demás fuentes de saber que integran el conocimiento del profesor. Por ello, adaptando el esquema propuesto por Perafán (2011, 2013b) para comprender el Conocimiento Profesional Docente Específico del Profesorado asociado a Categorías Particulares, asumimos la siguiente estructura que da cuenta de

los componentes que integran el Conocimiento Profesional Específico del profesorado de tecnología e informática asociado al concepto de tecnología.

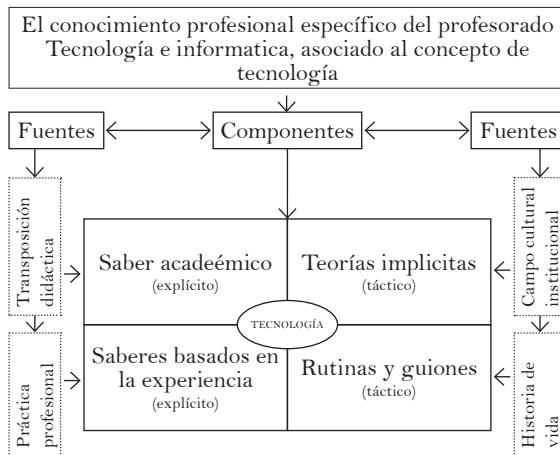


Figura 1. El conocimiento profesional específico del profesorado de tecnología e informática, asociado al concepto de tecnología

Ha sido necesario, por tanto, dirigir nuestra atención a aquellos postulados que defienden la visibilización del profesor como un sujeto intelectual, productor de sentido, cuya actividad profesional se enmarca bajo el principio intencional de enseñar y que, bajo dicho principio intencional, crea saberes, produce conocimientos que corresponden a una lógica particular y a un orden epistémico distintivo. En este sentido, hablamos del Conocimiento Profesional Docente Específico del profesorado de tecnología e informática, asociado al concepto de tecnología, como un lugar posible de diferenciación del conocimiento del profesor, el cual se reconoce como propio y a su vez como un acto de producción de saber en el orden discursivo del maestro.

Metodología del estudio

La investigación que planteamos es un estudio cualitativo de carácter interpretativo con la que a través de un estudio de caso múltiple se pretende identificar, caracterizar e interpretar el Conocimiento Profesional Docente

Específico del profesorado del área de tecnología e informática asociado al concepto de tecnología. Para ello, se han seleccionado dos profesores a cargo de la enseñanza del área de tecnología e informática, un profesor en el nivel de educación básica primaria que cuenta con una experiencia profesional de 13 años y otro en el nivel de básica secundaria con una experiencia profesional de 30 años. La experticia es condición necesaria para este tipo de estudios.

Para la recogida de los datos se ha empleado la observación participante, entrevistas semiestructuradas, técnica de estimulación del recuerdo y análisis de los productos culturales institucionales (Proyecto Educativo Institucional [PEI], y planes de área). Las observaciones realizadas fueron guiadas bajo un protocolo de observación construido y validado durante el desarrollo de un Seminario Doctoral de Investigación, bajo la dirección del profesor Perafán (Cf. Perafán, 2011, Perafán y Tinjacá, 2012, Perafán, 2013a). Teniendo en cuenta este protocolo, se logró observar a los maestros durante sus prácticas de enseñanza en un total de 26 grabaciones de clase en audio y video, cuyos registros fueron transcritos y complementados con ambas fuentes de información. También se aplicó una sesión de estimulación de recuerdo por cada profesor, en la cual se seleccionaron los episodios más significativos (entre 5 y 7 episodios por maestro) que posteriormente fueron revisados por estos y al mismo tiempo iban dando cuenta del contenido implícito de su pensamiento durante la actividad que realizaban. Finalmente, se aplicaron las entrevistas y se realizó la lectura y análisis de los productos culturales institucionales.

Para el análisis de los datos se utilizó el dispositivo denominado *Analytical Scheme* construido por Perafán (2011, 2013), en el cual se virtió la información capturada de los diferentes instrumentos de recogida de datos es decir, las transcripciones enriquecidas a partir del contenido gestual, uso de materiales, utilización del tablero, de audio y vídeos de clases, así como también las entrevistas y técnica de estimulación del recuerdo aplicadas.

Posteriormente, la información ya vertida en el *Analytical Scheme* fue dividida y enumerada por episodios. Luego, cada episodio se analizó aplicando los 4 tipos de argumentos propuestos por Perafán y constitutivos del *Analytical Scheme* mencionado y, más concretamente, aplicando al análisis de la información los 17 tipos de argumentos que Perafán propone como despliegue de los cuatro ya enunciados. Para mayor ilustración, presentamos un cuadro donde pueden observarse dichos argumentos con su respectiva explicación:

Tabla 1. Cuadro síntesis sobre el *Analytical Scheme* propuesto por Perafán

CATEGORÍA	ARGUMENTO	DEZPLIEGUE DEL ARGUMENTO
<p>Tipos de saberes que habitan el discurso del profesor en relación con la producción de la noción de tecnología</p>	<p>ARG1: $EP_n \subset \theta_n \leftrightarrow Y_n \in Y_n \in (\Theta A \text{ o } \Theta B)$ (Un episodio cualquiera (EP_n), está incluido (\subset) en un tema cualquiera de los cuatro planteados (θ_n), si y solo si (\leftrightarrow) dicho tema pertenece (\in) a uno de los cuatro saberes identificados como integrados al Conocimiento Profesional Docente (Y_n) y ese saber (Y_n) pertenece (\in) o está integrado al Conocimiento Profesional Docente Específico del profesor que en esta investigación ha sido comprendido como un caso (ΘA o ΘB) a investigar)</p>	<p>ARG1.1: $EP_n \subset \theta_1 \leftrightarrow Y_1 \in Y_1 \in (\Theta A \text{ o } \Theta B)$ ARG1.2: $EP_n \subset \theta_2 \leftrightarrow Y_2 \in Y_2 \in (\Theta A \text{ o } \Theta B)$ ARG1.3: $EP_n \subset \theta_3 \leftrightarrow Y_3 \in Y_3 \in (\Theta A \text{ o } \Theta B)$ ARG1.4: $EP_n \subset \theta_4 \leftrightarrow Y_4 \in Y_4 \in (\Theta A \text{ o } \Theta B)$</p>
<p>Acción Intencionada Discursiva del Maestro(AIDM)</p>	<p>ARG2: $EP_n \subset \theta_n \leftrightarrow Y_n \in \theta_n \text{ y } Y_n \in \text{AIDM} \rightarrow S$. (Un Episodio cualquiera (EP_n) está incluido (C) en un tema cualquiera de los cuatro planteados (θ_n) si y sólo si (\leftrightarrow) el saber Y_n (que pertenece a ese tema particular $-\theta_n$) aparece estructurado (pertenece, está contenido) en una acción discursiva intencional del maestro dirigida a sujetos (AIDM \rightarrow S)</p>	<p>ARG2.1: $EP_n \subset \theta_1 \leftrightarrow Y_1 \in \theta_1 \text{ y } Y_1 \in \text{AIDM} \rightarrow S$ ARG2.2: $EP_n \subset \theta_2 \leftrightarrow Y_2 \in \theta_2 \text{ y } Y_2 \in \text{AIDM} \rightarrow S$ ARG2.3: $EP_n \subset \theta_3 \leftrightarrow Y_3 \in \theta_3 \text{ y } Y_3 \in \text{AIDM} \rightarrow S$ ARG2.4: $EP_n \subset \theta_4 \leftrightarrow Y_4 \in \theta_4 \text{ y } Y_4 \in \text{AIDM} \rightarrow S$</p>

<p>Estatuto Epistemológico Fundante (Eef)</p>	<p>ARG3: $Ep_n \subset \theta_n \leftrightarrow \theta_n \in Y_n$ y $Y_n \in C_{ef_n}$. (Un episodio cualquiera (Ep_n) se reconocerá incluido (\subset) en un tema cualquiera de los cuatro (θ_n) planteados como esclarecedores del caso, si y solo si (\leftrightarrow) el tema (θ_n) pertenece (\in) a uno de los cuatro saberes (Y_n) y dicho saber a uno de los cuatro estatutos epistemológicos fundantes (E_{ef_n}). Transposición didáctica (Td); Práctica profesional (Pp); Campo cultural institucional (Cci); Historia de Vida (Hv).</p>	<p>ARG3.1: $Ep_n \subset \theta_1 \leftrightarrow \theta_1 \in Y_1$ y $Y_1 \in C_{ef_n}$ (es causado por) Td ARG3.2: $Ep_n \subset \theta_2 \leftrightarrow \theta_2 \in Y_2$ y $Y_2 \in C_{ef_n}$ (es causado por) Pp ARG3.3: $Ep_n \subset \theta_3 \leftrightarrow \theta_3 \in Y_3$ y $Y_3 \in C_{ef_n}$ (es causado por) Cci ARG3.4: $Ep_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in Y_4$ y $Y_4 \in C_{ef_n}$ (es causado por) Hv</p>
<p>Carácter Consciente del Inconsciente del Saber</p>	<p>ARG4: $Ep_n \subset \theta_n \leftrightarrow \theta_n \in Y_n$ y $Y_n \in C_n$s (Un episodio (Ep_n) está incluido (\subset) a un tema cualquiera (θ_n) de los cuatro que han sido definidos como esclarecedores del caso (Θ), si y solo si (\leftrightarrow) dicho tema (θ_n) pertenece (\in) a uno de los cuatro saberes (Y_n) que han sido reconocidos históricamente como integrados al Conocimiento Profesional Docente y si dicho saber (Y_n) está asociado o pertenece (\in) a una cualquiera de las condiciones consciente o inconsciente propias de dichos saberes (C_ns) que refieren a: 1) Saberes académicos explícitos teóricos (Sext). 2) Saberes experienciales explícitos prácticos (Sexp). 3) Saberes inconscientes estructurados como teoría (Sinet). 4) Saberes implícitos reprimidos (Simr) o saberes implícitos no reprimidos (Sim-r).</p>	<p>ARG4.1: $Ep_n \subset \theta_1 \leftrightarrow \theta_1 \in Y_1$ y $Y_1 \in Sext$ ARG4.2: $Ep_n \subset \theta_2 \leftrightarrow \theta_2 \in Y_2$ y $Y_2 \in Sexp$ ARG4.3: $Ep_n \subset \theta_3 \leftrightarrow \theta_3 \in Y_3$ y $Y_3 \in Sinet$ ARG4.4: $Ep_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in Y_4$ y $Y_4 \in Simr$ ARG4.5: $Ep_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in Y_4$ y $Y_4 \in Sim-r$</p>

Finalmente, tanto para la construcción de categorías de análisis constitutivas del conocimiento específico integrado del profesor como para su proceso de interpretación, se utilizó la triangulación de datos como mecanismo de cruce de información proveniente de diferentes fuentes cuya intención se centra en la visibilización de saberes académicos, saberes basados en la experiencia, teorías implícitas y guiones y rutinas de acción asociados a la producción del concepto escolar de tecnología.

Discusión

Partimos del hecho de que el proceso de análisis e interpretación de los datos es un proceso *de construcción de sentido* en el que el discurso del profesor y la multiplicidad de voces que lo constituyen proporcionan todo un entramado de significados, una compleja red semántica que ofrece constantemente ideas alrededor de su estructuración. En este caso, se reconoce el carácter histórico e integrado del saber del profesor de tecnología e informática y en especial el planteamiento de que este profesorado ha construido una categoría de tecnología propia, cuyo sentido emerge de manera integrada en el marco de la complejidad de la vida en el aula, las interacciones docente-estudiante y demás aspectos relacionados con los cuatro estatutos epistemológicos fundantes de las fuentes de saber que configuran el conocimiento del profesor.

En este sentido, nos proponemos presentar el conocimiento específico e integrado del profesorado de tecnología e informática sobre el concepto de tecnología; para ello, partimos del hecho de que una posible ruta de comprensión del principio de integración de este tipo de saber es reconocer y mostrar los saberes en primer lugar de manera desagregada, para lo cual se propone una serie de metáforas, ejemplos, símiles, analogías y demás elaboraciones discursivas visibles en el aula de clases, principalmente en el dispositivo discursivo de los maestros que dan cuenta de saberes académicos, saberes basados en la experiencia, guiones y rutinas de acción y teorías implícitas propias del profesor. Posteriormente, luego de reconocer los saberes de manera desagregada, nuestra atención se centrará en mostrar cómo las construcciones discursivas

identificadas a manera de saberes se integran para dar origen a la categoría específica tecnología, qué tipos de relaciones guardan y cuál es su dinámica constitutiva.

Así, bajo este principio de comprensión de la “realidad” estudiada, presentamos a continuación algunas de esas elaboraciones discursivas que dan cuenta del saber en juego. Haremos referencia a uno de los profesores del estudio de caso múltiple, el cual hemos denominado “Profesor Óscar”, ya que el estado actual de la investigación nos permite hacer tales aportes e inferencias.

Saberes académicos y su estatuto epistemológico fundante: la transposición didáctica asociada al concepto de tecnología

La metáfora de la cuchara como elaboración discursiva que refiere al concepto de tecnología escolar

Bajo los presupuestos que acompañan la lectura alternativa sobre la categoría transposición didáctica realizada por Perafán (2011, 2013a), reconocemos que el concepto de tecnología, como saber académico de los profesores del área de tecnología e informática, parte de una construcción propia en la naturaleza intencionada de enseñar dicho concepto, así como también de un lugar epistémico que se aleja en gran medida del campo disciplinar y que se instala más en un terreno definido por la relación que guarda el sujeto profesor con el saber, en este caso en función de enseñar qué es tecnología.

En los siguientes episodios intentaremos presentar cómo a través del “ejemplo de la cuchara” se produce un orden discursivo particular que, bajo el principio intencional de enseñar el concepto de tecnología, emerge como un sentido propio de la condición del sujeto enseñante en esta ocasión, dotado de un gran significado en aspectos relacionados con lo cotidiano y cultural que envuelven al sujeto profesor. En efecto, Óscar (nuestro primer caso), durante el registro de clases # 3, en fecha 12 de marzo del 2013, propone el siguiente abordaje sobre tecnología:

Clase 3. 12 de marzo del 2013.

Episodio 59

Profesor: Bueno si usted me pregunta a mi qué es tecnología yo le podría decir a usted que es generar cultura material a través de elementos de uso cotidiano, eso es para mí la tecnología porque usted cada vez que fabrica algo está generando una cultura.

Episodio 60

Profesor: Ya les expliqué la cuchara la otra vez ¿no? Ustedes vieron lo importante que fue la cuchara en la cultura, cómo un objeto tan simple, tan básico, cambia la cultura, eso es lo que vamos a hacer nosotros, cambiar culturalmente ¡sí!

Episodio 61

El ejercicio del navegante algunos lo ven como sí vamos a ir a romper huevos, vamos a ir a pegar palitos, pero no creo, usted pueda que genere una nueva cultura a raíz de ese objeto, ¿cierto?, puede que usted no lo note a simple vista pero usted, dentro de usted ya hay un cambio porque usted está tratando, usted está buscando solución a un problema; lo mismo vamos a hacer el día de hoy en informática ¿sí?

A nuestro juicio, la característica principal de los episodios anteriores que permite identificar algunos de los aspectos distintivos del saber académico propio del profesor no solo se centra en el argumento o despliegue teórico que propone la definición del profesor Óscar sobre tecnología: *generar cultura material a través de elementos de uso cotidiano (Episodio 59)*, pues si bien existe una declaración explícita en el marco de la relación directa entre sujeto, objeto tecnológico y cultura, posiblemente ligados al saber disciplinar que soporta el concepto de tecnología, la puesta en escena del *Episodio 60* alrededor de presentar la importancia social que tiene la cuchara a los estudiantes marca un direccionamiento epistemológico diferente.

Entendemos que el accionar discursivo del profesor Óscar propone de pretexto a la cuchara como objeto tecnológico que genera un cambio cultural, lo que indica

que puede ser cualquier otro objeto o elaboración tecnológica, como se presenta en el *Episodio 61*. Así, la metáfora de la cuchara que bien podría denominarse la metáfora del objeto, nace y cobra sentido a partir del acto intencionado que supone enseñar y explicar la noción de tecnología que posee el profesor. Digamos que, en el sentido de Chevallard (1997), es un saber que conoce con el sujeto y sitúa al profesor en un lugar diferente en tanto saber que produce para enseñar.

Ahora bien, se podría suponer que cuando el profesor organiza su pensamiento y propone discursivamente el planteamiento de un objeto para abordar una explicación teórica, como es el caso de la metáfora de la cuchara, se acude a una representación o forma particular del cómo (en el sentido metodológico o didáctico del caso) abordar tal teoría en formas análogas de presentación de los saberes o en un sentido más clásico se hablaría de transposición didáctica del concepto de tecnología. Sin embargo, entendemos que el sentido de emergencia de la metáfora de la cuchara comprende un lugar de creación diferente de un proceso de transformación del saber proveniente del campo disciplinar. Decimos que esta construcción discursiva es producto a nuestro juicio, entre otros, de tres aspectos, a saber: el primero tiene que ver con la *relación histórica que el profesor ha guardado con la noción de tecnología*, el segundo parte del *acto intencionado del profesor para enseñar* la noción y el tercero, de que *tal noción solo es posible ser comprendida en la escuela, especialmente en el aula de clases bajo la participación de los sujetos que hacen posible su emergencia*. Una evidencia de esta comprensión particular se encuentra en la técnica de estimulación del recuerdo, cuando se le pregunta al profesor sobre el ejemplo de la cuchara:

Técnica de estimulación del recuerdo. Óscar.

Episodio (34)

Investigador: Podría profe profundizar ese ejemplo de la cuchara y por qué utilizó ese ejemplo.

Profesor: Bueno, lo que pasa es que la cuchara es un objeto al que le perdemos toda importancia, o sea, la usamos tan a diario que para nosotros se volvió normal, entonces digamos que no le damos ninguna importancia.

Episodio (35)

Profesor: El ejemplo que yo les explicaba de la cuchara es como cuando en las primeras épocas de revolución y demás, se empiezan a generar cucharas metálicas de plata y demás, entonces eso fue símbolo de estatus, un estatus quo entre las clases fue la parte inicial para separar clases, digamos que mientras las demás personas comían con cucharas de madera otras comían con cucharas de plata y demás.

Episodio (36)

Profesor: Ehhhh, adicionalmente había otra cultura que era –estoy hablando aquí de tipo social– entonces digamos que dentro del tipo social más bajo esos artefactos no se requerían, no se necesitaban. Entonces empezamos a hacer con un objeto tan simple, que es de nuestro cotidiano y que ya lo pasamos a nuestra cotidianidad. En su momento cuando apareció casi que es un impacto social porque no es lo mismo comer con las manos por las enfermedades que genera ¿sí?, a que comer con (...)

Investigador: ¡No! y que tienes como que adaptarte, supongo.

Profesor: ¡Exacto! Además que no más la manipulación de esa herramienta ya necesita una aprehensión previa, ¿sí? entonces digamos que ese ejercicio es muy, lo llamo siempre porque a mí me impactó mucho ¿sí?, digamos cómo nosotros algo que inicialmente es tan revolucionario después lo adaptamos y eso sucede con todos los objetos, inicialmente son muy revolucionarios pero luego ya los incorporamos a nuestra cultura y luego ya se nos vuelven normales.

Episodio (37)

Profesor: Entonces digamos que nosotros no podemos pretender la vida o no podemos pensar la vida, así como el celular, ¿sí? como antes vivíamos sin eso, pero pues hoy en día es casi un delito, o sea no tener objetos de ese tipo, o sea casi que los colocamos como apéndices y todo eso es cultural. (...)

En el análisis anterior que hace el profesor Óscar sobre el ejemplo de la cuchara, podemos reafirmar el criterio de comprensión que subyace al abordaje del objeto tecnológico en el sentido escolar, el cual ha sido trabajado bajo una comprensión particular desde lo social, lo cotidiano y lo histórico, de la relación que el sujeto ha mantenido históricamente con el objeto tecnológico y en especial el significado que el profesor Óscar ha atribuido a la cuchara. Todas estas condiciones que fluctúan de manera compleja y simultánea en el pensamiento del profesor nacen en la escuela, específicamente en el aula de clases, y se convierten en determinantes constitutivas de la metáfora de la cuchara, como portadora de un sentido que le imprime un estatus cultural y de transformación cultural fuerte a la noción escolar de tecnología.

Por tal razón, asumimos que la metáfora de la cuchara es sin duda un despliegue importante de sentido que produce el maestro en el aula y que orienta la enseñanza de una comprensión particular sobre tecnología. Es por ello que la puesta en escena de esta metáfora es un saber apropiado que se produce y adquiere mayor significado en el acto de enseñanza, es un mundo de los muchos posibles creado para enseñar y explicar en este caso el orden teórico que encierra el saber relacionado con la tecnología. Por consiguiente, tal condición de sujeto enseñante brinda la posibilidad de producir saberes como el caso de la metáfora de la cuchara en el marco del principio intencional que procura que en el estudiante nazca o cambie la relación con el objeto de saber en juego, desde un objeto empírico material, hacia un objeto cultural del cual nos hemos extrañado como sujetos que somos productores y producto del mismo.

Los saberes basados en la experiencia y su estatuto epistemológico fundante: la práctica profesional asociada a la noción de tecnología escolar

La situación problema como metáfora que favorece la construcción de saberes basados en la experiencia asociados al concepto de tecnología

La práctica profesional representa una rica fuente de saberes que se construyen y deconstruyen a partir de las vivencias que el profesional experimenta durante el día a día de su ejercicio, en el intercambio con el otro y en especial a partir de las condiciones y particularidades que le ofrece el escenario donde se desarrolla dicha práctica. La escuela, especialmente el aula de clases, representa para el profesorado, en este caso, un mundo complejo y diverso que se configura a partir de aspectos tales como la multidimensionalidad, simultaneidad, imprevisibilidad, publicidad e historia (Jackson, 1968). Estos aspectos definen todo un entramado de relaciones entre el profesor, el saber y el estudiante, originando así conocimiento producto de la práctica profesional.

En este sentido, entendemos que la práctica profesional se instala como el estatuto epistemológico fundante de los saberes del profesor basados en la experiencia, aspecto que nos interesa desarrollar, pero con especial atención en los saberes basados en la experiencia asociados a la categoría tecnología que ha construido el profesorado, al cual hacemos referencia.

Una de las elaboraciones discursivas identificadas a partir de la práctica profesional que respaldan el saber basado en la experiencia del profesor Óscar la hemos denominado la metáfora *situación problema*, cuya elaboración reconoce el concepto de tecnología más allá de una definición teórica que se agota en una frase. Esta comprensión trasciende de una definición teórica a un lugar vivencial, a elementos que emergen a partir de las relaciones que mantienen los estudiantes con los objetos tecnológicos de su entorno, de su cotidianidad y la forma como los estudiantes enfrentan situaciones problemas en lo cotidiano. Estos aspectos representan para el profesor un anclaje cultural que denomina “cultura material”, de tal forma que cuando el profesor plantea situaciones problema en

el aula de clases, de fondo está abordando una noción de tecnología como cultura material; es decir, la situación problema que plantea el profesor encierra un noción particular de tecnología producto de la experiencia del profesor, la cual tácitamente desarrollan los estudiantes al intentar resolver las situaciones problema expuestas. Lo anterior puede observarse a partir del siguiente episodio identificado en la entrevista realizada al profesor Óscar:

Entrevista Óscar.

Episodio(42)

Investigador: ¿cuáles estrategias utiliza para enseñar la noción de tecnología?

Profesor: ¿cuáles experiencias?

Investigador: ¿cuáles estrategias?

Profesor: Ehhh... Bueno, pues es que yo soy muy pragmático, yo les pongo a los chicos a hacer... a hacer, o sea que ellos la vivan, yo les puedo explicar a ellos que la tecnología es dos puntos... ¿sí? y se les queda en una frase pero cuando ellos se dan cuenta que llegan a su casa y la encuentran en todos lados eso es más significativo —pienso yo que para el aprendizaje— entonces pues lo que realmente yo utilizo es situaciones problema, entonces yo les planteo una situación problema para lo cual ellos deben darle solución y mediante ese trabajo ellos implícitamente van abordando el concepto de tecnología. Finalmente no me interesa mucho o para mí no es muy importante que ellos me la definan ¿sí? que ellos digan tecnología es, dos puntos para mi tal cosa ¿sí? pero que sí sepan, que hay una relación cotidiana de lo que implica tener una necesidad, un problema y enfocarlo hacia eso porque para mí eso es la tecnología, la cultura material.

En este orden de ideas, entendemos que la metáfora *situación problema* es producto de la experiencia y experticia que ha dejado la práctica profesional en el profesor Óscar, ya que el hecho de enfrentarse con situaciones problema en

su vida profesional ha instalado una forma particular de comprender la tecnología, pero especialmente de enseñar esa forma particular de comprensión. Así, a la hora de enseñar la noción de tecnología, la metáfora *situación problema* se convierte en una nueva forma de despliegue de sentido que se ubica en un lugar distinto de definiciones conceptuales constituidas por frases. El sentido real de la noción se encuentra en el marco de las situaciones problemas que propone el profesor como lugares de producción de saber en los estudiantes y que en la experiencia del profesor mantiene un alto grado de significado e importancia. En el siguiente episodio extraído de la aplicación de la técnica de estimulación del recuerdo, se evidencian con mayor claridad estas apreciaciones.

Técnica estimulación del recuerdo Óscar

Episodio (...)

Profesor: Yo normalmente soy malo memorizando, yo no soy bueno para memorizar, eh... me gusta más entender la situación, tratar de solucionar y encontrar una alternativa y muchas veces puede que no la solucione de la misma manera, ¿por qué?, pues porque no la memorizo, sino... y eso, me ha sido muy útil, a mí en mi vida me ha sido muy útil el generar situaciones rápidas donde yo tengo un problema y cómo lo soluciono. Entonces ¡ah! por este lado y digamos todos los ejercicios que yo les pongo a ellos de Excel, son actividades que me han pasado a mí y me han tocado hacerla, me ha tocado solucionarlas de una manera u otra.

Episodio (...)

Entonces a mí me dicen: ¡no! que para mañana tenemos que encontrar que los niños que entren al colegio tienen que tener cuatro años cumplidos, entonces cómo hago yo para solucionar ese problema inmediato. Entonces cómo esa recursividad de darle mano a lo que tengo y como genero una respuesta, me ha sido tan útil que por eso trato de enseñársela a los muchachos, pero si ellos no entienden, no lo comprenden, no lo desglosan no lo desarmen, no lo miran y no lo toman para ellos, no es significativo, ¿sí? ese sería como esa curiosidad más que todo.

Las teorías implícitas y el campo cultural institucional como su estatuto epistemológico fundante asociado al concepto de tecnología

El aspecto social-formativo como metáfora implícita portadora de sentido en la construcción de la noción de tecnología escolar

Identificar las teorías implícitas que orientan y soportan el discurso del profesor se convierte en una tarea compleja, ya que intentamos comprender las relaciones existentes entre el discurso explícito que se hace manifiesto durante la enseñanza y las teorías que subyacen y soportan este discurso, aunque el sujeto profesor no sea capaz de verbalizarlas, es decir, no pueda, de manera consciente, dar cuenta de las teorías que dirigen su accionar discursivo.

Para el caso de las teorías implícitas asociadas a la noción de tecnología escolar, reconocemos que existe un lugar de producción de sentido que permea de manera inconsciente el discurso del profesor. Dicho lugar permite la vida, reproducción y trabajo de los saberes en la escuela, pero más desde una postura organizativa que establece pautas y propósitos alrededor de la enseñanza de los saberes escolares. Nos referimos al campo cultural institucional que se traduce en la puesta en escena de los referentes teóricos institucionales como: el modelo pedagógico, el plan de estudios del área de tecnología e informática, el sistema de evaluación, proyectos transversales, libros de textos, entre otros documentos que posibilitan la formación del sujeto. El campo cultural institucional es, pues, el estatuto epistemológico fundante de las teorías implícitas que habitan en el discurso del profesor y que en este caso se vinculan con el concepto de tecnología que mantiene el profesor Óscar durante su enseñanza.

Una de las teorías implícitas identificadas parte del reconocimiento de una metáfora recurrente en el discurso del profesor de la cual él no es consciente. Nos referimos al aspecto social-formativo que incide durante el abordaje de la noción de tecnología. Este aspecto subyace, por ejemplo, al orden discursivo del profesor Óscar cuando hace de manera insistente solicitudes a sus estudiantes sobre el uso adecuado de las tecnologías, en especial sobre la organización del tiempo

dedicado a cada una de las actividades realizadas de manera personal en sus vidas. Un componente del sentido de la noción de tecnología escolar, que circula inconscientemente o de manera tácita en el discurso del profesor, tiene que ver entonces con el carácter social formativo de la tecnología, tanto en su acepción positiva como negativa. Esas solicitudes, en el marco de la enseñanza de una noción escolar, entendida como un conocimiento que educa, instalan un posicionamiento sobre el significado del ser “muchacho”, que a nuestro juicio pueden referirse a procesos de socialización, de compartir con el otro, de otorgarle un lugar importante a las relaciones humanas fuera del lugar académico y más en un ambiente de esparcimiento y recreación. En los registros de observación del 26 de febrero del 2013 es posible observar algunos de estos comentarios.

Clase 1. 26 de febrero del 2013

Episodio (103)

Pero también quiero que ustedes entiendan que el uso de las tecnologías la tenemos que empezar a utilizar de la manera adecuada, porque eso que nos está pasando en pequeñito les va a pasar cuando salgan de acá del colegio, llegan a la universidad y un profesor les dice: no, ahí les subí la tarea y está hasta las once para llenar y si usted no tiene internet vaya corra a un café, vaya corra.

Episodio (106)

Entonces muchachos, eso mismo que estamos haciendo acá mire yo les estoy tratando de enseñar que hay unos tiempos para cada cosa, cuando usted está trabajando, cuando usted este en su universidad, hay unos tiempos para cada cosa, organice su tiempo, no se vuelva dependiente de las tecnologías.

Episodio (107)

Por eso les estoy dejando tiempo en clase para que trabajen en el tiempo que tiene que trabajar, no en su tiempo de descanso, porque si no entonces cuando van a ser muchachos, cuando van a salir al centro comercial ¡ah!, cuando van a socializar, sí o no, no sé, pues pienso yo, ahora si ustedes quieren pues yo los clavo de trabajo, eso es lo de menos.

Estas consideraciones sobre la metáfora inconsciente que aquí hemos denominado social-formativa, podemos decir que encierran una estrecha relación con algunos de los principios filosóficos que guarda el Proyecto Educativo Institucional (PEI) de la institución donde labora el profesor Óscar, cuyos planteamientos otorgan un alto grado de importancia al desarrollo social de la persona, a la vida en sociedad y en familia y al plantear la construcción de saberes que conjugue tanto la dimensión académica del sujeto como su dimensión socio-afectiva. En los siguientes apartados sobre los principios filosóficos del PEI se observan algunos de estos postulados:

La búsqueda del desarrollo del ser humano integral, polivalente, polifacético y multidimensional capaz de conjugar el desarrollo personal con el desarrollo social.

1. La comprensión de que todo racional es educable. La sociedad, la escuela y la familia son agentes que interactúan en este proceso, el cual incluye la autoeducación. Esta función educadora propende por la construcción de saberes que tiendan no solo a la proyección y al manejo de competencias frente a la sociedad, sino que el individuo encuentre en ellos una realización personal; múltiples saberes que le permitan no solo la interpretación de fenómenos, de hechos y realidades, sino que conlleven a la construcción de una vida más justa, humana y humanizante.
2. La dimensión de lo afectivo-valorativo: como dimensión que se ha asumido por mucho tiempo como subyacente en todo trabajo académico de la escuela y que en la actualidad requiere ser exteriorizada, atendida y educada en forma específica como parte importante en la formación integral de todo ser humano (pp. 49-50).

Por tal razón, reconocemos que el aspecto social formativo opera como una teoría implícita, que en el marco de la enseñanza de la tecnología soporta algunos de los principios filosóficos que determina el PEI de la institución. En este caso, dichos planteamientos dotan de sentido a la categoría tecnología que mantiene el profesor Óscar para su enseñanza.

Guiones y rutinas de acción y la historia de vida como su estatuto epistemológico fundante asociado al concepto de tecnología

El guion de la pregunta: *¿qué es?* como condición de posibilidad de despliegue del concepto de tecnología

En una primera impresión, la pregunta por el *¿qué es?* podría considerarse como elemento orientador que le permite, al sujeto que plantea el cuestionamiento la indagación por la definición de lo que pregunta. Es como si de manera mecánica e inmediata, preguntar por el qué es, nos situara en una definición instantánea sin mayor alcance de lo preguntado. Sin embargo, durante los registros de observación realizados al profesor Óscar observamos un direccionamiento diferente a la hora de plantear la pregunta *¿qué es?*

Clase 2. 5 de marzo del 2013

Episodio 16

Profesor: *¿qué es* una interface gráfica señor Paz?

Estudiante: ...

Profesor: *¿Qué es* una interface gráfica? Porque yo les escribí eso a algunos, —hay que mejorar la interface gráfica—, pero no sé si ustedes sepan **qué es** la interface gráfica. Yenny *¿Qué es* la interface gráfica? *¿Qué es* la interface gráfica Betancur? *¿Quién sabe?*

Estudiante: La parte estética.

Profesor: La parte estética bueno eso es una parte importante pero no es todo *¿Qué es* la interface gráfica?

Clase 4. 19 de abril del 2013

Episodio (32)

Profesor: ni idea, ¿Señor Buitrago **qué es** una figura Euclidiana?

Estudiante: (...)

Profesor: Señor Muñoz, ya está ¿qué se hizo Muñoz? Una figura euclidiana, ni idea. Señorita Suaza ¿**qué es** una figura Euclidiana? ¡Uas! ¿Señor?

Estudiante: (...)

Profesor: Eso es sacado del diccionario, pero bájese de ahí y hágame el favor porque es que de pronto se le daña el pantaloncito, ¿**qué es** una figura Euclidiana?

Es común observar en el accionar discursivo del profesor Óscar la utilización del **qué es** cuando intenta abordar un tema en particular, de este modo la pregunta por el **qué es**, más que una pregunta de orden mecánico que acompaña una situación de enseñanza específica, se presenta en el orden discursivo del profesor como una estructura en forma de guion que permite un despliegue de posibilidades de sentido tanto para el sujeto profesor como para el sujeto estudiante. Asumimos que la pregunta por el **qué es** comprende la identificación del ser en relación con lo que se pregunta. De esta manera observamos que cuando Óscar pregunta **qué es**, indaga en su discurso por el ser de las cosas, el ser que instituye la pregunta (**qué es**) es la apertura del sentido en sí mismo; es decir, entendemos que cuando el profesor pregunta por el **qué es**, introduce una estructura discursiva que indaga por el ser de los contenidos que enseña, tal indagación da cuenta de manera tácita del sentido mismo que el profesor ha atribuido a la categoría en juego (existe una comprensión latente por parte del profesor del ser por el cual está preguntando), ello al plantear la pregunta **qué es**, pero al mismo tiempo implica una solicitud para pensar de manera particular (bajo la intención y el saber que el profesor propone) en el ser del contenido expuesto por parte del sujeto a quien está dirigida la pregunta **qué es**. Preguntar, pues,

por el ser de esta manera, es preguntar, problematizar el sentido que tácitamente conlleva la pregunta qué es, en función del contenido específico.

Ahora bien, tal orden discursivo, el guion del ¿qué es?, también es utilizado cuando se aborda la categoría tecnología. Así, en los episodios 53 y 54 de los registros de observación del 5 de marzo del 2013 podemos observar el desarrollo del guion en función del concepto de tecnología.

Clase 2. 5 de Marzo del 2013

Episodio 53

Profesor: Bueno preguntas hasta acá —ninguna—, bueno yo si tengo una.

¿Qué es tecnología señor eh... Paz? ¿Para usted *qué es* tecnología? Ni idea ¿Señor Usuy *qué es* tecnología para usted?

Estudiante: ...

Profesor: Ni idea. Señorita Soler *¿qué es* tecnología?

Profesor: O qué entiendes tú por esa palabra tan compleja. Estamos en clase de tecnología e informática no, les aclaro por si no se acuerdan.

Profesor: Pinto *¿Qué es* tecnología? Ni idea. Soler, eh... Ximena.

Estudiante: Innovación de cosas.

Episodio 54

Profesor: Bueno por qué estoy preguntando esto muchachos; a ver, ustedes se preguntan Óscar está como loco empezó a hablarnos de la plataforma ahora nos sale con eso, a ver muchachos si usted no tiene conciencia de que es lo que usted está haciendo, usted no va a poder entender lo que vamos a hacer más adelante, esto que estamos haciendo, todo lo que estamos trabajando nosotros es tecnología.

En el episodio 53 notamos en forma reiterativa la pregunta ¿qué es tecnología?, podríamos pensar inicialmente que la pregunta nos orienta a una respuesta instantánea que define la categoría tecnología; no obstante, uno de los sentidos posibles que introduce el guion como condición de emergencia del sujeto en la perspectiva de enseñar la categoría tecnología, se hace evidente en el episodio 54. Aquí Óscar hace manifiesto el sentido de la pregunta, cuya intención en este momento se centra en la generación de conciencia a partir de la realización de las actividades que se desarrollan en el aula de clases cuando se enseña tecnología. En este sentido hay un reconocimiento implícito de que trabajar tecnología implica unas concepciones tacitas de este concepto. La pregunta ¿qué es tecnología?, se corresponde así con el acto intencionado de enseñar la noción, de generar conciencia como bien lo plantea el profesor a partir de cada uno de los acontecimientos que concurren en el aula de clases, los cuales llevan de manera implícita una noción de tecnología que no es fácil hacer consciente, pero que soporta el hacer en la clase. De esta forma, el aula de clases y los sujetos que participan en ella constituyen un mundo complejo y diverso que hace manifiesta una comprensión particular de la tecnología. Tal comprensión solo es posible a través de la pregunta qué es y sobre todo su referencia a las actividades realizadas en el aula.

Por otra parte, cuando se le pregunta al profesor sobre el ser instituyente de la pregunta (en la técnica de estimulación del recuerdo) ¿qué es tecnología?, es decir, ese ser de la tecnología, encontramos que existe una relación directa con el significado cultural y material que para el profesor Óscar representa la tecnología; tal significado cultural, podemos decir, es producto de la historia de vida del sujeto, en este caso de la historia de vida como estatuto epistemológico fundante que da origen al guion de la pregunta por el ser y así mismo configura al sujeto profesor en su responsabilidad histórica de enseñar el concepto de tecnología. Por esta razón, al igual que en la metáfora de la “cuchara” aparece una comprensión particular sobre el objeto como constructo teórico, pero en este caso se sitúa en el impacto que genera la elaboración de tal objeto en el aspecto social del individuo.

Técnica estimulación del recuerdo. Oscar.

Episodio (66)

Investigador: Lo que uno ve es que por ejemplo usted insiste en la pregunta ¿qué es?, cuando uno pregunta “es” “por el es” es como sí, de fondo, debajo de eso hubiese un ser ¿cierto?, el es, el estar, el ser de algo. Yo le preguntaría profe si usted tendría alguna relación, usted encontraría con ese ser y la tecnología ¿Qué podría decirnos acerca de ese ser de la tecnología? o ¿Cuál es ese ser del que usted nos habla?.

Episodio (67)

Profesor: Bueno, no es un ser, es una razón de ser, de existir y de... para mí siempre ha sido orientado la tecnología hacia: uno la parte cultural y dos la parte material, entonces no solamente es el objeto por el objeto sino cómo impacto el objeto a lo social.

De igual forma, en el episodio 68 de la técnica de estimulación del recuerdo, encontramos que el guion ¿qué es tecnología?, más allá de una forma de indagación por una definición particular, se convierte en la identificación y posibilidad de despliegue teórico del estudiante, a partir de las relaciones existentes entre los sujetos, el entorno y las diversas creaciones tecnológicas que lo acompaña; en términos generales, de una comprensión propia de tecnología que solo es posible en este escenario.

Técnica estimulación del recuerdo. Óscar.

Episodio (68)

Profesor: Entonces cuando yo pregunto qué es tecnología lo que busco con el niño es que empiece a mirar en su entorno y la identifique lo que tiene a la mano y que es lo que él entiende por esa palabra. Digamos que es eso, entonces cuando yo les reitero algunos hablan y me dicen es tal cosa, otros se les va pegando pero entonces lo que trato de buscar es una afinidad hacia el concepto de objeto, de elemento de cotidianidad, de la parte social, del impacto de un artefacto como tal ¿si? [fin de cita]

En términos generales podemos decir que el guion de la pregunta ¿Qué es tecnología?, es otra determinante constitutiva del conocimiento profesional específico del profesor, que nace y cobra sentido en el accionar discursivo del profesorado situado en su actividad de enseñanza, como una estructura generatriz de posibilidades de sentido alrededor de una comprensión particular de tecnología y no como pregunta que busca una respuesta inmediata del concepto.

Una aproximación al Conocimiento Profesional Docente Específico integrado en función del concepto de tecnología

El carácter integrado del conocimiento del profesor al cual hacemos referencia sólo puede ser comprendido a partir de la emergencia del concepto de tecnología en el aula de clases empleado para educar. En otras palabras, entendemos que el concepto de tecnología que enseña el profesor es producto de la relación histórica que este ha mantenido con el saber sobre tecnología que enseña y dicho saber se nutre y configura a partir de cada una de las fuentes de conocimiento constitutivas del saber del profesor; hablamos de saberes académicos, saberes basados en la experiencia, teorías implícitas y guiones y rutinas de acción, así como también de los lugares de producción de sentido que posibilitan la construcción de la categoría *tecnología*: la transposición didáctica, la práctica profesional, el campo cultural institucional y la historia de vida. De tal forma el concepto de tecnología como saber propio del profesor es producto de todo un entramado de relaciones que adquiere una dinámica particular en su pensamiento y se hace visible y potente durante la enseñanza interactiva en el aula de clases. Así, entendemos que cuando hablamos del saber de tecnología propio del profesor asumimos que es un concepto escolar que ha sido pensado y cobra sentido en la escuela, bajo la intencionalidad de ser enseñado a aprendices que directa e indirectamente participan, junto con otros actores escolares, en la construcción de dicho concepto.

Ahora bien, la dinámica integradora a la cual hacemos referencia, podemos decir, ocurre a través de un fenómeno discursivo que se produce a partir de un diálogo de saberes en el pensamiento del profesor y pone en escena (en la

enseñanza interactiva) una variedad de metáforas, imágenes, símiles, ejemplos y rituales, los cuales en última instancia construyen el sentido mismo del concepto de tecnología escolar. De tal modo que estas elaboraciones discursivas son el resultado del sentido que el profesor construye bajo el principio intencional que tiene de enseñar la categoría tecnología. Por tal razón, se plantea que son estas elaboraciones discursivas (metáforas, imágenes, analogías, ejemplos, etc.) los eslabones que permiten integrar saberes académicos, saberes basados en la experiencia, teorías implícitas y guiones y rutinas, que nacen y habitan en el dispositivo discursivo del profesor, en función de la enseñanza del concepto de tecnología escolar.

En este orden de ideas, se han identificado y caracterizado hasta el momento algunas elaboraciones discursivas integradoras del saber del profesor alrededor del sentido característico de lo que es la tecnología como categoría escolar que se enseña.

Para los saberes académicos tenemos la metáfora de la cuchara que orienta un significado de tecnología permeado por una comprensión más en un orden social, cultural, e histórico, que encuadra a la tecnología desde la manipulación y el tipo de relación que mantienen los sujetos con los productos tecnológicos, la importancia que culturalmente representan determinados objetos para la vida del hombre y la forma como marcan un momento histórico característico. En tal sentido, hablar del saber académico sobre el concepto de tecnología escolar del profesor Óscar es referirse a la comprensión consciente sobre la relación que los sujetos guardan con los productos tecnológicos de uso cotidiano, por un lado, y al impacto que dichos productos y los procesos de producción de los mismos representan para la cultura, por otro. Óscar lo denomina como generación de cultura material, hecho que da cuenta, entre otros aspectos, de la *relación histórica que el profesor ha guardado con la noción de tecnología escolar* que lo instituye.

En el caso de los saberes basados en la experiencia de la situación problema, aparece como metáfora que revela tácitamente la intención que tiene el profesor de enseñar la comprensión sobre la tecnología, emanada de su reflexión sobre la práctica de enseñanza de ese concepto, y a su vez, dicha metáfora se convierte en un lugar de posibilidad de sentidos diversos, donde el hacer y desarrollo de la situación planteada determinan las condiciones que permiten la emergencia de

la noción en los estudiantes. Así, el concepto de tecnología escolar como saber basado en la experiencia del profesor Óscar, reconoce a la situación problema con una forma de despliegue y construcción propia de la categoría tecnología, donde resolver la situación problema que se asocia con el entorno del estudiante y eventos de lo cotidiano en este caso, es como una especie de puente que permite comprender en el hacer y la resolución de la situación planteada el sentido de la tecnología, cuyo saber es el acto mismo de solucionar problemas en lo cotidiano; es decir, tecnología es resolver problemas en lo cotidiano. De igual forma, este saber práctico sobre tecnología escolar se articula directamente con el abordaje académico ya planteado sobre la cultura material (la metáfora de la cuchara) y nos muestra cómo en el marco de la resolución de problemas se crean productos de orden tecnológico que logran afectar en términos culturales e históricos la vida del hombre.

Al estudiar las teorías implícitas, el aspecto social-formativo como metáfora aparece como un punto importante en los desarrollos del profesor alrededor del uso adecuado de las tecnologías. Dicho contenido se relaciona directamente con algunos principios filosóficos establecidos en el PEI de la institución de modo que estos implícitamente afloran durante las prácticas de enseñanza y se articulan con la noción de tecnología que trabaja el docente. Desde este punto de vista, el concepto de tecnología escolar como teoría implícita en el inconsciente del profesor Óscar da cuenta de algunos procesos inherentes a la socialización y relaciones afectivas humanas, es decir, asumir la tecnología y especialmente entender su utilización refiere, por un lado, a la organización adecuada del tiempo que los estudiantes emplean para el desarrollo de las actividades en su día a día, y por otro, como consecuencia de lo anterior, a la participación de los sujetos en ambientes de esparcimiento y recreación diferentes al normal desarrollo de su actividad como escolares. En otros términos, quiere decir que cuando se piensa en la tecnología, cuando usamos la tecnología, también somos sujetos sociales que estamos llamados a desarrollar este componente de formación personal; el concepto de tecnología escolar implica abordar dicho componente. Esta característica del saber implícito sobre tecnología que posee el profesor encuentra en parte su génesis en los principios filosóficos del PEI de la escuela donde trabaja, permitiendo la creación de una noción que permite educar bajo determinada cultura institucional.

Por último, en cuanto a los guiones y rutinas de acción, se ha identificado la pregunta ¿qué es tecnología?, como un guion que se asume como una estructura generatriz de sentidos posibles en los estudiantes y trasciende a aquella pregunta que busca una definición inmediata sobre el concepto. El guion de la pregunta ¿qué es tecnología?, en primer lugar, pone en juego el sentido tácito que encierra la pregunta, el cual tiene que ver, a nuestro juicio, con la generación de conciencia en los estudiantes respecto a la realización de cada una de las actividades que se presentan en el aula de clases. Así, el concepto de tecnología escolar, en este caso, se define a partir del hacer en el aula, especialmente a partir de la producción de objetos tecnológicos, la resolución de problemas, y el desarrollo de proyectos, cuyas actividades son pensadas de manera intencional para la formación de los estudiantes. En este contexto, el carácter del concepto de tecnología emerge como producto del hacer en el aula.

Por otro lado, el guion de la pregunta qué es tecnología ofrece la posibilidad de reconocerse bajo la noción de ser de tecnología en tal sentido que cuando el profesor plantea la pregunta qué es tecnología, refiere al ser de la tecnología que él identifica. Dicho saber atribuye a la tecnología un componente cultural y otro material, reconociendo con especial atención el impacto que genera el objeto material sobre la cultura.

Cada una de las anteriores elaboraciones discursivas del profesor, por un lado, sólo cobran sentido, vistas en la unidad del aula de clases durante el trabajo docente, como un mundo complejo y diverso de carácter integrado, que atiende a la responsabilidad histórica de enseñar, en este caso, el concepto de tecnología, y no como una especie de parcelación del saber que se desfigura al intentar fragmentar la estructura constitutiva del discurso del profesor.

En la siguiente figura se intenta representar el fenómeno polifónico e integración del sistema de ideas constitutivas del concepto de tecnología escolar.

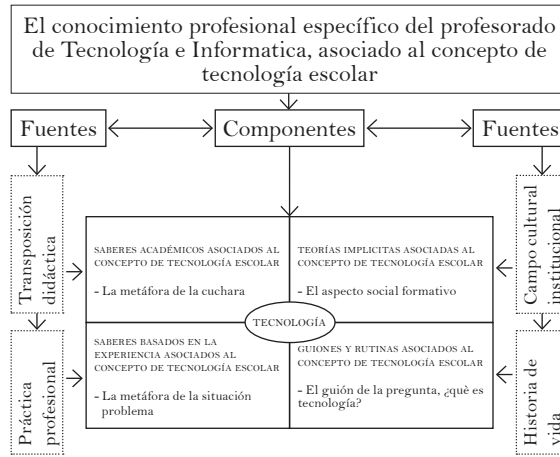


Figura 2. Ampliación del conocimiento profesional específico del profesorado de tecnología e informática asociado al concepto de tecnología

Conclusiones

La categoría Conocimiento Profesional Docente Específico es sin duda un cuerpo teórico potente y complejo que revela una dinámica integradora de saberes de naturaleza diversa. Esta dinámica integradora da origen, en este caso, a conceptos específicos de carácter escolar que el profesor, además de producir, emplea en su trabajo como docente.

El concepto de tecnología, como Conocimiento Profesional Específico producido por el profesor encargado de la enseñanza del área tecnología e informática obedece a un fenómeno polifónico de producción de sentido que se hace visible en su discurso durante sus prácticas de enseñanza. Producto de este fenómeno polifónico emergen las elaboraciones discursivas (metáfora de la cuchara, metáfora de la situación problema, el aspecto social-formativo como metáfora implícita y el guion de la pregunta ¿Qué es tecnología?) que en última instancia son el sentido mismo del concepto de tecnología escolar. Este concepto escolar, a manera de síntesis, puede definirse a través de:

1. La relación existente entre los sujetos y los productos tecnológicos que provocan cambios culturales (cultura material) y momentos históricos

- característicos en la vida del hombre, ello como saber académico en el marco de la metáfora de la cuchara.
2. Como saber práctico, la metáfora de la situación problema propone a la tecnología como el acto mismo de resolver problemas de lo cotidiano en el aula de clases.
 3. En el caso de las teorías implícitas, la metáfora del aspecto social formativo asume a la tecnología como el desarrollo social y personal del sujeto a partir de la organización y distribución adecuada del tiempo en la realización de las actividades cotidianas, reflejo de algunos principios filosóficos del PEI.
 4. Y finalmente el guion de la pregunta qué es tecnología, cuyo guion propone asumirla por un lado como producto del hacer mismo en el aula y por otro refiere al ser de la tecnología que hace énfasis en el impacto de los objetos materiales en la cultura.

En este orden de ideas, sin que el proceso investigativo haya finalizado, podemos vislumbrar una primera aproximación al concepto de tecnología escolar que ha construido el profesorado de tecnología como un dispositivo cultural de transformación, tanto en los órdenes abstractos como prácticos (conscientes e inconscientes), constitutivos de la subjetividad. La tecnología alude a un dispositivo cultural, complejo, de transformación de la subjetividad en el aula.

El concepto de tecnología escolar como Conocimiento Profesional Específico del profesor, además, se caracteriza por la particularidad de los lugares de producción de sentido de donde emerge (estatutos epistemológicos), como también de los ámbitos de saber que lo nutren (académico, experiencial, teorías implícitas y guiones y rutinas), condición que lo diferencia epistemológicamente de otro tipo de conocimiento, por ejemplo, el conocimiento disciplinar, al cual se le atribuye un papel importante en la escuela.

Por último, consideramos que este tipo de aproximaciones teóricas sobre el concepto de tecnología escolar con el cual educa el profesor están sujetas a mayor estudio y revisión, ello debido a la naturaleza compleja con la cual el profesor, hemos planteado, construye saberes, y además por el estado actual de la investigación en curso.

Referencias

- Chevallard, Y. (1997). *La Transposición Didáctica. Del Saber Sabio al Saber Enseñado* (2ª Ed.). Buenos Aire: Aique.
- García, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa de los contenidos escolares*. Sevilla: Diada.
- Grossman, P. (1990). *The Making of a Teacher. Theacher Knowledge and Teacher Education*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Marcelo, G. C. (2002). La investigación sobre el conocimiento de los profesores y el proceso de aprender a enseñar. Una revisión personal. En Perafán, G. A., y Adúriz-Bravo A. (Eds.), *Pensamiento y conocimiento de los profesores. Debate y perspectivas internacionales*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional - Colciencias.
- Martínez, C. A. (2009). El conocimiento profesional de los (as) profesores (as) de ciencias: algunos aspectos centrales en el desarrollo de la línea de investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 11, 62-75.
- Perafán, G. A. (2004). *La epistemología del profesor sorbe su propio conocimiento profesional*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán G. A. (2011). *El conocimiento profesional docente: nuevas perspectivas epistemológicas y metodológicas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Material de trabajo, Seminario Doctoral DIE. En prensa.
- Perafán, G. A. (2012). *La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. Ponencia presentada en el III Congreso Internacional y VIII Congreso Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación.
- Perafán, G. A. (2013a). La Transposición Didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Revista Folios*, 37. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2013b). El conocimiento profesional docente: caracterización, aspectos metodológicos y desarrollo. En *Estado de la enseñanza de las ciencias: 2000-2011*. Ministerio de Educación Nacional-Universidad del Valle. En prensa.
- Perafán, A. y Tinjacá, F. (2012). *El conocimiento profesional específico del profesorado de química, asociado a la noción de nomenclatura química*. Ponencia presentada en el III Congreso Nacional de Investigación en Educación en Ciencias y Tecnología y II Seminario Internacional de Enseñanza de la Ciencias. Pasto.
- Porlán, A. R., y Rivero, G. A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Sevilla: Diada.

- Porlán, R. Rivero, A. y Martín Del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-171.
- Rueda, R. D. (2007). Ellos vienen con el chip incorporado. Aproximación a la cultura informática escolar (2ª ed.). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Shulman, L. (1986). *Those who understand: Knowledge growth in teaching*. *Educational Researcher*, 15 (2), 4-14.



Capítulo 5

Aspectos generales y primeros avances para
el encuadre de una investigación sobre el
Conocimiento Profesional Específico del
profesorado de química asociado a la noción de
nomenclatura química

*Gerardo Andrés Perafán Echeverri*¹²

*Fredy M. Tinjacá B.*¹³

¹² Universidad Pedagógica Nacional. Grupo: Investigación por las Aulas Colombianas (INVAUCOL). Correo electrónico: anperafan@yahoo.com

¹³ Universidad Pedagógica Nacional. Maestría en Educación, Grupo Investigación por las Aulas Colombianas (INVAUCOL). Correo electrónico: frematibe@yahoo.com.

Resumen

En el marco de la investigación sobre el conocimiento profesional del profesor, nos ocupamos de identificar y caracterizar, con estudios de caso, un tipo de conocimiento profesional específico del profesorado de química asociado a la noción de nomenclatura química. Este tipo de investigaciones orienta nuevamente la mirada hacia los contenidos de enseñanza, pero postula al profesor como un actor fundamental en la construcción de dicho conocimiento. Antes que desconocer a los otros actores (comunidad de didactas, investigadores, especialistas, estudiantes, etc.), nuestra investigación da cuenta de la construcción específica que realiza el profesor, más allá de la categoría “epistemologías espontáneas”, entre otras, que parecen negar el carácter académico y disciplinar de los saberes construidos por el profesor.

Presentamos una breve aproximación al programa de investigación sobre el conocimiento profesional del profesor, en el cual se encuadra el desarrollo de la línea de investigación acerca del *Conocimiento profesional específico del profesor, asociado a categorías particulares*, que hace parte de la agenda académica del Grupo de Investigación por las Aulas Colombianas (INVAUCOL). Posteriormente, presentamos una corta justificación de la elección de la categoría particular nomenclatura química como objeto de este estudio; así mismo, de la importancia histórica que tiene para la consolidación de la profesión docente reconocer los aportes concretos del profesorado a la construcción del cuerpo disciplinar del saber escolar. Finalmente, ponemos a consideración algunos criterios metodológicos generales definidos en la investigación y presentamos unas reflexiones preliminares que se derivan del trabajo de campo en el estado actual del proyecto.

Introducción

El programa internacional de investigación sobre el conocimiento profesional del profesor ha aportado importantes datos en los ámbitos epistemológico, pedagógico y didáctico en orden a comprender la naturaleza, la función y la dinámica del conocimiento del profesor (Martínez, 2009; Valbuena, 2007; Bernal, 2012). No obstante los diversos modelos de referencia explicitados a lo largo de más de

cuatro décadas, y la explosión de categorías para referirse al conocimiento del profesor, se reconoce un lugar al docente en la construcción de un tipo de conocimiento particular que resulta viable para comprender su profesión.

Antes de referirnos a dichos ámbitos, modelos y categorías, conviene situar brevemente nuestra toma de posición respecto al carácter disciplinar del conocimiento del profesor. La diferenciación entre conocimiento disciplinar y conocimiento profesional para referirse al conocimiento del profesor debe ser pensada más ampliamente, sobre todo si al conocimiento del profesor se le circunscribe el ámbito profesional con el propósito de desconocer o negar su carácter académico disciplinar. Reconocer un conocimiento profesional sin su carácter académico disciplinar no constituye legítimamente un aporte a la reivindicación del profesor como intelectual, como trabajador de la cultura y como productor de conocimiento. La puesta en duda, en principio, con evidencia o no, de la capacidad del profesorado para darse una autoorganización académica y una autorregulación y reglamentación de sus prácticas discursivas, podría ser un argumento a favor de la consolidación de campos disciplinares de especialistas como las didácticas específicas, por ejemplo (cosa que nos parece fundamental respecto a la discusión que debate la supuesta primacía del saber sabio sobre el saber enseñado), pero no resuelve el lugar del profesor como intelectual al interior de sus propias prácticas de enseñanza y, por lo tanto, no contribuye a fundamentar el desarrollo profesional del profesor en un saber disciplinar y académico propio. Tampoco favorece la emergencia y consolidación de una disciplina o campo disciplinar específico del profesorado.

En este lugar del debate se inscribe un componente importante de la agenda del grupo INVAUCOL, cuyo objetivo fundamental es identificar y caracterizar, con estudios de caso, un tipo de conocimiento profesional específico del profesorado, diferenciándolo por áreas de formación y desempeño particular (“química”, “física”, “filosofía”, etc.) asociado a la construcción de categorías particulares.

Las investigaciones que venimos realizando tanto en el programa de Doctorado en Educación, como en el de Maestría en Educación que ofrece la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), orientan, nuevamente, la mirada hacia los contenidos de enseñanza, pero postulan al profesor como un actor fundamental en la construcción de dicho conocimiento. No pretendemos desconocer

a los otros actores (comunidad de didactas, investigadores, especialistas, estudiantes, etc.), pero nuestra investigación da cuenta de los aportes específicos del profesorado a la construcción de las categorías específicas de enseñanza (nomenclatura química, por ejemplo), más allá de categorías tales como “epistemologías espontáneas” o “conocimientos artesanales”, con la que se refieren los especialistas a dichas construcciones, y con las cuales, al parecer, se niega el carácter académico y disciplinar de los saberes construidos por el profesor.

Del estudio del pensamiento a la investigación sobre el conocimiento del profesor

Como se sabe, las investigaciones sobre la enseñanza en la década de los sesenta y setenta del siglo XX se centraron básicamente en el rendimiento del alumno y en la identificación y control de las variables independientes que lo explicaban, todas ellas asociadas a la conducta docente y al medio (Gage, 1963, 1978). Se hablaba entonces del paradigma proceso-producto, cuyo encuadre epistemológico lo constituyó fundamentalmente el conjunto de presupuestos básicos de la filosofía positivista, en donde se asumía una postura relativamente ingenua respecto a la independencia de la realidad en relación con el observador. Adicionalmente, se consideraba que los procesos usados en las ciencias naturales (método científico) se podían utilizar para las ciencias sociales, correlacionando entonces dos variables: la variable del proceso centrada en la conducta y personalidad del profesor, y la variable del producto centrada en el aprendizaje de los alumnos. Se tenía entonces una visión fragmentada y distorsionada de la realidad escolar, se omitía la construcción de significados y procesos que mediaban las conductas de los profesores, y no se consideraban variables como el contexto sociocultural y la participación de los alumnos.

Con la aparición en escena de la psicología cognitiva en la investigación sobre la enseñanza, el panorama cambia radicalmente desde el punto de vista del reconocimiento de la cognición (pensamiento) como variable independiente asociada a la explicación de la actividad docente (Shulman y Elstein, 1975; Shavelson, 1983; Shulman 1989). Por tanto, los primeros estudios sobre el pensamiento del profesor aparecen cuando la psicología conductista empieza a ser criticada

en cuanto a sus fundamentos, alcance y pertinencia, emergiendo entonces las teorías cognitivas, las cuales son determinantes en el origen de la línea. No obstante, en los inicios de este programa cognitivo se asumió mayoritariamente que lo que influía en las actuaciones del profesor eran las operaciones mentales de orden superior, mas no necesariamente el contenido específico involucrado en la estructura de tales procesos. Por otra parte, al sujeto de tales operaciones se le estudió desde una perspectiva ahistórica, trascendental, universal e inmutable, por lo que no se consideraba suficientemente el contexto al cual pertenecía.

Así, en trabajos como los de Clark y Peterson (1990), por ejemplo, se diferencian tipos de pensamiento ocurridos en el profesor eficaz de acuerdo con una variable temporal genérica (antes, durante y después de la interacción), sin que se consideren variables de historia personal, institucional, local, entre otras. Esos tres momentos se identifican como: pensamientos durante la planeación, pensamientos durante la enseñanza interactiva y pensamientos durante la enseñanza pos actividad en el aula. No obstante, al comprender que los pensamientos ocurridos después de la actividad en el aula se refieren a una valoración que implica perspectivas de mejoramiento, se los clasificó como pensamientos ocurridos como parte de la planeación, con lo cual las dos categorías que permitieron la consolidación de esta etapa del programa fueron pensamientos en la planeación y pensamientos en la enseñanza interactiva. En la síntesis que presentan estos autores prevalecen las medidas sobre los porcentajes en los que ocurre un tipo determinado de pensamiento en una actividad, y esos porcentajes se refieren fundamentalmente a cuatro operaciones o procesos cognitivos generales: percepciones, interpretaciones, previsiones y reflexiones.

Digamos de paso que desde la perspectiva psicologista se ha buscado contribuir con la eficacia de la enseñanza a partir de la acumulación y sistematización de datos, con los cuales se pretende medir, predecir y controlar las operaciones mentales que debe tener un maestro eficaz. En ese orden de ideas, en la práctica se han propuesto taxonomías y modelos psicológicos de secuencias de pensamientos considerados eficaces como referentes para formar maestros eficaces en la planificación y en la interacción en el aula. La creencia según la cual en un profesor eficaz se encuentra una decisión eficaz y por tanto una enseñanza eficaz idealizó la profesión docente, desconociendo los contextos y los contenidos del pensamiento del profesor, llevando a la generalización y a

la estandarización, no teniendo presente que cada sujeto es diferente y que por tal razón, construye sentidos distintos.

El otro tipo de pensamiento identificado en el desarrollo del programa de cognición del profesor se refiere a las teorías y creencias que mantienen los profesores. Difícilmente este tipo de pensamientos puede ser clasificado entre las operaciones mentales tales como identificar, clasificar, medir, analizar o sintetizar, que ocurren en la planeación o en la enseñanza interactiva, pues se refieren más a las estructuras de sentido epistemológico, social y cultural que constituyen y orientan tales operaciones. Las teorías y creencias que mantienen los profesores son un tipo de pensamiento asociado a los marcos epistémicos, pedagógicos o didácticos que ha interiorizado, recontextualizado o construido el profesor.

Muchas investigaciones han mostrado la naturaleza, la dinámica e incluso la estructura y economía de estos marcos y su relación con las prácticas educativas y profesionales de los profesores (Cooper y Burger, 1980; Gallego, 1991; Perafán, Reyes y Salcedo, 2001). No obstante, como bien lo recuerda Ponte (2012), un deslizamiento en la certeza inicial sobre la relación causal (por lo menos desde una perspectiva lineal) entre las concepciones o creencias que mantiene el profesor y la acción de enseñanza (originaria de este tipo de investigaciones), se constituyó en razón para pensar en una estructura más compleja que fue comprendida como el conocimiento profesional docente. La tesis según la cual el pensamiento (en este caso concepciones y creencias) determina la práctica, parecía ser contrastada y falseada por algunos estudios; sin embargo, el poderoso origen epistémico de la misma abrió nuevas fuentes de indagación que permitieron la emergencia de la categoría que nos ocupa. El profesor no sólo mantiene concepciones y creencias, las cuales en ocasiones pueden ser relativamente irrelevantes para algunos sectores de la práctica profesional, sino que además mantiene un tipo de conocimiento profesional el cual guarda relación constituyente con su actuar profesional.

La caracterización de este tipo de conocimiento atribuido al profesor ha ocupado una buena parte de los trabajos relacionados con la cognición del profesor. Al margen de los modelos epistemológicos en los que se ha discutido la naturaleza y el origen del conocimiento humano en general y de los conocimientos científicos, disciplinares, profesionales o de sentido común, en particular, es claro que algunos campos teórico-tecnológicos como la investigación de la enseñanza

(Wittrock, 1989a, 1989b, 1990; Shulmam, 1989), la educación en ciencias (Nardi y Almeida, 2008), el desarrollo de las didácticas específicas, (Izquierdo, 1990; Gil-Pérez, 1996; Peme-Aranega, 1997; Porlán, 1998a; Aduríz-Bravo y Izquierdo, 2002), la teoría antropológica de lo didáctico (Chevallard, Bosch, et al, 2011) y la pedagogía, tanto la anglosajona como la latina, han identificado un tipo de conocimiento producido por el profesorado, cuyo origen se remonta a la naturaleza histórica, cultural, antropológica, e incluso psicológica, de la práctica de enseñanza.

El estudio de nociones particulares construidas por el profesorado como componente del corpus disciplinar académico escolar

En el marco de las tesis desarrolladas tanto por las didácticas específicas (en particular la didáctica de las matemáticas y la didáctica de las ciencias), como por la teoría antropológica de lo didáctico, no cabe duda de que hay conocimientos y saberes disciplinares construidos en la institución escolar que son epistemológicamente diferentes a los conocimientos producidos por y en otras instituciones no escolares. Las didácticas específicas han dado pasos gigantescos para alcanzar su autonomía y madurez disciplinar y han logrado demostrar un nivel de auto-organización francamente envidiable desde el punto de vista del profesorado.

Lo anterior no quiere decir que reconocer ese nivel de madurez de las disciplinas didácticas nos libere a los profesores de la responsabilidad histórica de discutir el lugar dispuesto en ese proceso al profesor. El saber didáctico es un saber especializado, construido en diálogo, pero por los especialistas. Tanto en los procesos de formación inicial como en los de formación continua, y los de desarrollo profesional del profesor, se tiende actualmente a reconocer el conocimiento profesional del profesor como un componente importante; no obstante, la diferenciación muchas veces tácita entre saber disciplinar y saber profesional vacía al conocimiento del profesor de su carácter académico, relegándolo de esta manera, nuevamente, al de portador de conocimientos foráneos. El lugar hegemónico en la escuela, en términos epistemológicos y de poder académico e intelectual, ya no es el del matemático o el del químico puros —situación resuelta aparentemente—, sino el del didacta de la matemática o el

didáctica de la química, etc., según cada caso. El proyecto de ocupar el lugar de la pedagogía o el de las ciencias de la educación, entre otros actores, en el marco de la disputa por la hegemonía en la escuela, parecería logrado en buena medida por la didáctica.

Quizá el boleto de entrada a esta posición privilegiada, en la tradición latina, haya sido la noción de Conocimiento Didáctico de Contenido (CDC) (Cf. Valbuena, 2007), deudora de una noción más general y menos excluyente, quizá, como lo es la noción de Pedagogical Content Knowledge (PCK). En este punto no quisiéramos ser mal interpretados. Estamos poniendo en diálogo tres tradiciones. Una vez lograda, de manera magistral, la identificación de la autonomía epistémica del saber enseñado respecto del saber sabio, gracias a la teoría antropológica de lo didáctico (Chevallard, 1997), es claro que el desplazamiento tenía una justificación asombrosa, encontró su fuente en el origen mismo del conocimiento y de los saberes. Lo didáctico como fenómeno antropológico se constituiría en el objeto de la “naciente” ciencia, la didáctica, y su relación de emergencia situada en las instituciones de enseñanza le abriría las puertas definitivas para quedarse en ellas con títulos de propiedad y legitimidad. En este suelo, el conocimiento de contenido o conocimiento de la materia y más específicamente el conocimiento didáctico del contenido, se constituiría en el objeto privilegiado del especialista en una didáctica específica. El paso de la noción de PCK a CDC no es sólo un tema de traducción sino de resignificación de los campos; de ámbitos en disputa.

Para la tradición latina, el CDC es un asunto de especialistas, de investigadores en didácticas específicas que pueden dar cuenta, por una parte, de la manera como la ciencia didáctica produce sus propias entidades conceptuales; por otra parte, de la manera como el profesor apropia tales entidades o conocimientos disciplinares (insistimos: los construidos en el campo de la didáctica con autonomía epistémica); en tercera instancia, de los saberes acerca de cómo enseñar esos conocimientos; por último de la manera como dichos saberes se integran.

En esta tradición el conocimiento profesional docente, entendido desde la dimensión personal y práctica, está asociado mayoritariamente (de manera a veces tácita, otras explícita) a la apropiación y desarrollo que del conocimiento didáctico disciplinar, producido por los especialistas, logre hacer el profesorado.

Desde el punto de vista del profesor esto puede ser leído como un desplazamiento del tutor; no necesariamente como la conquista de un campo propio.

Lo anterior ocurre porque este desplazamiento no da cuenta del trabajo intelectual del profesorado en la construcción de los saberes “disciplinares”, entendiéndolo por estas las categorías particulares que enseña el profesor y cuyo sentido está dado por la red de relaciones concretas que se producen en los actos de enseñanza y que explican su emergencia. Por lo cual, siguiendo, pero resignificando, los planteamientos de Porlán y Rivero (1998b), estamos pensando que el conocimiento profesional docente específico es un sistema de ideas integradas (teorías implícitas, guiones y rutinas, saberes académicos y saberes basados en la experiencia) que concurren a la emergencia de una categoría particular y situada, dispuesta para ser enseñada y, en ese sentido, como dispositivo para la promoción a la existencia de tipos de subjetividades (individuales y colectivas) diversas.

Quizá por las razones precedentes, pero sin desconocer el camino abierto tanto por el programa de investigación sobre el pensamiento y el conocimiento del profesor, como por las formas específicas que con el mismo se han relacionado las didácticas específicas y la teoría antropológica de lo didáctico, insistimos en la necesidad de investigar el conocimiento profesional docente específico asociado a categorías particulares. La misma explicación antropológica que dio paso a la noción de lo didáctico como fenómeno que requiere una ciencia para su comprensión y desarrollo, nos ha servido de base para pensar una lógica particular en los procesos de producción académica del profesorado (Perafán, 2012, 2013).

A nuestro juicio, la noción de nomenclatura química constituye un componente importante del corpus disciplinar y profesional del profesor de química. En efecto, como sabemos, se aborda en la escuela colombiana en el área de ciencias naturales, especialmente en los grados 9, 10 y 11, y parece fundamental para proseguir en el desarrollo discursivo de otras nociones escolares tales como fórmulas químicas, reacciones químicas, balanceo de ecuaciones, entre otras. La tesis de maestría que adelanta Tinjacá, coautor del presente escrito, la cual nos sirve de caso para ilustrar los planteamientos que venimos haciendo, muestra cómo la noción de nomenclatura química que ha sido construida en la escuela, por parte del profesorado de química, mantiene como característica general que su sentido se estructura y corresponde con las relaciones que guarda

con el complejo nocional, técnico y tecnológico que constituye la experiencia de enseñanza. Lo anterior, en correspondencia con las diversas estrategias que el profesor ha construido durante el ejercicio reflexivo de su práctica profesional, su historia de vida, su pertenencia a instituciones de enseñanza y su formación académica. Ampliaremos este punto al final cuando presentemos algunos resultados y conclusiones preliminares.

Metodología

La investigación interpretativa con estudio de casos nos parece la más adecuada para identificar, caracterizar e interpretar el conocimiento profesional específico del profesorado asociado a categorías particulares. En ese sentido, esa ha sido nuestra apuesta metodológica en este proyecto específico.

Estamos estudiando dos casos (ΘA y ΘB), con dos profesores del área de química. Cada caso alude al conocimiento profesional específico de un profesor de química (X) asociado a la noción de nomenclatura química.

En el marco del Seminario Proyecto de Investigación, del programa de Maestría en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional, dirigido por el profesor Perafán, (coautor de este escrito), hemos construido, junto a otros colegas que adelantan estudios de maestría, un protocolo de observación adecuado a la naturaleza y complejidad del problema cuya estructura central la podemos resumir en los siguientes términos:

1. Formulaciones que nos permiten ordenar la información al momento del registro e identificación de episodios:
 - a. Para cada caso Θ “el conocimiento profesional docente específico del profesor de química (X) asociado a la noción de nomenclatura química, se subdivide en Y_1 , Y_2 , Y_3 y Y_4 ”, donde Y_1 son los saberes académicos, Y_2 son los saberes prácticos, Y_3 son las teorías implícitas y Y_4 son los guiones y rutinas, todos ellos asociados a la noción de nomenclatura química. Todos estos saberes, por definición, se encuentran integrados en la categoría conocimiento profesional docente (Porlán y Rivero, 1998, Perafán, 2004).

- b. Dado que, por principio, el conocimiento profesional docente específico ha sido definido como un sistema de ideas integradas (Perafán, 2004, 2011), se ha visto como necesario identificar unos temas o problemas específicos (condición de un caso bien planteado según Stake, 1999) relacionados con esos cuatro tipos de saberes, los cuales, a su vez, al ser caracterizados, comprendidos e interpretados (tanto de manera individual como en las relaciones de conjunto), aportan en el proceso de observación, necesariamente, a la comprensión del caso.
- c. Los temas, los cuales han quedado señalados en la investigación de la que nos ocupamos, y en los objetivos del proyecto, son:
 - Los saberes académicos construidos por el profesorado de química, asociados a la noción de nomenclatura química (θ_1).
 - Los saberes basados en la experiencia construidos por el profesorado de química, asociados a la noción de nomenclatura química (θ_2).
 - Las teorías implícitas construidas por el profesorado de química, asociadas a la noción de nomenclatura química (θ_3).
 - Los guiones y rutinas construidos por el profesorado de química, asociados a la noción de nomenclatura química (θ_4).
2. Dado lo anterior, hemos establecido que un episodio cualquiera (Ep_n) está incluido (\subset) en un tema cualquiera de los cuatro planteados (θ_n) si y solo si (\leftrightarrow) dicho tema pertenece (\in) a uno de los cuatro saberes identificados como integrados al conocimiento profesional docente (Y_n) y ese saber (Y_n) pertenece (\in) o está integrado al conocimiento profesional docente específico del profesorado de química asociado a la noción de nomenclatura química (ΘA o ΘB). Así, en términos generales tenemos que: $Ep_n \subset \theta_n \leftrightarrow \theta_n \in Y_n$ y $Y_n \in (\Theta A \text{ o } \Theta B)$.
3. Teniendo en cuenta los dos puntos anteriores, podemos obtener, para cada caso, el siguiente despliegue de observaciones posibles y deseables que se desprenden de la formulación general cuando reemplazamos n , tanto para los saberes Y como para los temas θ , por su correspondiente número asociado al saber y al tema específico. Así:

Caso ΘA :

$$Ep_n \subset \theta_1 \leftrightarrow \theta_1 \in Y_1 \text{ y } Y_1 \in \Theta A$$

$$Ep_n \subset \theta_2 \leftrightarrow \theta_2 \in Y_2 \text{ y } Y_2 \in \Theta A$$

$$Ep_n \subset \theta_3 \leftrightarrow \theta_3 \in Y_3 \text{ y } Y_3 \in \Theta A$$

$$Ep_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in Y_4 \text{ y } Y_4 \in \Theta A$$

Caso ΘB :

$$Ep_n \subset \theta_1 \leftrightarrow \theta_1 \in Y_1 \text{ y } Y_1 \in \Theta B$$

$$Ep_n \subset \theta_2 \leftrightarrow \theta_2 \in Y_2 \text{ y } Y_2 \in \Theta B$$

$$Ep_n \subset \theta_3 \leftrightarrow \theta_3 \in Y_3 \text{ y } Y_3 \in \Theta B$$

$$Ep_n \subset \theta_4 \leftrightarrow \theta_4 \in Y_4 \text{ y } Y_4 \in \Theta B$$

El anterior despliegue es importante porque nos permite identificar en cada episodio obtenido de una observación de clase, uno o más sentidos relacionados con la estructura de la categoría conocimiento profesional docente, en el orden como lo comprendemos en este tipo de investigaciones.

Adicionalmente a la observación participante (a cuya presentación del protocolo de observación le hemos dedicado tiempo por parecernos importante), hemos elaborado y aplicado, protocolos de entrevista, técnicas de estimulación del recuerdo y pensamiento en voz alta. En cada caso se han dejado registros audiovisuales y de audio.

Realizadas las transcripciones correspondientes, se ha vaciado el proceso discursivo resultante en un Esquema Analítico construido por Perafán (2011) y dado a conocer a los estudiantes del seminario ya mencionado, como una potente herramienta para la organización y análisis de datos. Este esquema analítico, sobre todo por la caracterización propuesta por Perafán y el formato resultante, es bastante extenso, razón por la cual no lo presentamos en este trabajo, pero podemos afirmar que constituye una herramienta adecuada para analizar e interpretar la información relacionada con el conocimiento profesional específico del profesorado asociado a categorías particulares. Por último, categorizamos e interpretamos la información con técnicas de triangulación aplicadas en investigaciones anteriores (Perafán, 2004).

Resultados preliminares

Se ha construido y validado un protocolo de observación cuya importancia radica en la identificación e incorporación al proceso investigativo de unos componentes estructurales y conceptuales apropiados para orientar la observación de clases a partir del potente marco conceptual construido históricamente en el programa de investigación sobre el conocimiento del profesor, particularmente en el encuadre que proponen, de manera diferenciada, Porlán y Rivero (1998) y Perafán (2004, 2011, 2012, 2013).

Se ha llevado a cabo el trabajo de campo consistente, en primer lugar, en un proceso de observación participante que dura tanto como el periodo lectivo que comprende, normalmente, la enseñanza de la categoría nomenclatura química. Adicionalmente, se han realizado todas las transcripciones correspondientes a las clases observadas y se han preparado los textos resultantes identificando y ordenando los episodios emergentes. En consecuencia se han vertido dichos textos en un esquema analítico.

Igualmente, se ha aplicado y validado el esquema analítico propuesto por Perafán (2011) como: a). Una potente herramienta para organizar, en forma de episodios, los datos que emergen como órdenes discursivos provenientes de las diferentes fuentes; b). Un referente para el análisis de los discursos del profesor, relacionados con la construcción de conocimientos profesionales específicos del profesorado, asociados a categorías particulares; c). Un conjunto de reglas y formas de argumentación que resultan adecuadas para el análisis de episodios, y que han sido construidas de acuerdo con la desagregación de los componentes de la categoría conocimiento profesional del profesor, entendido como sistema de ideas integradas.

Se han adelantado análisis concretos que asocian saberes académicos, teorías implícitas, saberes basados en la experiencia y guiones y rutinas a la construcción que realiza el profesorado de la categoría nomenclatura química en el contexto de la enseñanza.

En este proceso se ha evidenciado que el profesorado de química integra a la construcción del sentido de la categoría nomenclatura química que enseña cuatro tipos de saberes diferentes asociados a cuatro estatutos epistemológicos distintos. Así, tanto los saberes académicos, como las teorías implícitas, los

guiones y rutinas y los saberes basados en la experiencia, aparecen como determinantes fundamentales en la producción del sentido escolar de la categoría nomenclatura química que se enseñan en la escuela. Lo anterior implica que la categoría en cuestión es compleja y que, por lo tanto, no se la puede reducir a ninguno de sus componentes epistemológicos. Hay que comprenderla en su justa complejidad.

Los saberes que integran la categoría nomenclatura química escolar aparecen diseminados en el discurso del profesor de química en forma de ejemplos, metáforas y símiles, constituyendo estas formas la esencia misma de la manera de pensar del profesorado. En el caso particular hemos identificado algunas de estas figuras del pensamiento del profesor de química cuando enseña la categoría nomenclatura química, así:

1. Para los saberes académicos asociados a la categoría nomenclatura química: la subjetividad colectiva como símil que promueve la construcción de sentido sobre el saber académico asociado a la noción de nomenclatura química; el libro de texto como pretexto que contribuye a la construcción de sentidos en relación con los saberes académicos asociados a la noción de nomenclatura química; la tabla periódica como dispositivo que contribuye a la construcción de los saberes académicos asociados a la noción de nomenclatura química.
2. Para los saberes basados en la experiencia asociados a la categoría nomenclatura química: la integración discursiva de ejemplos cotidianos como tipos de ritual que posibilitan la construcción de saberes basados en la experiencia asociados a la noción de nomenclatura química; los mensajes-acción en el aula como rituales que construyen saberes basados en la experiencia asociados a la noción de nomenclatura química.
3. Para las teorías implícitas asociadas a la categoría nomenclatura química: la metáfora comprender-haciendo como teoría implícita que aporta a la construcción de la noción de nomenclatura química escolar; la metáfora de la comprensión como proceso que fija la atención, entendida como teoría implícita asociada a la construcción del sentido de la noción de nomenclatura química.
4. Para los guiones y rutinas asociados a la categoría nomenclatura química: el símil de la mirada como una rutina que aporta en la construcción

del sentido escolar de la noción de nomenclatura química; la metáfora del juego como rutina portadora de sentido en la construcción de la noción de nomenclatura química.

Conclusiones

Aunque los contextos y los sujetos profesores son distintos, se ha podido evidenciar, a partir de los primeros análisis, que cada profesor mantiene cuatro tipos de saberes (diferenciables epistemológicamente por su estatuto fundante): saberes académicos, saberes basados en la experiencia, teorías implícitas y guiones y rutinas, los cuales aparecen integrados en la experiencia del aula, en el momento de la enseñanza de la noción de nomenclatura química. Es decir, la categoría nomenclatura química, como fenómeno de aula, es un dispositivo discursivo que funciona como lugar de integración de estos cuatro tipos distintos de saberes. A su vez, el sentido de esta categoría de aula depende de la manera como se da dicha integración.

El sentido de la noción nomenclatura química como fenómeno de aula está situado; por consiguiente, al parecer, no puede ser construido o comprendido por fuera del contexto escolar, ni de la interacción maestro-alumno, en el aula. Así, todos los elementos diseminados en el discurso construido por el profesorado, en el momento de la enseñanza de la categoría nomenclatura química, concurren a la construcción escolar de dicha categoría.

La investigación ha mostrado, por otra parte, que los elementos diseminados en el discurso construido por el profesorado que concurren a la construcción del sentido escolar de la categoría nomenclatura química, aparecen en forma de metáforas, imágenes, símiles, entre otros dispositivos culturales constitutivos de la manera de pensar del profesorado. Esto es: el profesorado de química piensa a golpe de metáforas, de símiles, de ejemplos, entre otros; y de estos materiales está hecho el sentido de las categorías que enseña. No se trata entonces de estrategias o de instrumentos a través de los cuales se representa o transmite algo distinto (un saber disciplinar, por ejemplo), sino de la esencia misma, de la naturaleza epistémica misma del saber escolar.

No obstante lo anterior, es claro que se desconoce en el ámbito internacional cuáles son los sentidos que el profesor le atribuye a la noción de nomenclatura química inorgánica en los procesos pedagógicos que se llevan a cabo en la clase de química. Por tal razón, se hace necesario comprender e interpretar los discursos que con respecto de la noción nomenclatura química, construye en sus prácticas pedagógicas. Con este estudio se pretende evidenciar y hacer manifiesto el conocimiento profesional específico del profesorado de química asociado a la noción de nomenclatura química, que se encuentra inmerso en las situaciones en el aula. En nuestro caso hemos evidenciado inicialmente cómo el sentido de la categoría nomenclatura química está relacionado con formas específicas del *nombrar* que el profesorado va construyendo paso a paso en el aula. Es decir, dicha noción hace referencia a múltiples determinantes de la acción de nombrar que no se reducen a dar nombre a objetos específicos, sino a formar al sujeto en la acción misma por la que se construyen realidades intersubjetivas concretas a partir del acto de incorporar al estudiante como sujeto del lenguaje escolar. Así, la categoría escolar de nomenclatura química es una noción que educa en la medida en la que incorpora a los sujetos como sujetos de un tipo de nombrar específico, con el que construyen una dimensión particular de su realidad. Para el profesor de química hacer una fórmula química no es otra cosa que un proceso humano de aprender a nombrar, con lo cual el estudiante se hace sujeto de realidades intersubjetivas complejas. No se trata pues de analizar una realidad material o ponerle nombre a un objeto material cualquiera, sino de ganar en su propia complejidad como sujeto que nombra y al nombrar construye nuevas realidades intersubjetivas.

El reto de hacer investigación educativa es amplio, es a partir del reconocimiento del profesor como profesional, como constructor de conocimiento, que se debe comenzar para visualizar cambios positivos en nuestra sociedad, ya que la escuela es un espacio democrático, libre, de edificación de ideas, donde el profesor, con la intencionalidad de la enseñanza, construye conocimientos que educan.

Referencias

- Adúriz-Bravo, A. y Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- Bernal, I. C. (2012). *El conocimiento profesional del profesor de ciencias. Estudio sobre el conocimiento disciplinar en futuros profesores de biología*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Chevallard, Y. (1997). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aiqué.
- Chevallard, Y. Bosch, M., et al, (2011). *Un panorama de TAD*. Centro de investigación matemática: UAB.
- Clark, C. M. y Peterson, P. L. (1990). Procesos de pensamiento de los docentes. En M. C. Wittrock, *La investigación de la enseñanza*, III (pp. 442-539). Barcelona: Paidós.
- Cooper, H. M. & Burger J. M. (1980). How teachers explain students' academic performers: A categorization of free response academic attributions. *American Educational Research Journal*, 17, 95-109.
- Gage, N. L. (Ed). (1963). *Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand McNally.
- Gage, N. L. (1978). *The Scientific Basis of the Art of Teaching*. Nueva York: Teachers College Press, Universidad de Columbia.
- Gallego, M. J. (1991) Investigación sobre pensamientos del profesor: Aproximaciones al estudio de las "teorías y creencias de los profesores". *Revista Española de Pedagogía*, 49(189), 287-326.
- Gil-Pérez, D. (1996). New trends in science education. *International Journal of Science Education*, 18, 889-901.
- Izquierdo, M. (1990). *Memoria del proyecto docente e investigador*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Martínez, C. A. (2009). El conocimiento profesional de los (as) profesores (as) de ciencias: algunos aspectos centrales en el desarrollo de la línea de investigación. *Revista Científica*, 11. Bogotá.
- Nardi, R. & Almada, M. J. (2008). Educación en Ciencias: lo que caracteriza el área de enseñanza de las Ciencias en Brasil según investigadores brasileños. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 3(1), 24-31.

- Peme-Aranega, C. (1997). El carácter epistemológico interdisciplinario de la didáctica de las ciencias. *Educación en Ciencias*, 1, 5-13.
- Perafán, G. A. Reyes, L. y Salcedo, L. E. (2001). *Acciones y creencias. Análisis e interpretación de creencias de docentes de física* (Tomo II). Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2004). *La Epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Perafán, G. A. (2011). *El conocimiento profesional docente: nuevas perspectivas epistemológicas y metodológicas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional. En prensa.
- Perafán, G. A. (2012). *La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor*. Ponencia presentada en el III Congreso Internacional y VIII Congreso Nacional de Investigación en Educación, Pedagogía y Formación, Bogotá, agosto 23.
- Perafán, G. A. (2013). La Transposición Didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Revista Folios*, 37. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Ponte, J. P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. Planas, N. (coord.) *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática*. Barcelona: Graó.
- Porlán, R. (1998a). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16, 175-185.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998b). *El conocimiento de los profesores*. España: Diada.
- Shavelson, R. J. (1983). Review of research on teachers' pedagogical judgements, plans and decisions. *Elementary School Journal*, 83(4), 392-413.
- Stake, R. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Madrid. Morata.
- Shulman, L. S. (1989) Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza. En Wittrock, M. *La investigación de la Enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós Ibérica.
- Shulman, L. S. & Elstein, A. S. (1975). Studies of problem solving, judgement, and decision making: implications for educational research. En F. N. Kerlinger (Ed.), *Review of Research in Education* (vol. 3). Itasca, IL: F. E. Peacock.
- 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 Doctoral. Universidad Complutense de Madrid.

Wittrock, M. (1989a). *La investigación de la enseñanza, I. Enfoques, teorías y métodos.*

Barcelona: Paidós.

Wittrock, M. (1989b). *La investigación de la enseñanza, II. Métodos cualitativos y de observación.* Barcelona: Paidós.

Wittrock, M. (1990). *La investigación de la enseñanza, III. Profesores y alumnos.*

Barcelona: Paidós.



Capítulo 6

¿Cómo incidir en el conocimiento didáctico del contenido?: Análisis de una intervención formativa en maestros de matemáticas en ejercicio

Edelmira Badillo¹⁴,

Isabel Moreno¹⁵

Digna Couso¹⁶

14 Universitat Autònoma de Barcelona, España. Correo electrónico: edelmira.Badillo@uab.cat

15 Universitat Autònoma de Barcelona, España. Correo electrónico: isabel.morenob@gmail.com

16 Universitat Autònoma de Barcelona, España. Correo electrónico: digna.Couso@uab.cat

Resumen

Este capítulo analiza la mejora del conocimiento didáctico del contenido (CDC) de maestros en ejercicio que participan en una intervención de desarrollo profesional en la escuela basada en resultados de investigación educativa. Los resultados muestran cómo diferentes estrategias formativas (uso de materiales ejemplares, observación de *clases-modelo*, análisis didáctico de vídeo-episodios de aula, discusión conjunta) tienen diferente impacto en el CDC de los maestros, así como la influencia de un cierto engranaje de las mismas, más que de su uso aislado para la transformación de la práctica educativa. A su vez, quedan abiertas cuestiones que invitan a una mayor reflexión sobre el tema.

Introducción

España, al igual que otros países, está viviendo desde hace unos veinte años un continuo cambio curricular. Esta situación supone un reto en la enseñanza, ya que una variación curricular requiere cambiar la manera de enseñar para ser efectiva. Estos procesos de cambio son complejos; los profesores no han sido educados según los nuevos currículos, sino que siguieron unos contenidos y unos métodos bien distintos. Esta situación pone de manifiesto la necesidad de un profesorado en continua formación que potencie su competencia docente, de forma que les ayude a asumir la complejidad de las nuevas propuestas curriculares. Esta necesidad de formación continua se hace más evidente, si cabe, cuando hablamos de cambios curriculares profundos como el que actualmente nos compete en las áreas de matemáticas y de ciencias: el cambio hacia la enseñanza competencial y para la adquisición de la competencia.

La presente investigación formó parte del proyecto TRACES,¹⁷ cuyos objetivos eran, por un lado, ver hasta qué punto diferentes propuestas para mejorar la enseñanza de las ciencias y matemáticas, con base a la investigación en didác-

17 Proyecto TRACES (Transformative Research Activities Cultural diversities and Education in Science), financiado por el 7º Programa Marco de la UE, Ref. SiS-CT-2010244898. Más información en la Web del proyecto internacional www.traces-project.eu/ y nacional: <http://grups.crecim.cat/traces>

tica, son o no transformativas de la práctica educativa y, por otro, estudiar las condiciones que favorecen esta transformación. En concreto, en este capítulo analizamos la mejora en el conocimiento didáctico del contenido de maestros en ejercicio que participan de una intervención de desarrollo profesional en la escuela basada en resultados de investigación educativa. El objetivo es identificar aquellas prácticas formativas que resultan más eficientes en la mejora del conocimiento didáctico del contenido de las maestras participantes, con el objetivo de orientar el diseño de propuestas formativas futuras.

La escuela en donde se ha desarrollado esta investigación es una escuela concertada situada en la población de Mataró (España). Los datos que se analizan se recogen en el marco de una intervención formativa pedida por el claustro de maestros y motivada por una conferencia, propuesta por la dirección del centro, sobre el currículum por competencias en el área de matemáticas. En un primer momento, durante el curso 2010-11, los maestros del ciclo inicial (6-8 años) pidieron una formación específica en el tema del desarrollo del pensamiento numérico. Posteriormente, durante el curso 2011-2012, por petición del claustro de profesores la formación se extendió al ciclo medio (8-10 años); y, finalmente, durante el curso 2012-2013 a los profesores del ciclo superior (10-12 años). Sin embargo, los datos que se analizan en este capítulo fueron los recogidos durante el periodo 2011-2012.

Perspectiva adoptada del desarrollo profesional del maestro de matemáticas

Las investigaciones sobre el Desarrollo Profesional (DP) discuten sobre las condiciones más favorables para dicho desarrollo. Aunque no existe un consenso pleno, sí podemos encontrar coincidencias al revisar la literatura. En la tabla 1 se muestra un resumen de una revisión bibliográfica en la que se señalan las características que comparten las intervenciones formativas que procuran un DP efectivo (Couso, 2009).

Tabla 1. Características del DP efectivo de acuerdo con una revisión de la literatura

1. Se planifican como un proceso sostenido y a *largo plazo*, de forma que *esté integrado* en su trabajo diario.
2. Se proponen desde una *perspectiva sistémica*. Es decir, se dirige tanto al profesor como a la institución, de forma que se tenga en cuenta el contexto social y político. Por ejemplo, está relacionado con las reformas educativas.
3. Se basan en *la reflexión y la indagación* para resolver problemas de enseñanza y aprendizaje, obteniendo evidencias de la práctica de aula y de los resultados de los estudiantes.
4. Son *procesos colaborativos* en los cuales los profesores y otros actores necesarios forman una comunidad.
5. Se centran en la *disciplina a enseñar*, tanto en el conocimiento del contenido, como sobre todo del conocimiento didáctico del contenido.
6. Tienen en cuenta lo que sabemos del *aprendizaje en los profesores*.

Nota. Adaptada de *Science teachers' professional development in contexts of educational innovation. Analysis of three initiatives*, D. Couso, 2009, Compendium of published papers, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, p. 57.

Los supuestos teóricos que sustentan la intervención formativa del estudio que presentamos guardan relación con características del DP propuesto por Couso (2009). En primer lugar, se plantea como un proceso de formación longitudinal (3 años) en la propia escuela, involucrando no sólo a los equipos docentes sino también a padres y dirección. Las ideas centrales que orientan la formación son la reflexión sobre la práctica como proceso clave; la construcción de conocimiento matemático y conocimiento de enseñanza de las matemáticas; y la colaboración auténtica entre los profesores (escuela) y la investigación (universidad). El objetivo final es generar empoderamiento y estructuras perdurables —como por ejemplo, el establecimiento de comunidades de aprendizajes (Stoll et al., 2006)—, que hagan efectivo el compromiso en el propio DP por parte de los maestros. Por cuestiones de espacio, en este capítulo nos centraremos en el análisis de una de las dimensiones del DP, el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC). Para profundizar en las otras dimensiones sugerimos la lectura de Badillo, Moreno y Planas (2015).

Profundización en los contenidos vía el desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)

Shulman (1987) puso de manifiesto la riqueza que supone el conocimiento profesional del profesor. Según este autor, el profesor ha de conocer la disciplina, la manera de representar esos contenidos de forma que se hagan comprensibles a otros y el alcance y la secuencia de los programas de enseñanza de la materia a lo largo del curso y de la escolaridad. Tras el estudio de Shulman, numerosos grupos de investigación han profundizado en el conocimiento del profesor —véanse los trabajos del equipo de D. Ball (2008) en Norteamérica, T. Rowland (2005) en Inglaterra, S. Llinares (2009, 2012) en España o J. P. Ponte en Portugal (2012), entre otros—.

En este capítulo se adaptan los resultados de estos estudios y se hace una reinterpretación del CDC como el conocimiento que incluye, entre otras dimensiones, el Conocimiento del Contenido Matemático a Enseñar y la Gestión de ese Conocimiento en el Aula de Matemáticas. En la primera se presta especial atención a los contenidos matemáticos relevantes para el aprendizaje de los alumnos. En la segunda se hace énfasis en la construcción de significado matemático en el aula y la gestión de las intervenciones de los alumnos como oportunidades de aprendizaje (Moreno, 2012).

Consideramos que para el estudio del Conocimiento del Contenido Matemático a Enseñar se ha de profundizar en el contenido matemático que vertebra su práctica profesional, en nuestro caso el Pensamiento Numérico. Para ello tomamos como punto de referencia tres aspectos indicados por Brocardo et al. (2008) como esenciales para desarrollar el pensamiento numérico:

1. *El concepto de número*, en nuestro caso nos fijamos en el Sistema Decimal Posicional y sus propiedades como contenido que se ha trabajado más en la formación.
2. *Las operaciones con números*, buscando dotar de sentido la operación y en particular los algoritmos.
3. *La aplicación de conocimientos y habilidades con los números y las operaciones en situaciones de cálculo*, en particular en el trabajo de estrategias de cálculo mental.

En cuanto al estudio de la Gestión del Contenido en el Aula de Matemáticas, muchos son los posibles puntos de interés relacionados con ella. Sin embargo, por la naturaleza de los datos de nuestro estudio, consideramos los siguientes aspectos:

1. *La argumentación matemática en el aula*, entendiendo la exposición de contenidos basada en hechos y propiedades de la matemática, separándose aquí de teorías estructurales sobre la argumentación matemática (por ejemplo, Toulmin, 2007).
2. *La participación de los alumnos* en cuanto que los alumnos puedan intervenir en el aula explicando problemas, estrategias o conceptos y ofreciendo respuestas no determinadas de antemano.

Contexto de la intervención formativa en pensamiento numérico

Teniendo en cuenta estos elementos que caracterizan una visión de DP vinculada a la formación de comunidad de aprendizaje, consideramos que una intervención formativa en matemáticas ha de propiciar situaciones colaborativas de reflexión entre profesores e investigadores sobre el contenido didáctico, acercando la investigación en didáctica de las matemáticas al aula real y haciendo emerger situaciones ricas de aula. En la figura 1, se muestran estas grandes ideas como impulsoras de unas situaciones formativas que se han ido diseñando e implementando de manera flexible y adaptada a la situación concreta del grupo de maestros participantes. En el círculo interior se muestran algunos de los objetivos concretos de la formación, que se describe en los siguientes párrafos.

Acercar la investigación en didáctica de las matemáticas al aula real

La literatura señala la diferencia existente en la naturaleza del conocimiento de los profesores respecto al de los investigadores. Mientras los docentes basan su conocimiento principalmente en la práctica, los investigadores lo focalizan en

teorías a veces ajenas a la práctica de la escuela (Grossman y McDonald, 2008). Esto sugiere la necesidad de acercar la investigación en didáctica al aula. En esta intervención esto se ha realizado a partir del uso de materiales educativos basados en la investigación.

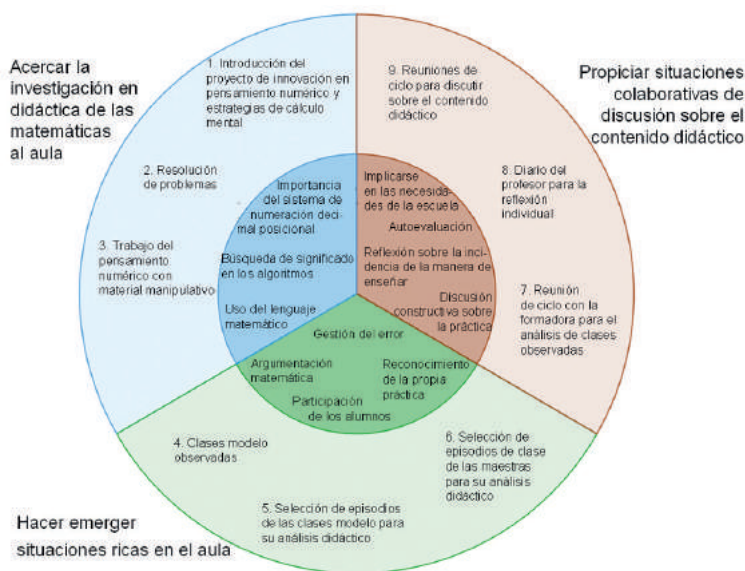


Figura 1. Esquema de la intervención formativa.

La literatura muestra la eficacia del estudio y adaptación de materiales ejemplares a la hora de realizar cambios en la práctica de los maestros (Couso y Pintó, 2009). Concretamente, en esta formación se ha implementado un Proyecto de Innovación didáctica diseñado por investigadores y previamente validado en aulas de varias escuelas. El Proyecto de Innovación en pensamiento numérico y estrategias de cálculo mental (Badillo, Moreno y Planas, 2015) promueve: (1) el desarrollo del pensamiento numérico desde la comprensión del sistema decimal posicional; (2) el uso consciente y fundamentado de las propiedades de los números y de las operaciones; (3) la identificación del lenguaje matemático, y (4) la aplicación de estas ideas en problemas contextualizados (Badillo y Moreno, 2012). Otra estrategia implementada para acercar la investigación en didáctica al aula ha sido la intervención tanto en el aula como, principalmente, en discusiones con las maestras, de expertos en investigación en

didáctica de las matemáticas con experiencia en el aula de primaria. El modelo seguido en la intervención de estos expertos para facilitar el DP de las maestras participantes se desarrolla en los apartados siguientes.

Hacer emerger situaciones ricas de aula

En la intervención se han empleado diferentes estrategias que han favorecido la emergencia de situaciones ricas de aula que favorecen el cuestionamiento sobre el CDC y la apertura de la propia práctica a una reflexión generadora de interrogantes didácticos. Entendemos por *situación potencialmente rica* al suceso didáctico que el maestro puede aprovechar para convertirlo en una oportunidad de aprendizaje de los alumnos, por ejemplo, una intervención de un alumno, un error, una pregunta, etc.

La estrategia formativa utilizada para hacer emerger estas situaciones ricas es la que denominamos *clases-modelo*. Estas se caracterizan por ser buenas prácticas de enseñanza realizadas por un experto en el contexto de aula real de las maestras (con sus alumnos) y observadas por las maestras que participan en la formación. Esta observación de *clases-modelo* sirve para mostrar las potencialidades de la investigación educativa en el contexto real en el que trabajan las maestras. Por ejemplo, las maestras pueden ver lo que da de sí trabajar las estrategias de resolución de problemas con sus alumnos, viendo la riqueza de estrategias que sus propios alumnos son capaces de proponer. Además, estas *clases-modelo* en las que la formadora se expone a la observación de otros constituyen un incentivo para que los maestros abran su propia práctica a la reflexión con los compañeros. Es decir, sirven para promover la reflexión sobre el CDC y generar un clima de confianza entre los participantes de la formación.

Las *clases-modelo* se realizaron en tres ocasiones, una al inicio de cada trimestre durante un año escolar. La formadora se introdujo en cada clase (6 a 10 años) e implementó el Proyecto de Innovación en pensamiento numérico y estrategias de cálculo mental que las maestras continuaron a lo largo de todo el curso. Las maestras, durante estas sesiones, observaron a la formadora y, mediante un guion de reflexión, fueron invitadas a reflexionar sobre aspectos concretos de su práctica. En este sentido es importante matizar que el concepto

de *clase-modelo* no significa una clase ideal o perfecta, sino una clase bien fundamentada en investigación que es convenientemente analizada para aprender de las fortalezas y debilidades de la misma.

Una segunda estrategia o actividad formativa es la selección de breves vídeo-episodios de aula ricos en contenido didáctico. Estos vídeo-episodios se caracterizan por estar seleccionados por los formadores para focalizar la mirada de los participantes en la formación, ya que permiten resaltar situaciones llenas de significado que podrían permanecer desapercibidas dentro de la totalidad de la hora de clase. El uso de vídeo-episodios de aula ofrece espacios para reflexionar sobre diferentes aspectos de la gestión, del proceso de enseñanza y aprendizaje, del papel del docente y dificultades y potencialidades de los alumnos, de manera que los pensamientos generales de los maestros encuentren alimento y sustento en evidencias empíricas (Llinares y Valls, 2009). El interés en utilizar estos vídeo-episodios viene marcado por la necesidad de hacer un zoom y profundizar en aspectos que son objetivo de la formación, pero en los que las maestras participantes, aun habiéndolos observado en la *clase-modelo* o su propia práctica, no hicieron hincapié. Desarrollar la competencia profesional *mirada con sentido* (Llinares, 2012) requiere de un tiempo, posibilidad de re-visualización y guía para la reflexión que en la inmediatez de la observación de la *clase-modelo* o de la propia práctica no es posible.

Propiciar situaciones colaborativas de reflexión sobre el contenido didáctico

La intervención formativa da importancia a los momentos de discusión conjunta entre los maestros y la formadora en los que se persiguen tres objetivos: (1) observar, evaluar y analizar prácticas concretas de aula; (2) Construir nuevos conocimientos como resultado de la reflexión, individual y colectiva, *en, sobre y para* la práctica matemática (relación teoría-práctica); y, (3) Reconstruir/construir instrumentos conceptuales y recursos técnicos para analizar y desarrollar buenas prácticas matemáticas en el aula.

Esta discusión conjunta se ha realizado en dos contextos de participación diferentes. Por un lado, la formadora ha propuesto y guiado reuniones

periódicas con los maestros a nivel de claustro, de ciclo y de claustro escolar. En estas discusiones se ha perseguido la generación de nuevos conocimientos y competencias profesionales de los profesores como resultado de la relación entre teoría y práctica. Por otro lado, con el objetivo de implementar de forma práctica los nuevos conocimientos y competencias, los maestros de forma autónoma también se han reunido a nivel de ciclo para articular elementos de la formación en la programación vertical del área de matemáticas.

Para que esta discusión conjunta sea significativa en el cambio, se requiere de momentos de reflexión individual. La estrategia utilizada para promover esta reflexión individual es un cuestionario sobre el propio aprendizaje. En concreto, se ha utilizado un formato abierto con la única pregunta: “qué has aprendido en la sesión formativa”, para reflexionar sobre los aspectos observados y discutidos en las sesiones de trabajo con la formadora. La potencialidad de este instrumento es su papel en la autoregulación del aprendizaje. Sin embargo, esto sólo ocurre si los participantes ven su sentido dentro de su DP, y no como un instrumento que únicamente aporta información para regular la formación o para la investigación.

La intervención formativa siguió las fases de introducción, desarrollo y salida del escenario formativo a lo largo de cada curso escolar. La tabla 2 muestra los instrumentos o estrategias utilizadas en cada fase.

Tabla 2. Instrumentos y estrategias formativas utilizadas en cada fase de la intervención

	ESTRATEGIAS PARA ACERCAR LA INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS MATEMÁTICAS AL AULA	ESTRATEGIAS PARA HACER EMERGER SITUACIONES RICAS EN EL AULA	ESTRATEGIAS PARA PROPICIAR SITUACIONES COLABORATIVAS DE DISCUSIÓN SOBRE EL CDC
Fase introductoria	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación del Proyecto de Innovación en pensamiento numérico y estrategias de cálculo mental 2. Resolución de problemas matemáticos en el aula 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Observación participante de <i>clases-modelo</i> de la formadora 	
Fase de desarrollo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación del Proyecto de Innovación en pensamiento numérico y estrategias de cálculo mental 2. Resolución de problemas matemáticos en el aula 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Observación participante de <i>clases-modelo</i> de la formadora 5. Análisis didáctico de vídeo-episodios de aula de la formadora 6. Análisis didáctico de vídeo-episodios de aula de miembros del claustro 	<ol style="list-style-type: none"> 7. Participación en reuniones de ciclo con la formadora para reflexionar sobre la práctica 8. Cuestionario de reflexión individual sobre aprendizaje 9. Participación en reuniones de ciclo centradas en el contenido didáctico
Fase salida del escenario	<ol style="list-style-type: none"> 1. Implementación del proyecto de innovación en pensamiento numérico y estrategias de cálculo mental 2. Resolución de problemas matemáticos en el aula 3. Trabajo del pensamiento numérico con material manipulativo 	<ol style="list-style-type: none"> 4. Observación participante de <i>clases-modelo</i> de un miembro del claustro 	<ol style="list-style-type: none"> 9. Participación en reuniones de ciclo centradas en el contenido didáctico

Propuesta de análisis sobre el desarrollo profesional centrado en el conocimiento didáctico del contenido

El foco de interés de este capítulo se centra en el análisis detallado de la intervención formativa, tratando de analizar qué estrategias de esta han propiciado un DP en las maestras participantes con respecto a su CDC en matemáticas. Para ello, nos planteamos en primer lugar la pregunta de si ha habido DP; y, posteriormente, analizar la relación de dicho desarrollo con los instrumentos formativos utilizados. Con el propósito de dar respuesta a la pregunta de investigación planteada y de aumentar la fiabilidad de los datos, se utilizaron diferentes estrategias de recogida de información que permiten contrastar los datos y comprobar su convergencia. Los instrumentos de recogida de datos fueron elaborados por el grupo de investigadoras del proyecto europeo TRACES y validados por investigadores externos del proyecto EDU2012-31464¹⁸.

Para obtener información sobre CDC se diseñaron dos instrumentos: cuestionarios y diario de reflexión. Los cuestionarios sobre pensamiento numérico se elaboraron a partir del libro sobre métodos mentales en matemáticas de *The Mathematical Association* (1992). Estos cuestionarios, muy parecidos entre sí, se pasaron al inicio y al final de la fase de desarrollo de la formación con el objetivo de comparar y contrastar las respuestas sobre el CDC que exhiben los maestros. El segundo instrumento consistió en elaborar un diario personal con una única pregunta abierta: “¿Qué he aprendido que me pueda servir para mejorar mi práctica docente?”. Estos diarios nos permitieron obtener información del proceso vivido por las maestras y promover procesos de reflexión sobre su propia práctica.

Una vez recopilada la información y centrados en la búsqueda de evidencias de desarrollo del CDC, nos planteamos tres preguntas que dirigen el análisis de los datos de cada maestra participante: (1) *QUÉ* enseña —atención a contenidos matemáticos relevantes para el desarrollo del pensamiento numérico en los alumnos; (2) *PARA QUÉ* lo enseña —énfasis en la construcción de significado

18 Estudio realizado en el marco del proyecto, EDU 2012-31464, “Análisis de entornos colaborativos de aula desde la perspectiva de su mediación en la construcción discursiva de conocimiento matemático”, Ministerio de Economía y Competitividad.

matemático en el aula; y, (3) *CÓMO* lo enseña –aprovechamiento de las intervenciones de los alumnos como oportunidades de aprendizaje para todos (Badillo, Moreno y Planas, 2015).

Para cada uno de los indicadores del CDC definidos en el apartado anterior, se ha analizado el grado de apropiación de los mismos definiendo tres modos: (1) *identificación*; (2) *importancia*; y/o, (3) *utilización*. En la tabla 3 se detallan e ilustran estas categorías de análisis con algunos ejemplos de datos.

Tabla 3. Modos de apropiación del CDC

MODO DE APROPIACIÓN	DEFINICIÓN	EJEMPLO DE LOS DATOS
Identificación	Identificación sin valoración explícita de un aspecto del CDC relevante para la enseñanza y/o aprendizaje de las matemáticas	<i>Algunos descomponen los números para tener más facilidad a la hora de hacer dobles, los problemas... (LEIRE-P6)</i>
Importancia	Atribución de importancia a un aspecto del CDC tanto para el DP como para el aprendizaje de los alumnos	<i>He aprendido que para enseñar bien las matemáticas, se tiene que insistir mucho en el valor posicional de los números. (CARLA-P5)</i>
Utilización	Utilización o propuesta de utilización de un aspecto del CDC en la propia práctica de aula	<i>Ahora utilizo mucho la posición de las cifras: Posición unidad, posición decena y posición centena. (CASILDA-P4)</i>

En la tabla 4 se muestran los resultados del análisis de los cuestionarios inicial y final para cada indicador de CDC. Por cada indicador se presentan dos columnas relativas a cada cuestionario. Para facilitar la visualización de la evolución de cada maestra se ha adjudicado un número, P#, a cada maestra participante. Las respuestas de los cuestionarios se han etiquetado según el doble criterio: (1) aspecto del CDC al que hace referencia (ver apartado 3), y (2) modo de apropiación de dicho aspecto. Para el caso del modo *identificación*, sólo lo etiquetamos cuando está aislado de los otros dos, pues se sobreentiende que si da *importancia* o se dispone a *utilizar* un aspecto del CDC es porque lo ha identificado previamente. En nuestro análisis asociamos un mayor grado de apropiación del CDC cuando se pueden evidenciar en el discurso docente estos tres modos de forma simultánea.

La comparación de las respuestas de los cuestionarios nos permite hacer varias observaciones. Por un lado, se evidencia la escasez de manifestación de CDC en el cuestionario inicial (columnas de blanco). Frente a esto, las respuestas del cuestionario final dan cuenta del CDC de las maestras en casi todos los aspectos estudiados. Este resultado concuerda con los resultados de la literatura que ponen en evidencia la poca importancia que suelen dar los maestros de primaria al contenido matemático a enseñar (ver por ejemplo, Tatto et al., 2012), a la vez que evidencia que el desarrollo de la formación les facilita la focalización de sus reflexiones en aspectos relevantes del CDC.

Tabla 4. Análisis de los cuestionarios inicial y final

	QUÉ				PARA QUÉ		CÓMO			
	SN		ECM		CO		AM		PA	
Id.+ Imp.+ Ut.	P3	P1, P3, P4, P5, P6, P8		P6, P8		P1, P4, P5, P6		P4		P1, P3, P4, P5, P6
Utilización				P1, P2, P3, P7	P7	P8		P6	P1, P6	
Importancia	P1	P7				P3, P7		P3, P5		
Identifica			P1, P3, P4, P5, P6, P7					P3	P8	P4, P5
	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final	Inicio	Final
	SN: Sistema de numeración decimal posicional					AM: Argumentación matemática				
	ECM: Estrategias de cálculo mental					PA: Participación de los alumnos en el aula				
	CO: Comprensión de las operaciones									

Los dos primeros aspectos del CDC señalados en la tabla 4, Sistema de numeración decimal posicional (SN) y estrategias de cálculo mental (ECM), muestran qué temas matemáticos han identificado los maestros como relevantes para el desarrollo del pensamiento numérico de sus alumnos. Al buscar las causas para el aumento de importancia y utilización de estos dos aspectos, acudimos a los diarios escritos que han entregado las maestras. En las reflexiones

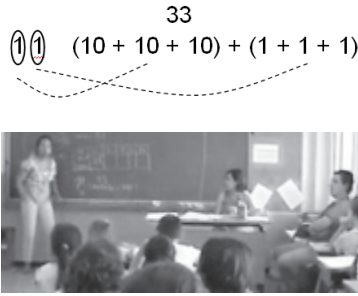
analizadas encontramos referencias que relacionan el trabajo de estos aspectos con la segunda intervención formativa:

“He descubierto la gran importancia de trabajar la posición de los números; si los niños tienen claro esto les es mucho más fácil el cálculo mental” Diario 2 (LEIRE-P6)

Como anotan las maestras, para este encuentro se decidió seleccionar unos vídeo-episodios de la primera clase modelo centrados en la reflexión sobre el valor posicional (tabla 5). Este instrumento, el análisis didáctico de vídeo-episodios de aula, provocó en los maestros una reflexión centrada en el CDC y les permitió valorar aspectos del contenido matemático que tienen importancia para el desarrollo del pensamiento numérico:

“En esta última sesión he visto que es muy importante que los niños y niñas tengan muy claro la posición que tiene cada cifra dentro del número” Diario 2 (CASILDA-P4).

Tabla 5. Transcripción parcial del episodio-1, primera parte

REPRESENTACIÓN ESCRITA EN LA PIZARRA	TRANSCRIPCIÓN DEL EPISODIO-1, PRIMERA PARTE
	<p>Formadora: Tú, ¿cómo lo has hecho, el triple de 11?</p> <p>Alumna: ¿Qué he pensado?</p> <p>F: Sí</p> <p>A: 10 tres veces y pongo 3</p> <p>[...]</p> <p>F: Ella ha hecho muy bien, descompone las decenas y las unidades.</p> <p>F: Ella ha dicho: tres decenas es 10 más 10 más 10 [escribe (10+10+10)], porque tiene 3 decenas. Y después ha hecho 3 unidades [escribe (1+1+1)], [...] uno más uno más uno.</p> <p>[...]</p> <p>F: El once [pinta 11], ha hecho: tres veces, [línea trazada con el dedo que une el 1 de las decenas con 10+10+10] tres decenas y tres veces, [línea que une 1 de las unidades con 1+1+1] tres unidades</p>

El tercer aspecto señalado en la tabla 4 recoge un ejemplo práctico de para qué trabajar esos contenidos matemáticos: la comprensión de la operación frente a la adquisición de la mecánica algorítmica (CO). Aquí se observa un aumento considerable de valoración de la comprensión de las operaciones. Al principio sólo una maestra lo menciona, pero al final del periodo estudiado todas menos una lo consideran importante y/o lo utilizan.

Durante el segundo encuentro con la formadora, algunas maestras expusieron sus dudas sobre la manera de explicar la multiplicación por varias cifras, pues no estaban convencidas de cómo lo hacía el libro de texto.

Lo que me ha quedado muy claro es que lo más importante es que los niños sepan porqué se hacen las operaciones y su sentido, y no que las hagan mecánicamente sin saber porqué se hace de esta manera Diario 2 (CARLA-P5).

Tras esta discusión, otras maestras se plantearon un problema equivalente con el algoritmo de la división. Esta transferencia se considera una evidencia del creciente interés por fomentar la comprensión del contenido matemático y de DP.

Los dos últimos aspectos considerados en la tabla 4 versan sobre cómo gestionar estos contenidos en el aula: la participación de los alumnos (PA) exponiendo qué hacen para resolver los problemas matemáticos y su argumentación de porqué los hacen (AM). La tabla 4 da cuenta de que en estos aspectos del CDC, la evolución del DP de las maestras es menos generalizada. Sólo cuatro consideran los dos aspectos del CDC como una oportunidad de aprendizaje y sólo una se propone manifiestamente fomentar la argumentación matemática en el aula.

Desde la primera observación de *clase modelo* de la formadora, varias maestras advierten las ventajas de la participación del alumno como elemento clave para la construcción conjunta de significados:

He aprendido que todos los niños y niñas tienen una estrategia para hacer los ejercicios, sobre todo para resolver los problemas, y que por tanto se ha de intentar escuchar al máximo a los niños Diario 1 (CASILDA-P4).

Me ha sorprendido la cantidad de estrategias que buscan los niños para hacer las operaciones y resolver los problemas si les das la oportunidad Diario 1 (CARLA-P5).

Podemos señalar la potencialidad de la práctica matemática observada en las *clases-modelo* para ver cómo se puede desarrollar una clase en la que la participación y argumentación matemática vertebran y enriquecen la actividad matemática de los alumnos (Planas y Alsina, 2009).

El trabajo sistemático de estos aspectos de gestión que propone el proyecto de innovación ha permitido que esta manera de entender la actividad matemática generada en el aula se asiente en la práctica habitual de las maestras:

Pienso que [mis clases] se han vuelto más participativas gracias al proyecto, más manipulativas y no tan rígidas, aceptando más variaciones a la hora de resolver problemas y operaciones matemáticas Cuestionario final (ÁNGELA-P1).

Sin embargo, las mismas maestras reconocen una mayor dificultad en estos aspectos del CDC. La gestión de la participación de los alumnos requiere de la interpretación de sus respuestas y que el propio maestro sea capaz de argumentar matemáticamente los aciertos y errores de las respuestas dadas:

[Tendría dificultades en] Representar eso que está en la mente de los alumnos, cómo han hecho la operación de forma gráfica, puede ser lo más complicado. El hecho de ir, después, más allá y hablar de propiedades... Guión de reflexión 2 (SANDRA-P7).

Las reflexiones anteriores nos permiten concluir que ha habido evolución en esta dimensión del DP en la mayoría de las maestras. La lectura de los datos permite interpretar que esta evolución se debe, en gran medida, a las estrategias formativas empleadas. A continuación se muestra un análisis de esta influencia.

Influencia de las estrategias formativas en el desarrollo del conocimiento didáctico del contenido

Con el objetivo de analizar la influencia o qué estrategias formativas resultan más efectivas para la mejora del CDC de las maestras, de entre los datos seleccionados para el análisis, se han codificado las referencias que las maestras hacen a los instrumentos formativos, relacionándolos con alguno de los aspectos del CDC estudiados. En la figura 1 se recogen estas referencias distinguiendo el momento formativo en el que se mencionan. A continuación discutimos la interpretación de esta figura, analizando los resultados para cada tipo de actividad formativa.

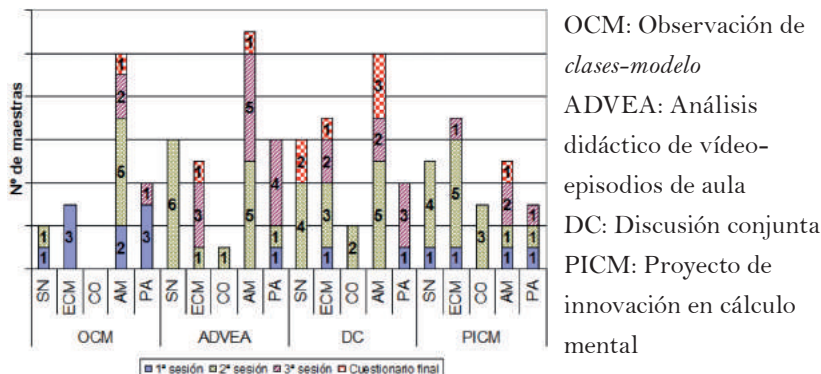


Figura 1. Influencia de los instrumentos de la formación en el CDC

Observación de clases-modelo

La figura 1 da cuenta de que las *clases-modelo* tuvieron gran influencia en el aspecto de la argumentación matemática y también, aunque menos manifiestamente, en la gestión de la participación de los alumnos en el aula. Dado que el periodo de observación de las *clases-modelo* es largo, entre 45 y 60 minutos, los elementos que se pueden considerar son abundantes y complejos. Sin embargo, la mayoría de las observaciones de las maestras se centran en la gestión del aula y no tanto en el contenido matemático:

Durante la primera sesión va muy bien ver cómo otra persona hace la clase de cálculo, porque ves cosas que tú puedes mejorar, tanto a la hora de mantener la atención de los niños como para ayudar a aquellos que se dispersan más, o sencillamente explicar de otras maneras los problemas y estrategias que se trabajan Diario 1 (LEIRE-P6).

El hecho de que la mayoría de las relaciones entre el CDC y este instrumento formativo señaladas en los datos se refieran a la primera sesión, nos permite afirmar que la observación de *clases-modelo* ha servido de arranque para la reflexión sobre la práctica y, en particular, en los aspectos de la gestión del contenido en el aula de matemáticas, pero que su relevancia a lo largo del proceso no es suficiente para dar cuenta del DP del maestro en ejercicio.

Análisis didáctico de vídeo-episodios de aula

La figura 1 resalta que este instrumento ha influido notablemente en la mayoría de los aspectos del CDC estudiados. Se puede observar que los vídeo-episodios de aula de la formadora (2ª sesión), generan procesos de reflexión principalmente en torno al SN y AM, aunque hay referencias relacionadas con los otros tres aspectos del CDC. Los vídeo-episodios de aula de las maestras del claustro (3ª sesión) mueven a la mayoría de los participantes a reflexionar sobre la gestión del contenido en el aula de matemáticas y las estrategias de cálculo mental.

A diferencia de las *clases-modelo*, los vídeo-episodios se focalizan en aspectos concretos de la práctica matemática generada en el aula, dando tiempo para el análisis, la reflexión y la discusión de los mismos. Por ejemplo, el vídeo-episodio 1 focaliza la gestión de las estrategias propuestas por los alumnos para multiplicar por 11, argumentándolas matemáticamente en términos del valor posicional (tabla 5). Esta focalización de la práctica facilita un análisis más detallado sobre el conocimiento matemático que se pone en juego durante la enseñanza y su gestión.

Estar presente al aula o verlo en la pantalla desde fuera es muy diferente. Verlo te permite analizar mejor la situación y ver qué hay que trabajar más o cómo podemos mejorar la gestión Guión de reflexión 2 (SANDRA-P7).

En la sesión que hicimos las maestras juntas con los vídeos, ella [la formadora] quiso que nos fijásemos en el valor posicional de los números y esto nos ha ido muy bien después para utilizarlo siempre en el aula. Lo hemos utilizado y creemos que los niños lo entienden mucho mejor Diario 2 (Respuesta conjunta del ciclo inicial).

Esto nos indica que el análisis didáctico de vídeo-episodios resulta ser un instrumento capaz de generar una profunda reflexión sobre práctica, lo cual es principio fundamental para el DP y para el cambio de prácticas de aula (Llinares y Krainer, 2006).

Sin embargo, es interesante señalar que de acuerdo a nuestros datos este instrumento no es suficiente si se considera de manera aislada a la discusión conjunta. Esto queda evidenciado en la discusión conjunta sobre el análisis didáctico de los vídeo-episodios seleccionados de una de las clases grabadas a dos de las maestras, al implementar el proyecto de innovación. En la discusión conjunta con sus compañeras, las maestras reflexionaron sobre más aspectos del CDC que lo que manifestaron en una entrevista previa al visionarlo individualmente.

“Después de ver el vídeo de mi actuación, me he dado cuenta del error que cometía explicando la estrategia, referente al lenguaje matemático. De hecho estos días he detectado que algunos alumnos cometían el mismo error y por tanto ya lo estoy corrigiendo. Estoy mucho más atenta a este tipo de errores”
Diario 3 (LEIRE-P6).

Discusión conjunta

La figura 1 pone de manifiesto que: (1) Hay un escaso número de referencias a la sesión 1. Esto muestra que cuando la discusión conjunta tiene como único

foco la observación y análisis de *clases-modelo*, las reflexiones son de carácter más general. (2) Hay numerosas referencias a las sesiones 2 y 3. Esto indica que la actividad formativa de esas sesiones (análisis didáctico de vídeo-episodio) genera procesos de reflexión conjunta que ayudan a la construcción de diferentes aspectos del CDC. (3) La mayoría de las referencias a los instrumentos formativos señaladas en el cuestionario final se relacionan con la discusión conjunta.

Estos resultados permiten concluir que la reflexión conjunta resulta un instrumento clave en el incremento de una comprensión profunda de los procesos involucrados en la enseñanza y el aprendizaje. Esto va en la línea de las teorías socioculturales que afirman que las ideas y prácticas docentes no se aprenden ni desarrollan en soledad (Stoll et al., 2006) y apoya las nuevas tendencias formativas relacionadas con la formación de comunidades de práctica *ad hoc* como las comunidades de aprendizaje profesional. Sin embargo, no es fácil asegurar que las reuniones de los maestros en el claustro se centren en temas de contenido didáctico. Es en este sentido que la discusión conjunta que aquí se observa como crucial para el desarrollo del DP no es simplemente la colaboración o el diálogo entre maestros, sino la discusión focalizada de situaciones de aula previamente seleccionadas por su potencial formativo.



Figura 2. Fotograma, reflexión conjunta sobre prácticas observadas con los maestros del ciclo

Proyecto de innovación en cálculo mental

Finalmente, el análisis de la información recogida en torno a la referencias al proyecto de innovación evidencian que este instrumento de acción continua a lo largo de un curso académico genera procesos de reflexión sobre la práctica en todas las maestras. Las reflexiones sobre las estrategias de cálculo mental

(ECM) y la comprensión de las operaciones (CO) se han visto más influenciadas por este instrumento que por los otros por varias razones. La primera y principal la atribuimos a la importancia del uso en la formación de materiales ejemplares que integren de forma práctica los resultados de la investigación educativa. En este sentido, el hecho de que los maestros dispusieran del proyecto de innovación en cálculo mental, viesan cómo los usaba un experto y otros compañeros y discutiesen las situaciones que se daban en su uso, es una oportunidad de aprendizaje de altísimo nivel. La segunda razón es que el tiempo de puesta en práctica por las maestras es mayor y coincide con actividades formativas puntuales que generan cambios en el CDC. Esta continuidad en el tiempo también favorece la incorporación de cambios en la práctica en el aula. Finalmente, la mejora observada en los resultados de los alumnos como consecuencia de la aplicación de la innovación puede favorecer el aumento de la confianza y la implicación en el desarrollo mismo (Couso y Pintó, 2009).

Es impresionante ver hasta dónde llegan los niños, ver qué reflexiones hacer. Te quedas parado que un niño tan pequeño pueda tener un razonamiento como el que tienen muchos, y a esto les ha ayudado el proyecto Diario 3 (ELISA-P3).

Déjame primero expresarte que ha sido realmente revelador, yo que llevo tantos años en la enseñanza, que sigo con ilusión todavía pero pensando que ya casi no podía sorprenderme nada, me encuentro con un proyecto, que me ha despertado otra visión en las matemáticas Diario 3 (AURA-P8).

Conclusiones

Las investigaciones en torno al DP constatan que los profesores no pueden ser desarrollados pasivamente, sino que han de ser los protagonistas del cambio. El reto de la formación de profesores, por tanto, reside en planificar, diseñar y ofrecer buenas oportunidades que les muestren la necesidad de mejorar la propia práctica docente y les faciliten su mejora (Roesken, 2011). Los resultados presentados en este capítulo nos permiten afirmar que ofrecer dichas oportunidades es posible, y que ciertas actividades formativas son más relevantes que

otras. Sin embargo, también nos muestran que se trata de algo complejo que conlleva una gran implicación por parte de la comunidad investigadora, lo que pone de manifiesto la enorme dificultad de escalar estas situaciones para llegar a todo el profesorado.

Se puede afirmar que el CDC manifestado por los maestros se ha enriquecido a lo largo de la intervención formativa en las dos dimensiones consideradas: Conocimiento del Contenido Matemático a Enseñar y Gestión de ese Conocimiento en el Aula de Matemáticas. En este sentido, los resultados obtenidos nos muestran que la intervención formativa comparte ciertas características e incluye algunos elementos que tienen incidencia en el grupo de maestros y alcance transformativo del aula, a la hora de interpretar qué aspectos de la intervención formativa han tenido mayor influencia y cómo en este resultado nos hemos referido a aspectos globales y concretos de la formación de forma diferenciada.

De forma global, podemos interpretar estos resultados a la luz del conocimiento que tenemos actualmente del DP de los maestros. Por ejemplo, el hecho de que esta intervención se haya prolongado durante un año entero ha permitido que los maestros tomen conciencia y reflexionen en aspectos del CDC que no aparecen en las primeras sesiones formativas, lo cual señala la importancia de la formación continuada o a largo plazo. Además, el análisis de la incidencia de la formación ha puesto de manifiesto cómo una formación de carácter sistémico (en la escuela, para toda la escuela, con espacios de discusión conjuntos), centrada en la reflexión sobre la práctica profesional y los resultados de los alumnos y en la que los investigadores colaboran de forma auténtica con los maestros (por ejemplo, no pidiendo a los maestros cosas que ellos no son capaces de hacer) propicia la creación de un inicio de comunidad de aprendizaje profesional en la escuela. Este germen de comunidad de aprendizaje profesional se evidencia en aspectos como las múltiples referencias de las maestras a su aprendizaje y cambio de práctica o el clima de confianza mutua que permite a las maestras auto y coanalizarse. De acuerdo a la literatura del ámbito, la potencialidad de esta situación reside no solo en su capacidad de cambiar las prácticas y rutinas habituales hacia otras más formativas (y por tanto, influir notablemente en el DP de las participantes) sino, sobre todo, en la capacidad de sostenibilidad en el tiempo de estas estructuras. El seguimiento

continuado de este grupo de maestras permitiría comprobar, por tanto, si este germen de comunidad profesional de aprendizaje se mantiene y/o evoluciona favorablemente, pasando a ser parte de la práctica habitual de las maestras en la escuela o si, por contra, se diluye.

Con respecto a la influencia de los aspectos concretos de la intervención formativa, los resultados nos muestran diferencias significativas en el nivel de influencia de estrategias o actividades formativas concretas. Por ejemplo, hemos constatado, tal y como afirma Llinares (2012), la gran incidencia del análisis didáctico de vídeo-episodios de aula previamente seleccionados para profundizar en aspectos claves del CDC. Tal y como las maestras han evidenciado en sus comentarios, esto es debido a la focalización que se produce en los mismos, así como la posibilidad de re-visionado que ofrecen, permitiendo una reflexión en-la-practica de forma pausada y en diferido.

No obstante, es interesante resaltar de nuestros resultados que no es el uso aislado de vídeo-episodios lo que más fomenta el DP de las maestras participantes. En este sentido, el análisis realizado nos indica la necesidad de matizar la validez de esta estrategia, relacionándola con otra estrategia formativa de corte colaborativo: la discusión conjunta entre los maestros y con la formadora. Así, la observación de que el auto-visionado de vídeo-episodios de una maestra es menos eficiente en la promoción de la auto-reflexión que el visionado conjunto y compartido, es un resultado interesante que señala la importancia de la creación de una comunidad de práctica entre investigadores y maestros donde este tipo de actividad sea posible y plausible. De nuevo, este resultado aporta a las líneas de investigación actuales sobre la eficacia del DP en entornos colaborativos en general y comunitarios en particular.

Como hemos visto, la reflexión sobre los vídeo-episodios en las discusiones conjuntas ha resultado un instrumento de gran importancia para el desarrollo del CDC. Sin embargo, esto ha sucedido sobre todo cuando esta discusión se ha centrado en temas concretos de alto contenido matemático o didáctico. Desde nuestro punto de vista como formadoras, para centrar esos temas de discusión en la propia práctica y en un interés común, el proyecto de innovación ha tenido un papel muy relevante. En este sentido, nuestros resultados confirman la importancia que otorgábamos en el diseño, de acuerdo a la literatura, al uso de materiales didácticos ejemplares en la formación docente. Cabe destacar, sin

embargo, que la relevancia del uso de este tipo de materiales no reside únicamente en el hecho de que son “compartidos” por los maestros participantes, sino primordialmente en el hecho de que este proyecto incorpora en su diseño aquellos aspectos didácticos y matemáticos. Es decir, que son los resultados de investigación o el conocimiento didáctico embebido en los materiales aquello que les otorga más capacidad de que aparezcan situaciones ricas de aula susceptibles de ser vídeo-analizadas y discutidas conjuntamente.

Por último, y aunque a la luz de nuestros resultados las *clases-modelo* parecen haber jugado un papel secundario en el DP de las maestras, no debemos trivializar su importancia como detonante para generar reflexión sobre la práctica en un clima de colaboración auténtica entre investigadores y maestros (Couso, 2008). De hecho, nuestra experiencia en formación de profesores nos dice que el tipo de estrategia o actividad formativa inicial es crucial para sentar las bases del tipo de dinámica que se establece entre formadores y maestros, al servir para “romper el hielo” y confirmar o desmentir expectativas de los participantes. Es en este sentido que consideramos necesario explorar más el papel de este tipo de actividades formativas para identificar su importancia real, así como las formas más eficaces de usarlas.

Los resultados anteriores confirman, además de la importancia del uso de diferentes estrategias formativas, el hecho de que son las sinergias entre las mismas las que les otorgan mayor potencial formativo. En este sentido, podemos concluir que a la luz de nuestra investigación, ninguna actividad formativa aislada se puede considerar suficiente para generar procesos de cambio. Aunque se requiere de más investigación para poder elaborar patrones de interacción entre estrategias que constituyan modelos formativos ejemplares, esta investigación es un primer paso en nuestro conocimiento sobre cómo intervenciones formativas complejas (sistémicas, longitudinales, basadas en múltiples estrategias formativas,) contribuyen a la mejora del DP docente.

Con todo, existen algunos aspectos que podrían reconsiderarse en la iniciativa emprendida con la finalidad de mejorarla y de que tenga continuidad en el tiempo. Dentro de estos, señalamos temas clave en el CDC que han quedado sin tocar, como la evaluación o la planificación. También la mejora en el diseño, presentación y uso de los instrumentos de reflexión y análisis didáctico, que juegan un papel clave en este modelo, pero de los cuales no tenemos indicios

que aseguren su continuidad fuera del contexto formativo. Particularmente, nos referimos a la reflexión individual en los diarios de auto-reflexión, pues ha costado mucho obtener información acerca de la misma, ya que varios maestros se han mostrado “perezosos” a la hora de escribir el diario. Nuestra percepción es que lo consideraban más un elemento de utilidad para el equipo investigador que un instrumento formativo para su propio desarrollo, lo cual demuestra que su uso en nuestra intervención formativa no ha sido adecuado ni relevante.

Para finalizar, consideramos que este es un ejemplo de formación permanente en la escuela que permite y potencia que los maestros discutan sobre la práctica en sus aulas con los compañeros de trabajo, pero también con personas dedicadas a la investigación en didáctica, de manera que todos comparten unos conocimientos y experiencias de los que el resto aprende, generando así una cultura pedagógica compartida. Obviamente, y tal y como hemos comentado, esto presenta dificultades de escala, ya que se trata de una formación de alta demanda e implicación tanto del profesorado, como de la escuela, como del equipo investigador que difícilmente puede llegar a todos los maestros sin una gran inversión. Teniendo en cuenta que, según la literatura, la mayor parte de la formación de profesores actual no se evalúa adecuadamente y es profundamente ineficaz (Guskey, 2002), nuestros resultados, aunque modestos, no dejan de ser esperanzadores respecto a lo que se puede conseguir desde la investigación educativa cuando se orienta a la transformación de la realidad.

Agradecimientos

Este estudio se enmarca en la agenda científica del Grupo de Investigación en Práctica Educativa y Actividad Matemática (GIPEAM); en particular, dentro del Proyecto EDU2012-31464, “Análisis de entornos colaborativos de aula desde la perspectiva de su mediación en la construcción discursiva de conocimiento matemático”, financiado por el Ministerio de Economía y Competitividad.

Referencias

- Badillo, E., y Moreno, I. (2012). *Case Study Report 2: Group of Teachers from the MDL School. Public report of TRACES project (7FP, EC)*. Recuperado de <http://www.fisica.unina.it/traces/attachments/article/275/Spain-CS2.pdf>
- Badillo, E., Moreno, I., Planas, N. (2014). Aspectos metodológicos para el análisis del desarrollo profesional en matemáticas: el caso de una maestra de primaria. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, Vol. 28. Barranquilla, Colombia: Universidad del Atlántico y Comité Latinoamericano de Matemática Educativa A. C.
- Ball, D.L., Thames, M.H., y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Brocardo, J., Serrazina, L., Rocha, M.I., Mendes, F., Menino, H.A., y Ferreira, E. (2008). Um projecto centrado no sentido do número. En Luengo, Ricardo; Gómez, Bernardo; Camacho, Matías; Blanco, Lorenzo (Eds.), *Investigación en educación matemática XII* (pp. 495-504). Badajoz, España: SEIEM.
- Couso, D. (2008). Authentic collaboration: A promising paradigm for physics education reform. *International Newsletter on Physics Education (ICPE, IUPAP)*, 56, 7-9.
- Couso, D. (2009). *Science teachers' professional development in contexts of educational innovation. Analysis of three initiatives*. Compendium of published papers, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.
- Couso, D., Pintó, R. (2009) Análisis del contenido del discurso cooperativo de los profesores de ciencias en contextos de innovación didáctica. *Enseñanza de las Ciencias*, 27 (1), 5-18
- Grossman, P., y McDonald, M. (2008). Back to the future: Directions for research in teaching and teacher education. *American Educational Research Journal*, 45(1), 184-205.
- Guskey, T. R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3), 381-391.
- Llinares, S. (2012) Construcción de conocimiento y desarrollo de una mirada profesional para la práctica de enseñar matemáticas en entornos en línea. *AIEM*, 2, 53-70.
- Llinares, S., y Krainer, K. (2006). Mathematics (student) teachers and teacher educators as learners. En A. Gutierrez y P. Boero (Eds.), *Handbook of Research on the psychology of Mathematics Education: Past, Present and Future* (pp. 429-459). Rotterdam, Holland: Sense Publishers.

- Llinares, S., y Valls, J. (2009). The building of pre-service primary teachers' knowledge of mathematics teaching: interactions and online video cases studies. *Instructional Science*, 37(3), 247-271.
- Mathematical Association. (2001). *Mental Methods in Mathematics: A first resort*. Leicester: Mathematical Association.
- Moreno, I. (2012). *Conocimiento para la enseñanza de las matemáticas en un contexto de reflexión conjunta sobre prácticas observadas*. Trabajo de master, Universitat Autònoma de Barcelona, España.
- Moreno, I., Couso, D., y Badillo, E. (en revisión). Análisis del Desarrollo Profesional en la Escuela: el caso de una intervención formativa en matemáticas elementales.
- Planas, N., y Alsina, A. (2009). Introducción: buenas prácticas en la enseñanza de las matemáticas. En N. Planas y A. Alsina (coord.) *Educación matemática y buenas prácticas: infantil, primaria, secundaria y educación superior* (pp. 9-29). Barcelona, España: Graó.
- Ponte, J.P. (2012). Estudiando el conocimiento y el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. En Planas, N. (Coord.) *Teoría, crítica y práctica de la ecuación matemática* (pp. 83-98). Barcelona: Graó.
- Roesken, B. (2011). *Hidden dimensions in the professional development of mathematics teachers. In-service education for and with teachers*. Rotterdam, Holland: Sense Publishers.
- Rowland, T., Huckstep, P., y Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255-281.
- Shulman, L.S. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M., y Thomas, S. (2006). Professional learning communities: A review of the literature. *Journal of Educational Change*, 7, 221-258.
- Tatto, A., Teresa, M., Schille Prof, J., Senk Prof, S., Lawrence, C., Peck Mr, R., y Rowley Dr, G. (2012). *Policy, practice, and readiness to teach primary and secondary mathematics in 17 countries: Findings from the IEA Teacher Education and Development Study in Mathematics (TEDS-M)* (pp. 1-297). International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA).
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Península.



Capítulo 7.

Una mirada a la complejidad del conocimiento de las profesoras y profesores de ciencias, desde la propuesta de ejes DOC: Dinamizadores, Obstáculo y Cuestionamiento

*Alicia Martínez Rivera*¹⁹

¹⁹ Doctorado Interinstitucional en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Correo electrónico: camartinez@udistrital.edu.co

Resumen

En este escrito presentamos la propuesta de Martínez (2000), llamada ejes DOC, que comprende tres categorías de análisis, a través de las cuales hemos podido acercarnos a la comprensión de la complejidad del conocimiento del profesor, en tanto permite aproximarnos a los “grises” y diferentes matices de este conocimiento. Lo anterior hace posible, en una perspectiva sincrónica o en una longitudinal, no sólo comprender este conocimiento, sino además constituirse en referente en los procesos de formación que posibiliten el desarrollo profesional del profesor, en particular a partir de la comprensión de los conceptos, actitudes o procedimientos que promueven, obstaculizan o se asumen a modo de tensiones en el conocimiento de los profesores. A aquellos aspectos que consideramos que impiden el desarrollo de este conocimiento los denominamos Ejes Obstáculo; en el caso contrario, cuando nos encontramos con situaciones que lo jalonan y favorecen, hablamos de los Ejes Dinamizadores (Movilizadores); mientras que hay otras características que no se encuentran en posición extrema, pero que nos señalan tensiones a modo de fisuras, las cuales consideramos como Ejes Cuestionamiento. Entre otros referentes, los ejes DOC se basan en la propuesta didáctica de Hipótesis de Progresión del conocimiento del profesor sobre el conocimiento escolar, elaborada sobre la base del proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar) de la Universidad de Sevilla, desde la cual se asume una perspectiva evolutiva y compleja del conocimiento. También se apoya en las consideraciones de Toulmin (1972) en cuanto al desarrollo de una disciplina, así como en el análisis de Astolfi (1999) respecto a la posible complementariedad de los planteamientos de Bachelard y de Piaget.

Desde los ejes DOC y la Hipótesis de Progresión del conocimiento del profesor sobre el conocimiento escolar, nos permitimos señalar la complejidad del conocimiento del profesor, en particular en torno al conocimiento escolar, para el que consideramos las categorías: Contenidos Escolares, Fuentes y Criterios de Selección de los mismos, Referentes y Criterios de Validez del conocimiento escolar (Martínez, 2000, 2005), que retomamos a modo de ejemplo. Igualmente hacemos referencia a otras investigaciones que han abordado de manera explícita los ejes DOC y que evidencian su relevancia, como son los trabajos de Ballenilla (2004), Solís (2007) y Martínez y Valbuena (2013).

Introducción

En este escrito se aborda la complejidad del conocimiento sobre el conocimiento escolar de las profesoras y profesores de ciencias (a quienes en adelante nos referiremos como profesoras [es]), apoyados en la propuesta de ejes DOC, que corresponde a una perspectiva que, como veremos más adelante, nos permite adentrarnos en el tema de la complejidad de este conocimiento, desde tres categorías de análisis con las que podemos identificar conceptos, actitudes o procedimientos referidos a los distintos momentos. Una primera categoría trata aquellos aspectos que impiden el desarrollo de este conocimiento, por lo que la hemos denominado Ejes Obstáculo; en el caso contrario, es decir, cuando nos encontramos con situaciones que jalonan y favorecen este conocimiento, hablamos de los Ejes Dinamizadores, segunda categoría. Por último, hay otras características que no se encuentran en posición extrema, pero que nos señalan tensiones a modo de fisuras, las cuales consideramos como Ejes Cuestionamiento, tercera categoría.

Para abordar esta propuesta, lo hacemos principalmente desde la relación con la Hipótesis de Progresión del conocimiento del profesor sobre el conocimiento escolar, elaborada sobre la base del proyecto IRES (Investigación y Renovación Escolar) de la Universidad de Sevilla, junto con las categorías: Contenidos Escolares, Fuentes y Criterios de Selección de los mismos; Referentes; y Criterios de Validez del conocimiento escolar (propuestas por Martínez, 2000). Se tienen en cuenta también los niveles: Tradicional; instruccional-cientificista; espontaneísta; e integrador-transformador. Ubicarnos desde la propuesta de los ejes DOC y su relación con las anteriores categorías y niveles, nos permite abordar y entender la diversidad, particularidad y movilidad, de los momentos propios de los procesos de enseñanza de las profesoras(es), que incluyen tanto su experiencia profesional, contextos de enseñanza, así como procesos de formación, entre otros, aspectos que forman parte de la complejidad del conocimiento de las profesoras(es).

En este sentido, ilustramos posturas centradas tanto en perspectivas nominalistas, en los textos escolares, como en la autoridad externa, hacia otras más complejas, basadas en la integración y organización de diferentes contenidos escolares, en una diversidad de fuentes y criterios de selección de contenidos escolares. Se muestran también referentes y criterios de validez del conocimiento

escolar en los que son relevantes el conocimiento profesional del profesor y el conocimiento escolar, en tanto conocimientos epistemológicamente diferenciados, como lo evidencian los estudios de caso adelantados en las investigaciones de Martínez (2000, 2005), Ballenilla (2003), Solís (2005) y Martínez y Valbuena (2013), las cuales destacamos por los resultados que permiten comprender no solo la complejidad del conocimiento de las profesoras(es), sino de paso, considerar la elaboración de propuestas para su desarrollo profesional.

La Hipótesis de Progresión y el concepto “obstáculo” como referentes en la construcción de los ejes DOC

Como ha sido reconocido por numerosos autores, la investigación en torno al conocimiento profesional de las profesoras(es) se ha constituido en un campo fructífero evidenciado en las numerosas publicaciones que en los últimos años es posible ubicar, como el desarrollo de discusiones y revisiones abordadas en algunos manuales (Fraser, Tobin y McRobbie, 2012; Abell y Lederman, 2007), o en los monográficos especializados (In. J. Sc. Educ., 2008), investigaciones basadas en el necesario reconocimiento y diferenciación del profesor como profesional y de su conocimiento especializado (Shulman, 1987; Porlán, 1989; Clark y Peterson, 1997; Carr, 1993). Estos ejes temáticos (conocimiento de las profesoras(es) y sus procesos de formación) no eran tratados con esta precisión en los primeros manuales (Munby y Russell, 1998).

Uno de los primeros referentes que orienta esta propuesta de construcción y desarrollo de los ejes DOC, fue el trabajo del grupo IRES de la Universidad de Sevilla (Investigación y Renovación Escolar, 1991), cuya perspectiva constructivista, sistémica, compleja y crítica, considera al conocimiento de las(os) profesoras(es) como un conocimiento práctico, integrador y profesionalizado, evolutivo y procesual, que reconoce la complejidad y singularidad de la escuela (Porlán, Rivero y Martín, 1997). Las anteriores consideraciones respecto del conocimiento de las(os) profesoras(es), llevaron a este grupo a proponer la Hipótesis de Progresión (HdP), concepto que implica un desarrollo didáctico que permite organizar los referentes en la producción de un conocimiento, también didáctico, así como la orientación y comprensión de los procesos de transformación

y enriquecimiento en los distintos momentos de la enseñanza y de formación profesional (Martínez y Martínez, 2012). Como vemos, el concepto de HdP parte del reconocimiento del proceso evolutivo y gradual de la construcción del conocimiento escolar, lo que lleva implícita la necesidad de elaborar diferentes niveles de su formulación (García y García, 1989; García, 1998; Giordan y de Vecchi, 1995).

De modo que no se trata de sustituir, sino de enriquecer el conocimiento de partida, a través de un proceso gradual orientado a través de una HdP. Diferentes investigaciones en didáctica de las ciencias, referenciadas por Porlán et al. (2010), han planteado este carácter procesual y progresivo, bien al estudiar la progresión de las concepciones (Prieto, Blanco y Brero, 2002) o al abordar los senderos de aprendizaje (Scott, 1992), o las trayectorias conceptuales (Driver, 1989), así como las nociones en diferentes niveles (Host et al., 1976; Lalanne, 1983, citados en Astolfi, 1988).

En este mismo sentido, resaltamos el análisis de Astolfi (1988), quien plantea diferentes niveles de formulación para el concepto de medio, organizados en ejes de abstracción y descentración creciente. Otro análisis lo realiza Martín del Pozo (1998), quien plantea ejemplos de HdP, específicamente respecto del conocimiento profesional sobre los contenidos escolares, los cuales recogemos en la siguiente tabla estructurada en tres niveles: primer nivel, nivel intermedio y nivel de referencia, cada uno desde las categorías: conocimiento profesional del profesor, conocimientos escolar y tipos de contenidos escolares.

Tabla 1. Hipótesis de Progresión del Conocimiento Profesional sobre los contenidos escolares

CATEGORÍA/NIVEL	PRIMER NIVEL	NIVEL INTERMEDIO	NIVEL DE REFERENCIA
Conocimiento profesional del profesor	Conocimiento disciplinar indiferenciado (conocimiento de la disciplina a enseñar)	Conocimiento técnico de la didáctica	Conocimiento práctico profesionalizado
Conocimiento escolar sobre el cambio químico	Simplificación del conocimiento disciplinar.	Adaptación del conocimiento disciplinar acorde con la estructura conceptual y metodológica de la disciplina y el nivel de los alumnos (es posible una postura activista)	Integración didáctica de diferentes conocimientos: disciplinar, el de los alumnos, y problemas socioambientales relevantes
Tipos de contenidos escolares	Conjunto de conceptos, leyes y teorías en versión según los textos. Sucesión lineal de definiciones.	Conjunto de conceptos jerárquicos, y procesos propios de la ciencia, secuenciado de lo simple (observable) a lo complejo (abstracto) y organizado en tramas conceptuales jerárquicas	Conceptos, actitudes y procedimientos claves y estructurantes organizados en tramas y en niveles progresivamente más complejos

Se hacen explícitas en la anterior tabla Martín (del Pozo, 1998) las Hipótesis de Progresión, que no sólo permiten situar momentos diversos del saber del profesor, sino aquellos llamados obstáculos, asociados a estos procesos, desde los cuales se pueden orientar propuestas de formación de profesores. En el anterior ejemplo vemos en un primer nivel cómo subyace una visión acumulativa y dogmática del conocimiento, mientras que el segundo nivel toma un carácter absolutista y empirista del conocimiento, que en este proceso de progresión permite llegar al nivel de referencia, que se corresponde con el nivel deseable. Igualmente, desde esta progresión aquí relacionada, podemos identificar varias movilizaciones, concepto considerado dentro del proceso de progresión de las HdP, a partir de los ejes DOC propuestos por Martínez (2000, 2005):

1. De una visión enciclopédica del conocimiento (propia del primer nivel); se da una movilidad hacia una visión técnica (nivel intermedio); y de esta, hacia una visión relativa, evolutiva e integradora (nivel de referencia), en donde los conocimientos profesional del profesor y escolar son considerados como conocimientos de naturaleza particular (Martín del Pozo, 1999).
2. De un desconocimiento (primer nivel) o subvaloración (nivel intermedio) del papel de las ideas de los alumnos, hacia la consideración de su relevancia en la interacción y enriquecimiento (nivel de referencia) (García Díaz, 1999).
3. De un centramiento en el conocimiento científico, como el referente exclusivo (primer nivel, pasando por la inclusión de la consideración de los aportes de los alumnos (nivel intermedio), hacia la integración de diferentes conocimientos para la producción del conocimiento escolar, como un conocimiento particular (nivel de referencia).

El siguiente es otro de los ejemplos de HdP que, como referente de los ejes DOC, permitió no solo retomar niveles de progresión sobre los contenidos escolares, sino además identificar obstáculos en cada nivel de progresión (Porlán, 1999, citado en Martínez, 2000).

Tabla 2. Obstáculos en diferentes niveles de progresión sobre los contenidos escolares.

NIVELES	OBSTÁCULOS
Primer Nivel: Modelo Tradicional. Simplificación de los conocimientos disciplinares.	<ul style="list-style-type: none"> - Visión simplificadora, tácita y hegemónica del conocimiento y la cultura escolar. - Visión absolutista del conocimiento según el cual las disciplinas representan un conocimiento verdadero y superior (predominio de los contenidos conceptuales enciclopédicos). - Concepción acumulativa y fragmentaria de los contenidos; carácter fuertemente normativo de los mismos. - Visión lineal de la metodología de enseñanza. - Concepción ingenua del aprendizaje escolar, según el cual se aprende cuando se memoriza literalmente.
Nivel Intermedio: Modelo Tecnológico. Conversión menos mecánica de los productos de los contenidos disciplinares.	<ul style="list-style-type: none"> - “Reduccionismo academicista” (Porlán, 1999), se han de aprender ciertos contenidos disciplinares.
Nivel Intermedio: Modelo Espontaneísta. La fuente fundamental son los “intereses y experiencias” de los alumnos.	<ul style="list-style-type: none"> - “Reduccionismo fenomenológico” (Porlán, 1999), contenidos centrados en las experiencias e intereses de los alumnos.
<p>Nivel de Referencia: Modelo Alternativo.</p> <p>El punto de partida no sólo son los intereses y experiencias de los estudiantes, sino además sus ideas y sus teorías; y como punto de llegada, se contrastan formulaciones de los contenidos mejores a las iniciales, más complejas.</p>	

Como se ha ejemplificado en la anterior tabla, para Porlán (1999) en el primer nivel se identifica un “dualismo mental” según el cual, por un lado, se da un conocimiento cotidiano empobrecido, y, por el otro, un conocimiento fragmentario que aporta la escuela; en este nivel se considera la tendencia de que los contenidos están predeterminados, con lo cual se bloquea la posibilidad de autonomía profesional. Las dos posibles “vías” de transición (modelo tecnológico y espontaneísta), buscan superar los obstáculos del nivel de partida. La primera desde una transformación didáctica de los productos de las disciplinas, pero queda centrada en estos como la fuente de los contenidos escolares. En la transición por la vía espontaneísta, la fuente fundamental son los “intereses y experiencias” de los estudiantes, pero con una mayor autonomía de las profesoras(es), privilegiando los contenidos procedimentales y actitudinales;

pero no con la pretensión de complejizar las concepciones espontáneas de los alumnos, aspecto que sí es considerado en el último nivel, el alternativo, que pretende enriquecer de manera progresiva el conocimiento cotidiano, de modo que los contenidos comprenden la integración de diversas fuentes.

Vemos cómo, en el paso por estos niveles de progresión, se requiere superar diferentes obstáculos. Justamente, alrededor de este concepto, “obstáculo”, la investigación didáctica, en su preocupación por el cambio o la transformación, buscó identificarlos a través de trabajos como los adelantados por el grupo IRES (Porlán, Rivero y Martín, 2000), quienes advirtieron que si identificamos y comprendemos el obstáculo, podremos “franquearlo”, tal y como propuso Astolfi desde 1994 (Astolfi, 1994, p. 206), quien consideraba que al ubicar los obstáculos en el “corazón mismo de las situaciones didácticas”, lográbamos no sólo identificarlos, sino de paso plantear secuencias didácticas para superarlos, pues según este autor (idea que compartimos), en la investigación didáctica se hace explícita la relación entre obstáculo y concepciones, así como entre las representaciones de los alumnos y los obstáculos epistemológicos en la historia de la ciencias (Viennot, 1979; Giordan, 1982). Es necesario tener en cuenta que estos obstáculos fueron considerados desde un carácter transversal, con lo que se podía explicar y estabilizar las concepciones; de ahí surgía la importancia de plantear objetivos educativos que permitieran superar estos obstáculos (Martinand, 1986, citado en Astolfi, 1998).

En cuanto a la consideración de los obstáculos, Astolfi (1993) hace mención de un ejemplo particular, se trata del caso del biólogo Claude Bernard (citado en Mirko D. Grmek, en Astolfi, 1993), en su explicación al problema de la intoxicación de la sangre por el monóxido de carbono. Al respecto, Bernard argumenta, en 1856, que la sangre pierde oxígeno en presencia del monóxido de carbono; sin embargo, Mirko D. Grmek se encuentra con un obstáculo ante la consideración de que tanto la oxihemoglobina como la carboxihemoglobina son ambas de color rojo, es decir, puede tratarse de un compuesto a la vez que es pobre en oxígeno. Y agrega: “el óxido de carbono envenena impidiendo a la sangre arterial convertirse en venosa”. En este sentido, destaca Astolfi (1993, p. 293) que: “es más fácil ‘acoplar’ en una sola idea el *rojo* con lo *oxigenado* e imaginar la intoxicación como un impedimento para la desoxigenación de la sangre... puesto que sigue siendo roja”; además, llama la atención respecto a

que casi diez años después el mismo Bernard presenta su descubrimiento “como un proceso experimental de naturaleza lógico deductiva”. Astolfi recalca que posteriormente luego todo parece evidente al punto de que en los manuales esta situación se aborda como una cuestión sensorial, más que conceptual, con base en la diferencia de los matices del color rojo, de los dos compuestos: “Los manuales se valen de esta comparación con fines de aprendizaje. Como si Claude Bernard para comprender el fenómeno hubiera abierto desmesuradamente los ojos o hubiera sacado su colorímetro” (Astolfi, 1993, p. 293).

Detenernos en el anterior ejemplo, resaltado por Astolfi, nos motiva a la reflexión respecto a la consideración del concepto de “obstáculo”, así como lo plantea este autor en el caso señalado. Pues se destaca no sólo cómo los mismos científicos se olvidan de su propio proceso, así como de los obstáculos que han franqueado para llegar a sus conclusiones. Misma circunstancia que, extrapolada al caso de la enseñanza, ha llevado a ignorar el “obstáculo” como parte de todo proceso. En particular, Astolfi (2001, p. 296) señala el parentesco entre las representaciones de los alumnos y los obstáculos epistemológicos: “Con frecuencia se ha observado un cierto parentesco entre estas representaciones de los alumnos y los *obstáculos epistemológicos* que la historia de las ciencias ha debido ir superando. Por el contrario, se ha podido establecer la existencia de un cierto número de *obstáculos didácticos* que son fruto involuntario de enseñanzas previas”. Señala que en el reconocimiento de la didáctica como disciplina, han surgido nuevos conceptos, uno de ellos en relación con los obstáculos.

Otro de los referentes que enriquecieron esta propuesta de Ejes DOC estuvo relacionado con la propuesta elaborada por Toulmin (1972), quien al referirse al proceso de innovación y selección conceptual identificó desde una perspectiva evolutiva “conceptos bien establecidos” como la base de una disciplina sobre la cual se dieron debates e innovaciones que relacionamos con Ejes Dinamizadores. Este autor señaló además “las variantes conceptuales que coexisten” con los conceptos bien establecidos, que no han sido ni acreditados ni desacreditados, a los que denomina “conceptos bisoños o *admitidos ‘a prueba’*”. Miradas que llevaron a que Toulmin se planteara cuestionamientos como los que aquí se muestran: ¿en qué circunstancias se favorece el desarrollo profesional del profesor? ¿Qué variantes podríamos identificar que coexisten en el conocimiento del profesor? ¿Cuáles direcciones son las preferidas y qué factores

inciden?, inquietudes que relacionamos con los Ejes Cuestionamiento, dado que aparecen como coexistencias, puntos de debate y vías diferentes sobre las cuáles se podría elegir, pero que así mismo, pueden generar tensiones e incoherencias. Como vemos, él también identifica “variantes abortivas” y otras “variantes exitosas”, según permitan o no la formación de un nuevo concepto. Situaciones que le hacen plantear la existencia de un proceso complejo con ramificaciones y discontinuidades, un proceso evolutivo en que es posible identificar: conceptos abandonados, conceptos nuevos, puntos de debate, variantes abortivas, variantes exitosas y conceptos sobrevivientes; proceso en el que destaca como condición “la existencia de adecuados ‘foros’ profesionales de discusión” y reconoce la influencia tanto de factores intrínsecos (“intelectuales”) como extrínsecos (o sociales).

En la siguiente tabla registramos algunos referentes y frases clave de autores que nos aportaron en la consolidación inicial de la propuesta de los Ejes DOC.

Tabla 3. Algunos referentes en la construcción de la categoría Ejes DOC

EJES	REFERENCIAS
Obstáculo	<ul style="list-style-type: none"> - Actuar y pensar con los medios de que se dispone (Astolfi, 1988, 1999; Bachelard, 1938). - Los errores sólo se pueden reconocer una vez se ha franqueado el obstáculo (Astolfi, 1999).
Cuestionamiento	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos “admitidos a prueba” (Toulmin, 1972). - Importancia de las situaciones “conflicto” en el proceso de construcción de conocimiento (Candela, 1999).
Dinamizador	<ul style="list-style-type: none"> - Conceptos “bien establecidos” (Toulmin, 1972). - Papel del flogisto en el desarrollo de la química, fue una “luz” para los científicos (Asuero, 1996). - Papel de las “meta-ideas” en el desarrollo profesional de los profesores (Porlán y otros, 1997). - Consideración de “ideas fuerza” en el estudio de las concepciones (Porlán, 1998; Martín, 1998). - Papel estructurador de algunos conceptos como superadores de obstáculos (García Pérez, 1999).

Referentes como los anteriores han sido relevantes para nuestros trabajos (Martínez, 2000, 2005, 2013), desde la intención de contemplar otras perspectivas, que nos permitan adentrarnos en la comprensión de la complejidad del conocimiento, en donde además de reconocer los obstáculos, como ejes propios dentro de los procesos de construcción, podamos plantearnos tanto ejes cuestionamiento, como dinamizadores, los cuales comprenden nuestra propuesta de Ejes DOC.

Ejes DOC: Dinamizadores, Obstáculo y Cuestionamiento

Son diferentes las fuentes que han inspirado la mirada sobre la necesidad de incorporar no sólo los obstáculos, así por ejemplo, el mismo Astolfi (1999) invita a reconocer una cierta complementariedad en dos autores clásicos: Bachelard, quien con la mirada sobre los obstáculos ofrece un modelo “regresivo y pesimista”; y Piaget, cuyo modelo es “prospectivo y optimista”. Las referencias de estos dos autores por parte de Astolfi (1999) denotan una invitación en el sentido de abordar de manera complementaria las miradas que él llama “pesimistas” y “optimistas”, es decir, explicita otras alternativas a futuro desde un “tratamiento didáctico estratégico”. De esta manera, nos hemos planteado que si reconocemos la presencia de obstáculos, es también viable reconocer movilizadores o dinamizadores que den cuenta de la complejidad del conocimiento, como aquellos conocimientos que catalizan y desencadenan el desarrollo profesional. Por eso planteamos los Ejes Dinamizadores o Movilizadores. Pero también es posible identificar conocimientos que si bien aparecen como alternativas, estas resultan insuficientes y generan tensiones, conflictos o incoherencias que se constituyen en fisuras para favorecer el desarrollo profesional, circunstancias que inscribimos dentro del Eje Cuestionamiento (figura 1).

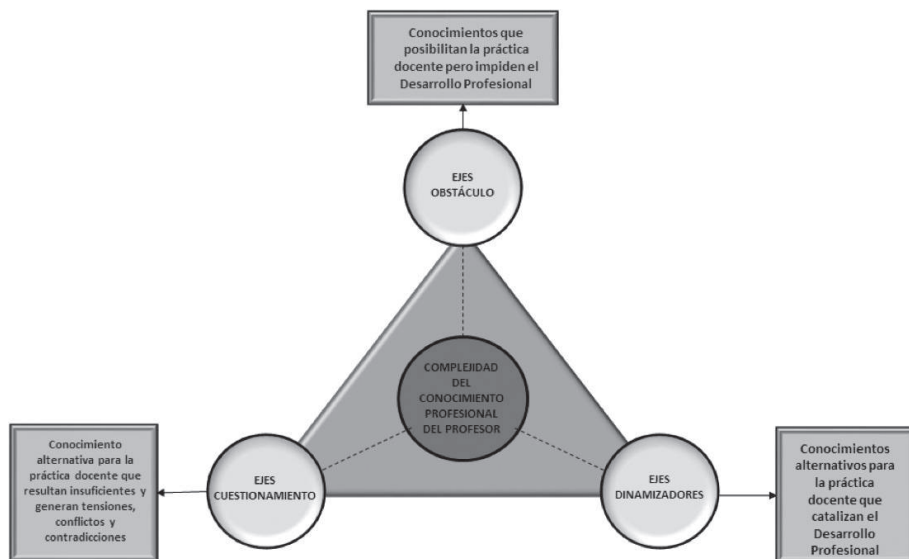


Figura 1. Ejes DOC: Dinamizadores, Obstáculo y Cuestionamiento.

El planteamiento de esta propuesta ha motivado a otros autores a incorporar las categorías de Ejes DOC en sus investigaciones. Tal es el caso de Ballenilla (2003), quien a través del desarrollo de una secuencia didáctica investigativa hace seguimiento a los ejes DOC en el proceso de construcción del modelo didáctico en futuros profesores. Además identifica el proceso de surgimiento de Ejes Dinamizadores que en los inicios de la etapa de formación estaban ausentes.

Este autor, en el caso analizado por él, compara los ejes DOC de dos momentos (1,2) del proceso de práctica, en los que cabe destacar la disminución de Ejes Obstáculo, como en el momento 2, donde según Ballenilla (2003), incluso hay categorías en las que no se identifican Ejes Obstáculo. Respecto a los Ejes Dinamizadores, se aumenta su número, a pesar que en dos de las categorías analizadas inicialmente no se identifican estos ejes y en el momento 2 sí aparecen; disminuyen los Ejes Cuestionamiento, probablemente estos hayan contribuido a debilitar los Ejes Obstáculos y se hayan constituido en Ejes Dinamizadores, por ejemplo, es lo que parece ocurrir en el Eje Cuestionamiento identificado en el momento 1 en la categoría *Concepciones curriculares: Cómo enseñar. Papel del profesor/a y de los alumnos/as. La rumorosidad en el aula. El ambiente del aula.*

En esta categoría del momento 1 se identifica un Eje Cuestionamiento relacionado con la crítica a sus vivencias como estudiante: “Cuando era alumna ‘me tiraban mucho al cuello’. Estar toda la hora callados durante seis clases es imposible”. Luego, en el momento 2, en esta categoría no se identifican Ejes Cuestionamiento, sino el siguiente Eje Dinamizador: “Está bien lo del autocontrol. El follón es propio de la clase. No pasa nada si el profesor permite autonomía y libertad de los movimientos a los estudiantes”.

En la categoría *Concepciones curriculares: Cómo enseñar. Metodología. Fases metodológicas*, Ballenilla (2003), en el momento 1, identifica como Eje Obstáculo la concepción coherente con el modelo didáctico tradicional de las fases metodológicas (explicación, refuerzo, memorización, examen), y aunque en el momento 2 también identifica un Eje Obstáculo (“Concepción de que un diseño es un listado de contenidos fundamentalmente conceptuales. Inseguridad”), también surge un Eje Dinamizador en esta categoría, que en el momento inicial no se identificó: corresponde a “la asunción de fases metodológicas vistas durante la etapa de observación, experiencia como animadora juvenil”.

Ballenilla (2003) resalta el proceso de evolución de las concepciones en el caso analizado, evidenciando la relevancia de las concepciones obstáculo durante todo el proceso, pero el aumento y surgimiento de concepciones dinamizadoras y cuestionadoras durante la evolución de las concepciones, inicialmente tradicionales, sobre los contenidos escolares.

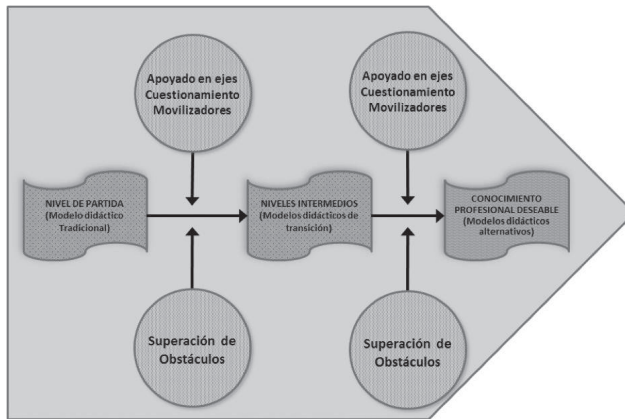


Figura 2. Papel de los ejes DOC en la evolución del conocimiento profesional.

Así como hemos detallado algunos de los análisis de Ballenilla en los que desde el estudio de los ejes DOC se ha observado la movilidad y diversidad en los distintos procesos, en este caso respecto de las concepciones curriculares, hacemos mención del trabajo de Solís (2005), quien también desde el trabajo con las concepciones curriculares del profesorado de física y química, al dar cuenta de los procesos de desarrollo profesional, ha propuesto los mapas de hipótesis que permiten ver las transiciones y los diferentes niveles de progresión del conocimiento profesional.

Desde nuestra propuesta, así como la de otros autores, planteamos la relevancia de analizar de manera consciente estos ejes DOC en la elaboración y desarrollo de propuestas de formación, pues consideramos que al hacer explícitos, conscientes y reflexionados los ejes DOC, estos contribuyen al desarrollo profesional de las(los) profesoras(es), en especial a la identificación de la diversidad y particularidad como sujetos en formación, y al reconocimiento de procesos de transformación y movilización propios dentro de la complejidad del conocimiento tanto disciplinar como escolar. En la figura 2 nos damos una idea frente al papel de los ejes DOC y su movimiento en el conocimiento profesional.

En la siguiente tabla, identificamos algunos ejemplos de ejes DOC, así como diversos campos de investigación en los que han sido aplicados por algunos de los autores que relacionamos.

Tabla 4. Investigaciones que han caracterizado los ejes DOC

AUTOR (A)	QUÉ INVESTIGARON	EJEMPLOS DE EJES DOC IDENTIFICADOS
Martínez (2000)	Conocimiento de los profesores de primaria sobre el conocimiento escolar (estudios de caso)	<p>Eje obstáculo:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Visión simple del conocimiento escolar, el conocimiento escolar equivalente a una simplificación y adaptación del conocimiento científico. - Obstáculo absolutista del conocimiento escolar en relación con el papel relevante de la autoridad “externa”, ya que parece una cierta dependencia del libro de texto como fuente y criterio de selección. - Visión fragmentaria de los contenidos, no se establecen relaciones entre estos, y aunque los contenidos se “adaptan”, no se plantean niveles de formulación. <p>Ejes cuestionamiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ¿Es posible considerar la modificación de los contenidos durante el proceso?, ¿Si surgen nuevos contenidos en el proceso, es en atención a los intereses de los alumnos o de sus teorías? <p>Ejes dinamizadores o movilizadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cierta diversidad en los contenidos escolares (conceptuales, actitudinales, procedimentales). - Diversidad en las fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares (además del texto escolar, otros libros, las experiencias de los niños, la maestra, el contexto).
Ballenilla (2003)	El <i>practicum</i> en la Formación Inicial del Profesorado de Ciencias de Enseñanza Secundaria. (Estudio de caso)	<ul style="list-style-type: none"> - Al inicio del proceso de formación en el “modelo didáctico embrionario” de los futuros profesores se identifican ejes obstáculos arraigados (modelo didáctico hegemónico), algunos ejes cuestionamiento (relacionados con la visión crítica frente a modelos didácticos tradicionales), pero no se identifican ejes movilizadores. - Del proceso de evolución del caso analizado se identifican Ejes Movilizadores: papel de la práctica como referente; reacción contra el autoritarismo vivenciado en la secundaria; No ser un profesor magistral-relaciones de igual a igual con los estudiantes; Ejes obstáculos: concepción absolutista del conocimiento y de la ciencia; Concepción de los contenidos academicista y propedéutica; y Ejes Cuestionamiento: cuestionamiento frente a las vivencias como estudiante en relación con la práctica; cuestionamiento de la selección de contenidos academicistas frente a contenidos de interés social.

<p>Solís (2005)</p>	<p>Concepciones Curriculares del Profesorado de Física y Química en Formación Inicial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No se identifican ejes dinamizadores en las concepciones curriculares de los profesores de física y química en formación inicial. - Obstáculos en las categorías <i>Objetivos educativos: ¿para qué enseñar?</i>; y la categoría <i>Evaluación: ¿qué, cuándo, cómo y a quién evaluar?</i> Relacionados con concepciones cercanas al nivel de partida (por ejemplo, respecto al nivel de reflexión de la intervención de logro de los objetivos que se considera dependen de aspectos externos al aula). - Eje Cuestionador en las categorías <i>Concepciones e intereses de los alumnos/as</i>, la categoría <i>Formulación de contenidos escolares ¿qué enseñar?</i>, y la categoría <i>Metodología / estrategias de enseñanza ¿cómo enseñar?</i>, en tanto que se identifican concepciones que evidencian un proceso de transición hacia los niveles de referencia.
<p>Martínez (2005)</p>	<p>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.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eje Dinamizador: Cierta diversidad de contenidos (conceptuales, como actitudinales y procedimentales). - Eje cuestionamiento: “¿las ideas de los alumnos que no se corresponden con lo que se desea aprender, o son erróneas o es posible identificarlas como ideas alternativas o diferentes niveles de complejidad? ¿Son los conceptos y los aspectos cognitivos los más relevantes para definir la validez de los contenidos escolares?”.
<p>Martínez y Valbuena (2013)</p>	<p>El conocimiento profesional de los profesores de ciencias de primaria sobre el conocimiento escolar: resultados de investigación</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Eje Dinamizador: “Los contenidos escolares de las ciencias en la escuela primaria no se centran/limitan a la satisfacción de los gustos de los estudiantes.” - Eje Obstáculo: “<i>Perspectiva nominalista</i>: Basta con que los estudiantes utilicen términos científicos para que sepan ciencias. Los términos presentados de manera no organizada”. - Eje Cuestionamiento: “¿Por qué prevalecen en las profesoras simultáneamente perspectivas <i>instruccional-cientificista e integrador-transformador</i> respecto a los contenidos escolares de las ciencias en la escuela primaria?”.

Así, en estas investigaciones los ejes DOC contribuyen en la comprensión de la complejidad del conocimiento profesional, tanto en una mirada transversal (Martínez, 2000, 2005; Martínez y Valbuena, 2013) como longitudinal, como en el caso de Ballenilla (2013) a lo largo del proceso de práctica de una futura

profesora, como en Solís (2005), durante un proceso de formación con futuros profesores de física y química. Destacamos que la investigación sobre el profesor de ciencias se ha venido ampliando notoriamente, como señala Sandra Abell (1997), en alusión a Gallagher (1987). En el año de 1985, sólo el 7% de toda la investigación de la educación científica estaba dirigida a la formación del profesorado de ciencias, lo cual ha venido cambiando notoriamente en tanto se ha venido consolidando la investigación sobre el conocimiento del profesor de ciencias (Abell, 2007; Martínez, 2009). Pero además, como señala Abell (2007), se requiere para fortalecer el desarrollo de este tipo de trabajo que se contribuya en el proceso de desarrollo profesional, no sólo de comprender el conocimiento del profesor, sino también de mejorar la práctica. En este sentido, los retos son cada vez mayores.

Los últimos casos que hemos analizado (Martínez y Valbuena, 2013) nos permiten comprender el papel movilizador que representa el que la profesora Ana esté vinculada a un programa de enseñanza de las ciencias realizado por expertos, si bien uno de los obstáculos que hemos identificado está relacionado con el centramiento en los módulos elaborados por expertos, como fuente y criterio de selección de contenidos escolares. Sin embargo, el programa ABC se constituye en un movilizador en tanto los programas prescritos dejan de ser las únicas fuentes y se posibilitan otros criterios de validez del conocimiento escolar (el experimento, las ideas de los estudiantes), movilización que podemos señalar también a través de los ejes cuestionamiento identificados (por ejemplo, la consideración de las ideas de los estudiantes como errores para corregir o como elementos para trabajar).

Este carácter complejo del conocimiento a través del análisis de ejes DOC también lo evidenciamos en el caso de Gaitana, una profesora que construye una propuesta didáctica que moviliza su conocimiento profesional. En este caso identificamos numerosos ejes dinamizadores (por ejemplo, la diversidad de contenidos escolares y de fuentes y criterios de selección), y de manera menos relevante en términos de la frecuencia en que se identifica, señalamos algunos ejes obstáculo (por ejemplo, parece que hay que llegar a una respuesta verdadera) y ejes cuestionamiento (por ejemplo, diversidad de referentes epistemológicos del conocimiento escolar vs. límites señalados desde los lineamientos curriculares) (tabla 5).

Tabla 5. Niveles de complejidad del conocimiento de Ana respecto a los contenidos de enseñanza de las ciencias en primaria

CATEGORÍAS		NIVELES DE COMPLEJIDAD			
Contenidos escolares.	HdP	1. NT Centrado en el aprendizaje términos “científicos”	2.A. NIC Centramiento en el método científico como “receta”	3.NIT Integrador-complejizador de diversos contenidos	
	CdA	EO	ED	EO	
	CdG			ED	ED
Fuentes y criterios de selección de los contenidos escolares.	HdP	1. NT Centramiento en los textos escolares y el currículo prescrito	2.A. NIC Centramiento en técnicas y programas diseñados por expertos	3.NIT Diversidad e integración de diferentes tipos de fuentes	
	CdA		ED	EO	ED
	CdG			EC	ED1, ED2, ED3, ED4, ED5, ED6
Referentes epistemológicos del conocimiento escolar.	HdP	1. NT Centramiento en el currículo prescrito	2.A. NIC Centramiento en el conocimiento científico (especialmente en los procedimientos).	3.NIT El conocimiento escolar como integrador y transformador de diversos tipos de conocimientos.	
	CdA	EO	EO	ED	ED1, ED2, ED3
	CdG		EO	EC	ED1, ED2, ED3, ED4, ED5

Criterios de validez del conocimiento escolar.	HdP	1. NT Correspondencia con el currículo prescrito	2.A. NIC Correspondencia con el método científico y sustitución de los errores conceptuales	3.NIT Enriquecimiento del conocimiento de los estudiantes
	CdA	EO		EC1, EC2, EC3
	CdG		EO	ED1, ED2, ED3

Nota. (HdP: Hipótesis de Progresión; CdA: Conocimiento de Ana). El tamaño de las casillas y la intensidad del gris representan la predominancia del nivel (a mayor intensidad, mayor predominancia). Niveles de complejidad:

NT: Tradicional; NIC: Instrumental-Cientificista; NIT: Integrador-Transformador. Ejes DOC: ED: Eje Dinamizador; EO: Eje Obstáculo; ED: Eje Dinamizador. Adaptada de *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar. Resultados de Investigación, Doctorado Interinstitucional en Educación*, C. Martínez y E. Valbuena, E. (comp.), 2013, Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Conclusión

Los trabajos revisados nos permiten señalar la potencialidad de los ejes DOC en la comprensión de la complejidad del conocimiento profesional de los profesores, pues permite abordar no sólo cuáles son aquellos aspectos que obstaculizan el desarrollo profesional, sino cuáles pueden jalonar, favorecer o catalizar los ejes cuestionamiento y ejes dinamizadores o movilizadores. Como lo señalamos en Martínez y Valbuena (2013), los ejes DOC permiten, además, determinar no sólo las problemáticas propias de este conocimiento, sino el poder detectar los cambios y transformaciones del mismo, así como problemas a ser considerados tanto en futuras investigaciones como en propuestas de formación de profesores.

Compartimos que es necesario asumir una perspectiva crítica, como lo afirma Apple (1979, citado en Porlán et al., 1997): “No basta con construir y complejizar el conocimiento: finalmente hay que decidir qué hacer, por qué hacerlo y para qué hacerlo” (p.157), es decir, en lo posible, buscar “implicarse en la transformación rigurosa y crítica de la realidad y la metareflexión sobre el

proceso seguido” (p.157). Desde esta perspectiva, consideramos que los ejes DOC se constituyen en una propuesta que aporta en los procesos de investigación y desarrollo profesional de los profesores, pues se trata de la consolidación de un conocimiento profesional que pasa por la construcción subjetiva e individual hacia una explícita y colectiva. Como señala Toulmin (1972), es necesario adecuar “foros” profesionales de discusión, proceso que se ha venido consolidando en el campo de la didáctica de las ciencias, como lo señalan numerosos autores por ejemplo, Porlán, 1989; (Aduriz y Izquierdo, 2002).

Finalmente, queremos destacar que en este análisis detallado de Toulmin, en relación con el desarrollo histórico de las disciplinas, se pregunta por los tipos de innovaciones conceptuales, señala tres posibles alternativas “refinando la terminología, introduciendo nuevas técnicas de representación o modificando criterios para identificar casos a los que sean aplicables las técnicas corrientes” (p.215). Inspirados en ellos podríamos preguntarnos, ¿cómo se dan esas innovaciones en la didáctica de las ciencias? Consideramos que los ejes DOC nos pueden ayudar en estos futuros trabajos. En este mismo sentido, al identificar futuros trabajos, proyectamos clasificar los tipos de ejes DOC para una mayor incidencia en las propuestas de formación de profesores y en las propuestas curriculares para la enseñanza de las ciencias. En este proceso puede resultar de gran relevancia la clasificación de obstáculos. Por ejemplo, Astolfi y Peterfalvi (1993) presentan una organización respecto al concepto de medio ambiente en obstáculos en relación con el léxico, tautológicos, antropomórficos y holísticos, lo que posibilita la construcción de propuestas de enseñanza con la intención explícita de tener en cuenta estos obstáculos, como lo analiza Astolfi (1988) respecto al concepto de medio.

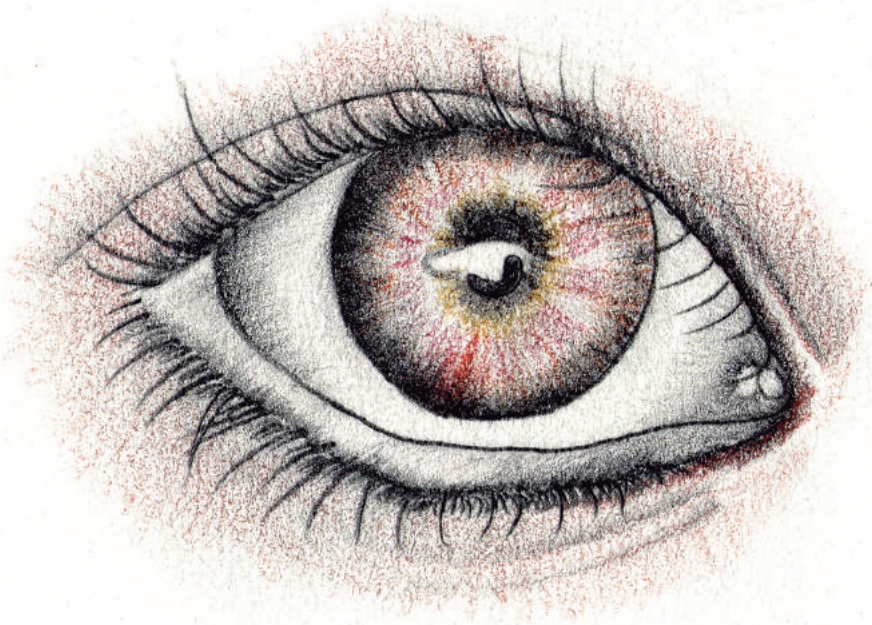
Referencias

- Abell, S. (2007). Research on Science Teacher Knowledge. En Abell, S., y Lederman, N. *Handbook of Research on Science Education* (pp. 1105-1149). New York - London: Routledge.
- Abell, S. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1405-1416.

- Abell, S. K. (1997). The professional development of science teacher educators: Is there a missing piece? *Electronic Journal of Science Education*, 1(4). Retrieved from <http://unr.edu/homepage/jcannon/ejse/abell.html>.
- Abell, S. y Lederman, N. (2007). *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Adúriz, A. y Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1. Recuperado de <http://www.saum.uvigo.es/rec>.
- Apple, M.W. (1986). *Ideología y currículum*. Madrid: Akal.
- Astolfi, J.P. (1988). El aprendizaje de conceptos científicos: aspectos, epistemológicos, cognitivos y lingüísticos, *Enseñanza de las ciencias*, 6(2), 147-155.
- Astolfi, J.P. (1993). Los obstáculos para el aprendizaje de conceptos en ciencia: la forma de franquearlos didácticamente. En *Diez años de investigación e innovación en Enseñanza de las Ciencias*. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia - CIDE.
- Astolfi, J. (1994). El trabajo didáctico de los obstáculos, en el corazón de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 206-216.
- Astolfi, J. (1999). *El "error", un medio para enseñar*. Sevilla: Díada Editora.
- Astolfi, J. (2001). Didáctica. En *Conceptos clave en la didáctica de las disciplinas*. Sevilla: Díada Editora.
- Astolfi, J. y Peterfalvi, B. (1993) Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales. *ASTER*, 16, 103-141.
- Asuero, A. (1996). *Proyecto Docente*. Dpto. de Química Analítica, Facultad de Farmacia, Universidad de Sevilla.
- Bachelard, G. (1948). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Argos.
- Ballenilla, F. (2003). *El practicum en la formación inicial del profesorado de ciencias de Enseñanza Secundaria. Estudio de caso*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla.
- Bernard, C. (1965). *Cahier de notes (1850-1860)*. París: Gallimard.
- Bernard, C. (1984). *Introduction à l'étude de la médecine expérimentale*. París: Frammarion, Col. "Champs".
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula. Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Barcelona: Paidós.
- Carr, W. (1993). *Calidad de la Enseñanza e Investigación-Acción*. Sevilla: Diada Editora.

- Clark, C. y Peterson, P. (1997). Procesos de pensamiento de los docentes. En Wittrock, M. (comp.). *La investigación de la enseñanza, III. Profesores y alumnos*. Barcelona: Ministerio de Educación.
- Driver, R. (1989). Students conceptions and the learning of science. *International Journal of Science Education*, 11(5), 481-490.
- Fraser, B., Tobin, K. y McRobbie, C. (Eds.). (2012). *Second International Handbook of Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- García Díaz, J.E. (1998). *Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada.
- García Díaz, J.E. (1999). Las ideas de los alumnos. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 58-64.
- García Pérez, F. (1999). *El medio urbano en la educación secundaria obligatoria. Las ideas de los alumnos y sus implicaciones curriculares*. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- García Díaz, J.E. y García Pérez, F.F. (1989). *Aprender Investigando. Una propuesta metodológica basada en la investigación*. Sevilla: Díada Editora. Tercera edición de 1995.
- Gallagher, J. J. (1987). A summary of research in science education. *Science Education*, 71(3), 271- 457.
- Giordan, A. (1982). *La enseñanza de las ciencias*. Madrid: Siglo XXI.
- Giordan, A. y De Vecchi, G. (1995). *Los orígenes del saber. De las concepciones personales a lo conceptos científicos*. Sevilla: Díada Editora.
- Host, V. et al. (1976). *Activites d'veil scientifiques a recolé elementaire. 4: Initiation biologique*. INRP: Paris.
- Lalanne, J. (1983) *Contribution a etude du developpement de la pensÉe enfantine (orientation biologique) chez les enfants de 6 a 14 ans*. These de 3eme cycle. Universite de Bordeaux II.
- Martín, R. (1998). La formación inicial de maestros sobre los contenidos escolares. El caso del cambio químico. *Investigación en la Escuela*, 35, 21-32.
- Martín, R. (1999). Las materias escolares. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 50-56.
- Martinand, J.L. (1986). *Connaitre et transformer la matière*. Berna: Peter Lang.
- 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, Programa Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, un enfoque interdisciplinar, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- 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*. Centro de Investigaciones, Universidad del Tolima.

- Martínez, C. (2009). El conocimiento profesional de los (as) profesores (as) de ciencias: algunos aspectos centrales en el desarrollo de la línea de investigación. *Revista Científica*, 11,15 - 23.
- Martínez, C. y Martínez, V. (2012). El Conocimiento Escolar y las Hipótesis de Progresión: algunos fundamentos y desarrollos. *Revista Nodos y Nudos*, (32), 50-63.
- Martínez, C. y Valbuena, E. (comp.). (2013). *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar. Resultados de Investigación, Doctorado Interinstitucional en Educación*. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Porlán, R. (1989). *Teoría del conocimiento, teoría de la enseñanza y desarrollo profesional. Las concepciones epistemológicas de los profesores*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Porlán, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 175-185.
- Porlán, R. (1999). Formulación de contenidos escolares. *Cuadernos de Pedagogía*, 276, 65-70.
- Porlán, R., Rivero, A., y Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155-173.
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín, R (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En Perales, F. y Cañal, P. (comps.), *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Alcoy: Marfil.
- Porlán, R., Martín, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P., y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencia I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las ciencias*, 28 (1), 31-46.
- Prieto, T., Blanco, A., y Brero, A. (2002). La progresión en el aprendizaje de dominios específicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 3-14.
- Scott, P.H. (1992). Pathways in learning science: a case study of the development of one student's ideas relating to the structure of matter. En Duit, Golberg y Niedderer, *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies*. Germany: IPN.
- Shulman, L. (1987). Conocimiento y enseñanza. *Estudios públicos*, 63, 163-196.
- Solís, E. (2005). *Concepciones Curriculares del Profesorado de Física y Química en Formación Inicial*. Tesis Doctoral, Universidad de Sevilla, Sevilla.
- Toulmin, S. (1972). *Human Understanding*. Vol. I: The collective use and evolution of concepts. Princeton University Press.
- Viennot, L. (1979). *Raisonnement spontané en dynamique élémentaire*. París: Hermann.



Capítulo 8.

Enseñar matemáticas y aprender a mirar de
forma profesional la enseñanza
(Del análisis del conocimiento y práctica del
profesor al desarrollo de la competencia docente:
mirar profesionalmente)

Salvador Llinares²⁰

Conocimiento y práctica del profesor de matemáticas

La complejidad de enseñar matemáticas ha sido reconocida desde hace algún tiempo en el ámbito de la educación matemática, poniéndose de manifiesto la relación entre el conocimiento del profesor, los contextos en los que trabaja y la manera como el profesor usa su conocimiento para potenciar el aprendizaje matemático de sus estudiantes. Cómo el profesor conoce y usa el conocimiento influye en cómo presenta las matemáticas a sus alumnos, cómo de flexible es a la hora de responder a sus cuestiones y en su capacidad para ayudarles a relacionar las ideas matemáticas entre sí. La relación entre el conocimiento del profesor y cómo usa este conocimiento para dotar de sentido su práctica ha permitido identificar rasgos de buenas prácticas en contextos sociales e institucionales específicos (Ponte y Chapman, 2006).

El conocimiento del profesor para la enseñanza tiene que ver con cómo y por qué determinados procedimientos matemáticos funcionan, cómo definir los conceptos y procedimientos matemáticos en función del curso en el que nos encontremos, y sobre las dificultades y errores en relación a tópicos particulares. Esta perspectiva ha proporcionado diferentes aportes durante los últimos años en relación con el conocimiento de matemáticas, sobre la enseñanza y sobre el aprendizaje que debe poseer un profesor (Ball, Thames y Phelps, 2008; Sullivan y Wood, 2008). Por ejemplo, ante las respuestas dadas por los dos alumnos de 4º de educación primaria a la tarea de representar fracciones mayores que la unidad usando una figura geométrica o un grupo de fichas descritas en la figura 1, un maestro necesita conocer el papel que desempeñan los modos de representación y las fracciones unitarias en la generación del significado de las fracciones. El conocimiento sobre las fracciones en un contexto de enseñanza-aprendizaje es diferente al de simplemente representar $\frac{4}{5}$ sombreando cuatro partes de las cinco en las que se puede dividir un rectángulo, o al de saber realizar sumas de fracciones en el nivel de los símbolos. Así, cómo relacionar los significados de las fracciones como parte-todo, operador, razón y el papel que desempeñan los modos de representación y cuáles son las situaciones pertinentes para ello, forman parte del conocimiento sobre las fracciones necesario para enseñarlas. Conocer el contenido matemático escolar de esta manera es lo que permite al maestro tomar decisiones sobre el grado de idoneidad de las actividades que se

pueden plantear a los alumnos y las relaciones que es posible establecer entre los diferentes contenidos matemáticos de la educación primaria.

“Cuando he enseñado las fracciones, nunca he tenido muchas dificultades. Mis alumnos normalmente han entendido rápidamente la idea de fracción. Con las operaciones ocasionalmente he tenido más dificultades, pero proponiéndoles mucha práctica he conseguido que una mayoría de ellos superaran bien los exámenes. Este año estoy dando quinto y, como el año pasado ya vimos alguna cosa de fracciones, pensé que podríamos empezar este tema recordando alguna cosa del año pasado. Para ello, coloqué la siguiente tarea en la pizarra:

¿Qué son los $\frac{5}{4}$ de ?

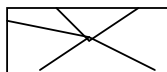
Me di cuenta de que había algún grupo de alumnos que no entendían bien la tarea.

Mientras estaban realizando este ejercicio, me acerqué a Javier, y le repetí la tarea, pidiéndole que me explicara cómo lo estaba haciendo. Él empezó a dividir en partes un rectángulo que tenía pintado en un folio, y dibujó lo siguiente:

Luego sombreó cada una de las partes para indicar que tenía cinco cuartos.

Para intentar obtener más información sobre el significado de fracción que se podía tener en ese momento, propuse a Carlos la siguiente tarea, en la que se utilizan fichas como modo de representación. En estos momentos, sabía que no se había utilizado este modo de representación en la introducción de la idea de fracción, pero intentaba ver lo que sucedía.

¿Cuántas fichas son los $\frac{2}{3}$ de 6 fichas?



En el proceso de resolución, Carlos dibujó un círculo, lo dividió en tres partes distintas y colocó dos fichas sobre el círculo, dando como respuesta 2 fichas.

*

Figura 1. Situación de aprendizaje de las matemáticas en educación primaria

Nota. Tomada de Fracciones, Decimales y razón. Desde la relación parte-todo al razonamiento proporcional, S. Llinares, 2003, en M.C. Chamorro (ed.), *Didáctica de las Matemáticas*. Madrid: Pearson-Prentice Hall, pp.

187-220.

La gestión que debe hacer el profesor de este tipo de situaciones ha puesto de manifiesto la necesaria interrelación entre el conocimiento y la competencia docente, y las destrezas que pueden ayudarle a pensar sobre la enseñanza para mejorarla. En este contexto, estamos entendiendo competencia docente como el uso adecuado del conocimiento para resolver situaciones en la enseñanza de las matemáticas. De esta manera, se han empezado a caracterizar destrezas del profesor que le son necesarias para analizar la enseñanza y poder realizar concreciones del conocimiento de manera adecuada; por ejemplo, la destreza de mirar de manera profesional la enseñanza para identificar evidencias de la comprensión matemática en los estudiantes, dotarlas de sentido desde la perspectiva de determinadas trayectorias de aprendizaje y tomar decisiones de acción apoyándose en la interpretación realizada. Este vínculo entre la práctica y el uso del conocimiento en las situaciones de enseñanza, entendido como un aspecto de la competencia docente particularizada en el caso de mirar profesionalmente la enseñanza, está relacionado con el aprendizaje del profesor a lo largo de la vida profesional.

Componentes del conocimiento necesario para enseñar

Recientemente, Ball y sus colegas (2008) caracterizaron el conocimiento de matemáticas para la enseñanza formado por diferentes componentes. La identificación de estas componentes procede del planteamiento inicial de Shulman (1986), quien subrayaba la necesidad de considerar el conocimiento del profesor de la disciplina desde la perspectiva del contexto de enseñanza considerando el conocimiento didáctico del contenido (*Pedagogical Content Knowledge*), el conocimiento de la disciplina (*Subject Matter Knowledge*) y el conocimiento curricular (*Curricular Knowledge*). La necesidad de especificar las características de estas diferentes componentes y generar instrumentos para medirlos y establecer su relación con la calidad de la instrucción llevó a estos autores a considerar el

constructo teórico “conocimiento matemático para la enseñanza” (*Mathematical Knowledge for Teaching, MKT*), de la siguiente manera:

* Conocimiento de matemáticas (*Subject Matter Knowledge*):

1. El conocimiento de matemáticas que puede tener una persona con estudios (*Common Content Knowledge*).
2. El conocimiento de matemáticas específico para enseñar matemáticas (*Specialized Content Knowledge*).
3. El conocimiento en el horizonte matemático (HCK).

* Conocimiento didáctico del contenido (*Pedagogical Content Knowledge*):

1. El conocimiento de las relaciones entre las matemáticas y los estudiantes.
2. El conocimiento de las relaciones entre las matemáticas y la enseñanza.
3. El conocimiento de contenido y el currículo.

Los intentos de identificar y caracterizar diferentes componentes del conocimiento de matemáticas para la enseñanza (*MKT*) han generado controversias (Rowland y Ruthven, 2011). Sin embargo, lo positivo de esta situación es el reconocimiento del carácter especializado del conocimiento disciplinar cuando se usa en los contextos de enseñanza y su relación con la calidad de la enseñanza. Esta situación ha hecho que desde diferentes puntos de vista se esté aportando información cada día más específica de cómo considerar el conocimiento de matemáticas para la enseñanza que debe tener un maestro de educación primaria o un profesor de educación secundaria.

Por ejemplo, en la situación descrita en la figura 1, el conocimiento de matemáticas de una persona formada es el que le permite indicar que cuatro fichas son los $\frac{2}{3}$ de seis fichas o que es necesario considerar un segundo rectángulo para poder representar $\frac{5}{4}$ de un rectángulo, ya que $\frac{5}{4}$ es igual a $1 + \frac{1}{4}$. Por otra parte, el conocimiento de matemáticas específico para enseñar se refiere a reconocer el papel que desempeña el conocimiento de matemáticas para gestionar este tipo de situaciones. Por ejemplo, el papel que desempeñan las fracciones unitarias ($\frac{1}{n}$) para construir, reconstruir fracciones en situaciones que enfatizan la relación parte-todo y que permiten identificar el papel que desempeñan en generar los razonamientos específicos necesarios para resolver actividades como las que aparecen en la figura 2; en otras palabras, el conocimiento que permite desempaquetar el contenido matemático que aparece en la actividad propuesta y relacionarlo con las limitaciones y potencialidades de las diferentes

maneras de representar las ideas matemáticas y cómo establecer conexiones entre los símbolos y las diferentes representaciones pictóricas o concretas para determinar los objetivos de aprendizaje.

ACTIVIDAD. Encontrar una parte de otra parte

- a. El rectángulo son $\frac{4}{5}$ de la unidad. ¿Cuánto es $\frac{1}{2}$ de la unidad?



- b. Indica qué punto es X en las siguientes rectas numéricas.

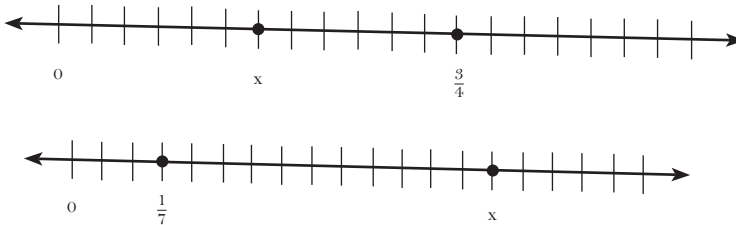


Figura 2. Actividades para el desarrollo del conocimiento de matemáticas para la enseñanza.

El conocimiento de matemáticas en relación con los estudiantes se refiere al conocimiento que debe tener un profesor sobre los errores comunes o dificultades a las que suelen enfrentarse los estudiantes. Por ejemplo, al papel que pueden desempeñar determinadas representaciones usadas durante la enseñanza que hacen que los estudiantes generen procedimientos sin sentido, como el caso de realizar las partes de un todo de una determinada manera cuando el todo tiene la forma de un círculo (como se muestra en la situación descrita en la figura 1). Finalmente, el conocimiento sobre la relación entre las matemáticas y la enseñanza tiene que ver con el conocimiento sobre las características de las actividades que el maestro y el profesor de secundaria pueden proponer y su gestión en el aula. Esta última componente está relacionada con la manera como los profesores eligen las actividades, cómo las secuencian y cómo las plantean en el aula para conseguir los objetivos de aprendizaje pretendidos.

El conocimiento de matemáticas para la enseñanza permite al profesor identificar lo que puede ser relevante en las situaciones de enseñanza de las

matemáticas, y apoyar su interpretación de los hechos y evidenciarlos como relevantes. En este sentido, el papel que desempeña el conocimiento de matemáticas para la enseñanza del profesor en la resolución de las tareas profesionales ayuda a definir su competencia docente desde la perspectiva de considerarlo “el uso del conocimiento en contextos de enseñanza” (Eraut, 1994).

“Mirar profesionalmente la enseñanza” como una componente de la competencia docente

Algunas de las destrezas vinculadas al análisis de la enseñanza son la capacidad de relacionar las tareas matemáticas propuestas y los objetivos logrados, y la capacidad para analizar las evidencias del aprendizaje matemático de los estudiantes para evaluar y revisar la enseñanza y hacerla más efectiva. Estas destrezas están ligadas al conocimiento de matemáticas para la enseñanza y a la manera como este conocimiento permite “filtrar” los sucesos del aula para identificar lo relevante e interpretarlos para tomar decisiones de acción. Es decir, el conocimiento de matemáticas para la enseñanza usado en las situaciones de enseñanza es lo que permite determinar el significado dado a la idea de “mirar profesionalmente” las situaciones de enseñanza como un aspecto de la competencia docente del profesor.

El énfasis sobre estas destrezas permite poner en evidencia la relación con el aprendizaje profesional del profesor a lo largo de su carrera profesional. Estos aspectos de la práctica profesional del profesor de matemáticas están vinculados a la capacidad de reflexionar sobre los sucesos del aula y a la destreza de mirarlos de manera profesional (*Professional Noticing*), permitiéndole centrarse y recordar sucesos específicos relevantes para el aprendizaje de las matemáticas desde las situaciones de aula y que son importantes para fundamentar las decisiones futuras. Estos aspectos de la práctica del profesor se pueden considerar componentes de la competencia docente, ya que permiten comprender cómo el profesor dota de sentido a las situaciones de aula. Mirar de manera profesional diferentes partes de la práctica subraya tanto lo que el profesor es capaz de identificar y atender de su práctica, como la manera en la que razona a partir de los hechos identificados para interpretarlos y fundamentar las decisiones de

acción posteriores. Los profesores “ven” las aulas a través de diferentes lentes y en esa manera de analizar su práctica es en la que se entrelazan las diferentes componentes de su conocimiento.

Mason (2002) señala que la competencia docente “mirar profesionalmente” (*the Discipline of Noticing*) permite al profesor de matemáticas ver las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas de una manera profesional que lo diferencia de la manera de mirar de alguien que no es profesor de matemáticas. Este autor indica algunas características que pueden ayudar al desarrollo del proceso de mirar con sentido (*Disciplined Noticing*): i) desarrollar la sensibilidad aprendiendo a identificar lo que puede ser considerado relevante, teniendo en cuenta un cierto objetivo que guía la observación (*Intentional Noticing*); ii) describir los aspectos observados manteniendo registros de lo observado, separando la descripción de los juicios (*Marking and Recording*); iii) reconocer posibles alternativas (*Recognizing Choices*), y iv) validar lo observado, intentando que los otros reconozcan lo que ha sido descrito o sugerido (*Validating with Others*).

Desde esta perspectiva, el análisis de las componentes del conocimiento del profesor necesarias para enseñar matemáticas se vincula a los contextos de uso de este conocimiento, y en particular a la manera en la que le ayudan a resolver situaciones profesionales. Así, se plantea la idea de desarrollar en el profesor una “mirada profesional” como una manifestación del uso del conocimiento en las situaciones de enseñanza. “Mirar de manera profesional” las situaciones de enseñanza entendida como una componente de la competencia docente subraya el vínculo entre el conocimiento y los contextos de uso, poniendo de manifiesto diferentes aspectos del ser competente en la enseñanza.

Esta manera de plantear la relación entre las acciones cognitivas de identificar, registrar e interpretar aspectos particulares de las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas hace más explícita la necesidad de considerar el papel que desempeñan el conocimiento de matemáticas y el de didáctica de las matemáticas como referencias de la observación y de la interpretación de los hechos identificados y descritos. Sherin, Jacobs y Philipp (2010) introducen la necesidad de explicitar la relación entre las evidencias y las “ideas más generales sobre la enseñanza-aprendizaje”, como un aspecto relevante de la competencia docente. Estos autores caracterizan la competencia docente “mirar profesionalmente”, considerando tres destrezas: *identificar* los aspectos relevantes de

la situación de enseñanza; *usar* el conocimiento sobre el contexto para razonar sobre las interacciones en el aula, y realizar *conexiones entre sucesos específicos del aula y principios e ideas más generales* sobre la enseñanza-aprendizaje. Esta caracterización del proceso de “mirar profesionalmente” pone de manifiesto la necesidad de considerar lo específico del conocimiento de didáctica de las matemáticas en determinados ámbitos curriculares.

Aprendiendo desde la práctica

La relación entre el conocimiento del profesor y la práctica de la enseñanza de las matemáticas subraya la importancia del papel del aprendizaje del profesor vinculado a los contextos prácticos. El profesor es visto como alguien que genera conocimiento vinculado al análisis de su propia práctica o a la de otros y que enfatiza la dualidad de la investigación y el desarrollo profesional. La manera como el profesor ha llegado a organizarse para aprender desde su práctica y a potenciar el desarrollo de las competencias docentes vinculadas a “mirar profesionalmente” las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas es diversa, así como la relación que se ha establecido con la investigación en el contexto de las reformas curriculares.

Los movimientos de reforma de las matemáticas han estado subrayando la necesidad de trasladar una concepción de la enseñanza centrada en el profesor a una concepción basada en el aprendizaje de los estudiantes. Este cambio conlleva, sin embargo, una traslación en la manera de entender el papel del profesor de matemáticas. Este cambio exige que el profesor guíe sus decisiones de acción, seleccionando tareas matemáticamente relevantes, animando a la generación de un discurso e interacción matemática entre los estudiantes que permita dotar de sentido a las ideas y tomando decisiones sobre la evaluación que tengan en cuenta el desarrollo del pensamiento matemático de los estudiantes. Llevar a cabo este tipo de enseñanza de las matemáticas se apoya en una determinada competencia docente del profesor generada a partir de la relación entre el conocimiento de matemáticas del profesor y la manera como lo usa, la manera en la que el profesor considera el pensamiento matemático de sus estudiantes, y la manera en la que gestiona y usa las tareas matemáticas con sus estudiantes.

Una perspectiva que se ha generado para comprender estas relaciones enfatiza que el conocimiento del profesor sobre el pensamiento matemático de los estudiantes es una componente clave para desarrollar una determinada enseñanza. De esta manera, un aspecto que apoya la competencia docente del profesor es la componente relativa al conocimiento del profesor sobre el pensamiento matemático de los estudiantes, ya que parece sugerir cambios en la práctica del profesor.

El uso de “productos” de la práctica

En el contexto del desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente”, desde la perspectiva del uso del conocimiento necesario para enseñar, se ha introducido el uso de productos de la práctica. En algunos momentos a estos productos de la práctica usados en el contexto de la formación de profesores se les denomina “artefactos” de la práctica. Un artefacto de la práctica puede ser un video-clip que describe un segmento de interacción entre un grupo de estudiantes y un profesor cuando resuelven un problema de matemáticas, las respuestas de los estudiantes a un grupo de problemas, la secuencia de actividades preparadas por un profesor para introducir un determinado tema, entre otras situaciones (Fortuny y Rodríguez, 2012). Todos estos productos de la práctica del profesor son potencialmente ricos en información que puede ser usada para ayudar a los profesores y a futuros profesores a reconocer aspectos relevantes en la enseñanza para el aprendizaje de las matemáticas. En este sentido, los artefactos de la práctica son vistos como ventanas a la práctica de enseñar matemáticas y al pensamiento matemático de los estudiantes.

La figura 3 muestra una viñeta procedente de un video-clip que describe una situación de aula usada en formación de profesores para construir los contextos que apoyen las destrezas de identificar lo que puede ser relevante para el aprendizaje de las matemáticas (Linares, Valls y Roig, 2008). Trabajar con artefactos de la práctica crea la oportunidad para explorar los sucesos del aula y la conducta matemática de los estudiantes sin la presión de tener que responder rápidamente, y poder interactuar con otros colegas para discutir interpretaciones alternativas y posibles decisiones de acción diferentes. El uso de los artefactos de la práctica en los programas de formación de profesores permite crear contextos

en los que los profesores o estudiantes para profesor pueden generar y “usar” el conocimiento necesario para enseñar matemáticas al desarrollar las destrezas de identificar, interpretar los sucesos y tomar decisiones de acción. De esta manera, el uso de los artefactos de la práctica permite aprender a interpretar el pensamiento matemático de los estudiantes, y contrastar diferentes alternativas para planificar nuevas tareas para los alumnos. En este sentido, los artefactos de la práctica ayudan a crear contextos en los que es posible que los profesores y estudiantes para profesor puedan llegar a ser más conscientes del razonamiento de los estudiantes que apoya las resoluciones de los problemas.

En una de sus clases, donde los alumnos están sentados en grupos, Sara, después de dibujar tres recipientes en la pizarra, planteó la siguiente tarea de manera verbal a los alumnos:

En la pizarra hay dibujados tres recipientes de forma cilíndrica de la misma altura pero con anchos diferentes.

- Dibujar las gráficas para la relación nº de vasos de agua- altura del agua en el recipiente.
- Encontrar la fórmula para esa relación.

La viñeta se inicia cuando los distintos grupos inician la resolución de la tarea de las vasijas y Sara va de grupo en grupo observando el trabajo realizado. Después de unos momentos iniciales, Sara se encuentra ante un grupo en el que los alumnos tienen dibujada una línea recta en unos ejes. Sara indica a los alumnos que pueden dibujar el resto de las gráficas en los mismos ejes. En la interacción Sara intenta, en primer lugar, establecer el significado de los puntos en la recta a través de preguntas puntuales (uno de los significados asociados a la noción de función lineal). Para ello, Sara pide a sus alumnos que justifiquen y expliquen sus respuestas. Como consecuencia un alumno dice que la gráfica está en función de la forma de la vasija. En segundo lugar, Sara se centra en la búsqueda inductiva de la regla pensando desde las gráficas. En este sentido Sara usa las gráficas como el medio para hacer visible a sus alumnos el significado de la noción de gradiente (pendiente de una recta) (velocidad de cambio de la altura del líquido).

Sara: ¿Por qué son rectas?

A: ...[porque] no tienen ninguna forma (refiriéndose a las vasijas).

Sara: ¿qué estamos relacionando en los ejes?

A:(varios). La altura y el volumen.

Sara: (señalando un punto en una gráfica dibujada por un alumno)
¿este punto qué significa?

A: Por ejemplo, tres vasos tendrían esta altura.

Sara: (repite con otros puntos en la recta (gráfica))

A: ... que hemos metido 1 vaso y tiene medio cm de altura

Sara: ¿Y el 2º vaso?

A: 1 cm.

Sara: ¿Y 3 vasos?

A: 1 cm y medio

Sara: ¿Y 20 vasos?

A: 10 cm.

Sara: ¿Por qué?

A(3): ...porque al meter 20 vasos... cada vaso es medio cm.

Sara: ¿Y esto se produciría en una vasija que no tuviera esta forma?
(dibuja una vasija con bordes curvos)

A(1): No.

A(2): No, porque si hechas un vaso, por aquí (señalando la parte estrecha) tienen menos volumen... (y señalando el otro el alumno indica que siempre va subiendo lo mismo).

Sara: (sigue con la comparación de la gráfica y la forma de la vasija, señalando el dibujo de una vasija de bordes rectos, pero más estrecha) ¿subiría lo mismo?

A(2): No, subiría más.

Sara: ¿Podéis encontrar alguna relación en la gráfica entre el número de vasos que metemos y la altura? Pensad esto.

Sara deja planteada la cuestión de la generalización antes de cambiar de grupo.

Figura 3. Viñeta de una situación de aula usada como un “artefacto” de la práctica en un contexto de formación de profesores. Adaptada de “Intentando comprender la práctica del profesor de matemáticas”, S. Llinares, 2000, en J.P. da Ponte, y L. Serrazina (coord.) *Educação Matemática em Portugal, Espanha e Italia*. Lisboa-Portugal: Secção de Educação Matemática

da Sociedades Portuguesa de Ciências de Educação, pp. 109–132. Usada como recurso para el desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente” (Llinares, Valls y Roig, 2008).

Los contextos prácticos exigen a los profesores tomar decisiones de acción rápidas. Algunas veces estas decisiones pueden modificar la secuencia inicialmente prevista como consecuencia de la identificación de algo que está sucediendo en el aula que es interpretado rápidamente para seguir con el flujo de la clase. El uso de viñetas de clase en formato de videoclips o como casos en los que se describe este tipo de situaciones permite poder centrar la atención sobre aspectos de lo realizado por el profesor o por los estudiantes, lo que en otro tipo de contextos sería más difícil de realizar. De esta manera, el propio contexto de análisis crea oportunidades para que los profesores sean conscientes de que algunas veces es necesaria información adicional sobre la manera en la que el estudiante está trabajando para poder realizar interpretaciones sólidas relativas al pensamiento matemático de los estudiantes.

Categorizar sucesos es una actividad que solemos hacer como una manera de descargar cognitivamente los procesos que permiten la gestión de diferentes situaciones, por lo que aprender a articular estos procesos como parte de la competencia docente “mirar profesionalmente” la enseñanza se convierte en algo a conseguir con el apoyo de los artefactos de la práctica. En este proceso, resulta clave la manera en la que se integra el conocimiento teórico desde la didáctica de la matemática para convertirse en instrumento conceptual que ayuda a desarrollar la interpretación de las evidencias de la práctica (Sánchez y García, 2009; Fernández, Llinares y Valls, 2012).

El uso de los artefactos de la práctica en la formación de profesores permite ejemplificar contextos en los que es posible que los instrumentos conceptuales, como las ideas procedentes de la didáctica de la matemática, puedan ser integrados en el proceso de resolver tareas profesionales. Aprender a usar los instrumentos conceptuales en la resolución de tareas profesionales se desarrolla paulatinamente y es un proceso complejo, pero la articulación de entornos de aprendizaje en los programas de formación de profesores con algunas características específicas ha mostrado que puede ayudar. La dificultad en el desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente” parece radicar en distinguir entre las descripciones y las interpretaciones de los aspectos de la

práctica representados en los artefactos, en apoyar las interpretaciones en las evidencias, y en generar interpretaciones alternativas. En este sentido, el uso de los artefactos de la práctica permite reconocer que los aspectos de la práctica que nosotros identificamos en los artefactos también están en función de lo que conocemos, pero lo que podemos ver en la práctica también apoya lo que podemos llegar a aprender.

Un ejemplo específico de este tipo de artefactos de la práctica lo constituyen las respuestas de estudiantes a determinados tipos de problemas que son presentados a los estudiantes para profesor o profesores (figura 4). El objetivo del uso de este tipo de artefactos es obtener una descripción e interpretación de la comprensión de los estudiantes de un tópico particular. El uso de estos artefactos de la práctica se organiza para aprender a describir estas evidencias de manera que permitan al estudiante para profesor o profesor considerarlas para interpretar el pensamiento matemático de los estudiantes. Atender a los aspectos específicos de las respuestas de los estudiantes e interpretar estas evidencias se convierte así en el núcleo del desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente” la enseñanza. En el ejemplo propuesto, la relación entre identificar las evidencias que pueden llegar a ser pertinentes y la interpretación de estas evidencias, se apoya en considerar los diferentes elementos matemáticos que configuran la tarea, es decir, el contenido matemático. Aquí se pone en juego la relación entre los diferentes modos de representación (gráfico y analítico) y la manera en la que los significados de derivada son usados por el estudiante en puntos característicos (puntos de discontinuidad y punto anguloso). Llegar a considerar las fortalezas y debilidades de las respuestas dadas por los estudiantes a los problemas subraya el hecho de que la competencia docente “mirar profesionalmente” se debe manifestar cuando se deja espacio para que los estudiantes para profesor y los profesores reconozcan el potencial en el pensamiento de los estudiantes y lo consideren al tomar las decisiones de acción pertinentes.

PROBLEMA 2
 Dada la gráfica de la función f , formada por las ramas de parábolas

a) Obtener los valores de $f'(3)$, $f'(7)$, $f'(10)$, $f'(14)$ y $f'(15)$. Explicando cómo los obtienes.
 b) Realiza un esbozo de la gráfica de f' . Explica cómo lo has obtenido.

Estudiante 2		Entrevista
<p>PROCESO DE RESOLUCIÓN (Especifica todos los pasos que llevan a la resolución del problema)</p> <p>a)</p> $f'(3) = \frac{3-0}{3-1} = \frac{3}{2}$ $f'(7) = 0$ $f'(10) = \text{no tiene derivada}$ $f'(14) = \text{no tiene}$ <p>b)</p>	<p>RAZONA LA RESPUESTA</p> <p>Como la derivada es la pendiente, por tanto es el valor de las pendientes. 1. Porque cambia de concavidad en $x=7$, sea. 2. Porque es un extremo en $x=10$. 3. Porque es un pico.</p>	<p>I: ¿por qué $f'(3) = 3/2$? E: por la pendiente I: ¿qué pendiente? E: este cachito (considera $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{4-1}{3-1}$ en el gráfico)</p> <p>I: ¿y por qué $f'(7) = 0$? E: porque como está aquí, la tangente es esta (señala la recta $y=0$) la pendiente es 0 I: ¿por qué comentas que en $x=10$ no es continua? E: porque no están unidas las dos ramas I: ¿y en $x=14$, qué quieres decir con el pico? E: porque en los picos, ... no sé I: ¿y en $x=15$? E: no hay función, entonces no tiene I: ¿podrías esbozar el gráfico de f', pedido en el apartado b) de la tarea? E: no sé ...</p>

Figura 4. Respuesta escrita y transcripción de la explicación verbal dada por un alumno de bachillerato en la resolución de un problema de derivada considerado como un artefacto de la práctica presentado a los estudiantes para profesor. Tomada de “El desarrollo de la competencia de estudiantes para profesor de matemáticas de educación secundaria en identificar la comprensión de la derivada en estudiantes de Bachillerato”, Sánchez-Matamoras, G., Fernández, C., Llinares, S., & Valls, J., 2013, en A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII*. Bilbao: SEIEM (pp. 501-509).

Desde hace tiempo se ha considerado un aspecto relevante de la competencia del profesor reconocer evidencias de la comprensión del estudiante en las respuestas dadas a los problemas. Esta perspectiva subrayaba la necesidad de que los profesores pudieran identificar las dificultades y los errores más comunes de los estudiantes para poder ayudarles a superarlos. Este punto de vista hace que en los programas de formación se utilicen respuestas de estudiantes a problemas como artefactos de la práctica con el objetivo de que los profesores y los futuros profesores aprendan a identificar las dificultades y errores de los estudiantes. Sin embargo, recientemente el desarrollo de la investigación sobre el aprendizaje de los estudiantes ha permitido que en relación a algunos tópicos matemáticos haya sido posible identificar secuencias de desarrollo en el aprendizaje de los estudiantes. Este hecho ha hecho evolucionar el objetivo de

aprendizaje en los programas de formación de profesores en el sentido de ampliarlo para intentar que los profesores y estudiantes para profesor aprendan a reconocer “*perfiles de estudiantes y trayectorias de aprendizaje*”. Esta situación es mucho más exigente desde el punto de vista del aprendizaje pretendido en los profesores y estudiantes para profesor, ya que implica llegar a reconocer rasgos de una trayectoria de desarrollo del concepto en las evidencias dadas por las respuestas de los estudiantes. Por ejemplo, Zapatera y Callejo (2013) caracterizan la competencia docente “mirar profesionalmente” de los estudiantes para maestro en relación a la comprensión del proceso de generalización evidenciado por los estudiantes de educación primaria cuando resuelven problemas en los que hay que encontrar los términos generales de determinados patrones. Para ello, presentan a los estudiantes para maestro diferentes respuestas de estudiantes de educación primaria a problemas de patrones cuyas características ejemplifican el desarrollo de la comprensión del proceso de generalización lineal en estos estudiantes (figura 5).

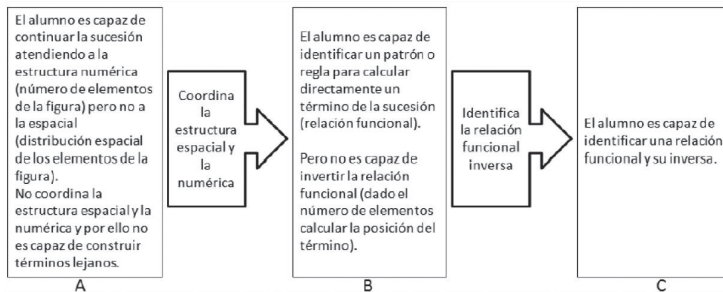


Figura 5. Niveles de desarrollo del proceso de generalización en estudiantes de educación primaria usados para elegir las respuestas de los estudiantes como artefactos de la práctica. Tomada de “Cómo interpretan los estudiantes para maestro el pensamiento matemático de los alumnos sobre el proceso de generalización”, A. Zapatera y M.L.Callejo, 2013, en A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII*, Bilbao: SEIEM, pp. 537.

Los artefactos de la práctica formados por las respuestas de los estudiantes de primaria colocan a los estudiantes para profesor ante la posibilidad de poder llegar a identificar los diferentes niveles de desarrollo del proceso de generalización lineal. En este sentido, la actividad cognitiva que deben generar

los estudiantes para profesor ante este tipo de tareas es mucho más exigente que solo identificar errores o dificultades que pueden tener los estudiantes ante determinados problemas.

El desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente”

La conceptualización de la competencia docente “mirar profesionalmente” como identificar, interpretar y tomar decisiones de acción en la enseñanza y la necesidad de validar con otros las interpretaciones realizadas, ha permitido realizar investigaciones que apoyan la hipótesis de que bajo ciertas condiciones esta competencia puede ser aprendida. En este sentido, las destrezas que conforman esta competencia (identificar, interpretar, tomar decisiones de acción, y poder validar las interpretaciones en relación con otros) configuran el proceso de aprendizaje de los profesores y de los estudiantes para profesor. En estos momentos sabemos que las características de las tareas presentadas en los programas de formación y las interacciones entre los estudiantes para profesor o profesores pueden ayudar a determinar los focos de atención sobre la enseñanza de las matemáticas. Además, los diferentes tópicos sobre los que se centra la atención condicionan la manera en la que los profesores y estudiantes para profesor interpretan los hechos (es decir, la forma en que vinculan las evidencias a las ideas teóricas), por lo que el desarrollo de un discurso profesional se vincula al papel de referente desempeñado por la información teórica relativa a Didáctica de la Matemática (*Scalfodding*).

Desde esta perspectiva, Sánchez y García (2009) indicaban que es posible empezar a caracterizar el desarrollo de estos aspectos de la competencia docente dando cuenta de cómo los estudiantes para profesores son capaces de instrumentalizar las ideas de didáctica de la matemática para desarrollar las tareas profesionales. La perspectiva adoptada se apoya en dar cuenta de las diferentes fases en las que los estudiantes para profesor van identificando y usando individual y colectivamente los instrumentos conceptuales proporcionados por los programas de formación (figura 6). Sin embargo, como estas autoras indican la integración de estos instrumentos, en un todo coherente, es compleja.

NIVELES DE APRENDIZAJE	CARACTERÍSTICAS
Nivel 1	Los instrumentos conceptuales no son identificados
Nivel 2	Se identifican los instrumentos conceptuales pero no se relacionan con la toma de decisiones
Nivel 3	Se identifican y usan los instrumentos conceptuales
Nivel 4	Se identifican los instrumentos conceptuales, se usan y se integran en un esquema más general.

Figura 6. Niveles de aprendizaje (de los estudiantes para profesor) y sus características. Tomada de *Tasks for Primary Student Teachers: A task of Mathematics Teacher Educators*, Sánchez, V. y García, M, 2009), en B. Clarke; B. Grevholm, & R. Millman (Eds.). *Tasks in Primary Mathematics Teacher Education. Purpose, Use and Examples*, New York: Springer, p. 47,

Esta manera de entender la identificación, uso e integración de las ideas teóricas procedentes de la didáctica de la matemática como instrumentos conceptuales para dar cuenta del aprendizaje de los estudiantes para profesor a partir de uso de artefactos de la práctica está proporcionando información sobre el desarrollo de la competencia “mirar profesionalmente” la enseñanza-aprendizaje de las matemáticas. En este ámbito, la investigación sobre el aprendizaje de los estudiantes para profesor está aportando resultados que describen los niveles de progresión de los estudiantes para profesor en tópicos y procesos matemáticos específicos. Por ejemplo, Sánchez-Matamoros y sus colegas (2013, 2014) han identificado una secuencia de desarrollo de la capacidad de “mirar profesionalmente la comprensión de la derivada” por parte de estudiantes para profesores de educación secundaria (figura 7). La secuencia del desarrollo de esta competencia viene caracterizada por la manera en la que los estudiantes para profesor son capaces de identificar y relacionar diferentes elementos matemáticos en las respuestas de los estudiantes para generar interpretaciones sobre su comprensión según se evidencia en las respuestas dadas a diferentes tipos de problemas.

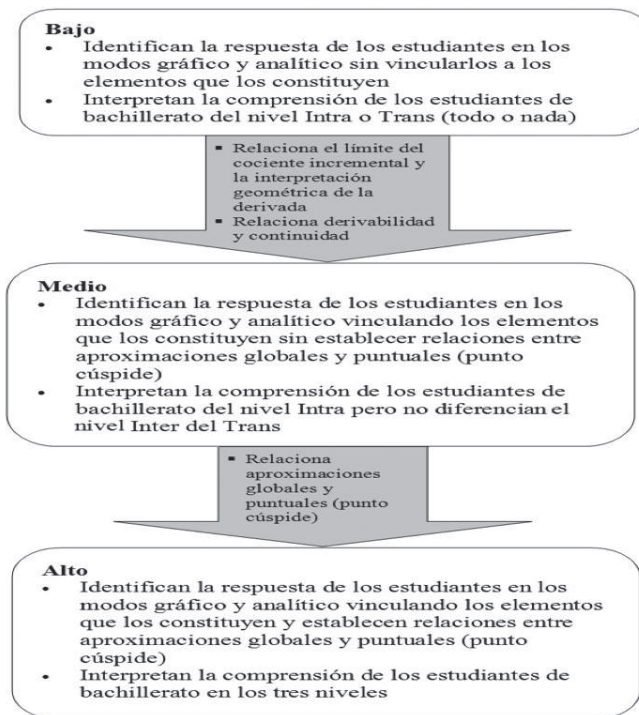


Figura 7. Desarrollo de la habilidad de reconocer la comprensión en los estudiantes. Tomada de “Developing Pre-service Teachers’ Noticing of Students’ Understanding of the Derivative Concept”, Sánchez-Matamoras, G., Fernández, C., y Llinares, S., 2013, *International Journal of Science and Mathematics Education*.

La identificación de estas características en el desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente” relativa a tópicos y procesos matemáticos específicos está aportando información que puede ser considerada en los programas de formación de profesores. Esta información permite concebir los entornos de aprendizaje en los programas de formación tomando como referencia hipotéticas trayectorias de aprendizaje de los estudiantes para profesor.

Trayectorias de aprendizaje y diseños de entornos de aprendizaje en la formación de profesores

La investigación sobre el aprendizaje de los profesores ha generado información en relación a niveles de desarrollo de la competencia docente “mirar profesionalmente” que pueden ser tenidas en cuenta por los formadores de profesores al diseñar entornos de aprendizaje en los programas de formación. Los formadores de profesores pueden pensar en entornos de aprendizaje considerando tres aspectos:

1. Los objetivos: entendidos como el desarrollo de aspectos específicos de la competencia docente “mirar profesionalmente”.
2. Una secuencia de desarrollo por la que los estudiantes para profesor pasan en la instrumentalización de los instrumentos conceptuales que configuran una “mirada profesional” (una hipotética trayectoria de aprendizaje de los estudiantes para profesor).
3. Una serie de actividades en el programa de formación diseñadas para permitir que los estudiantes para profesor pasen de un nivel de desarrollo al siguiente.

La identificación de niveles en el desarrollo de la competencia “mirar profesionalmente” el aprendizaje matemático de los estudiantes en tópicos particulares, permite articular las decisiones de los formadores de profesores considerando diferentes niveles de progresión (y por tanto, del aprendizaje del profesor). Estos diferentes niveles de progresión, considerados como una secuencia en el desarrollo, son lo que configura las trayectorias hipotéticas de aprendizaje a tener en cuenta por los formadores de profesores. Algunos de estos niveles de progresión en relación a la mirada profesional sobre el aprendizaje de la derivada se describen en la figura 7 anterior. Con información sobre cómo se desarrolla la competencia “mirar profesionalmente”, los formadores pueden pensar en secuencias de actividades en el programa de formación.

Por ejemplo, una secuencia de actividades dirigidas a que los estudiantes para profesores reconocieran evidencias del desarrollo del razonamiento proporcional en estudiantes de educación secundaria es descrita en la figura 8 (Fernández, Llinares y Valls, 2012, 2013). En este caso, a partir del análisis de respuestas de estudiantes de educación secundaria a problemas que describían relaciones entre cantidades proporcionales y no proporcionales, consideradas como artefactos de

la práctica, se introducían con posterioridad actividades dirigidas a ayudar a los estudiantes para profesor a reconocer las diferentes variables de tareas que influían en el tipo de estrategia usada por los estudiantes. Estas actividades estaban dirigidas a que el estudiante para profesor pudiera trasladarse desde ser capaz de identificar las características de las situaciones problemáticas, a relacionar dichas características con las respuestas dadas por los estudiantes a dichos problemas en los intentos de interpretar dichas respuestas como evidencias de algún grado de comprensión del razonamiento proporcional, y finalmente, poder llegar a considerar perfiles de respuestas de estudiantes que deberían poner de manifiesto que es capaz de considerar la relación entre las características de la comprensión en respuestas de diferentes alumnos.

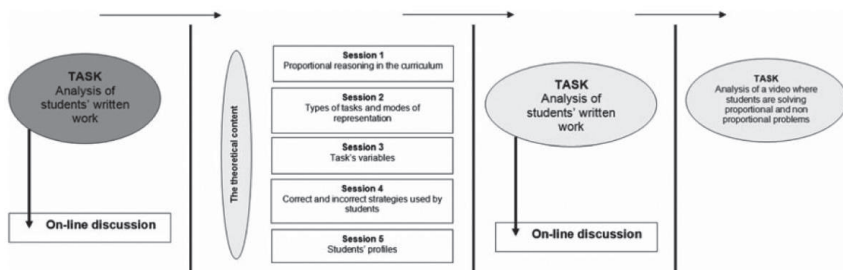


Figura 8. Secuencia de actividades para configurar una trayectoria en el desarrollo de la mirada profesional. Tomada de “Learning to notice students’ mathematical thinking through on-line discussions. *ZDM*”. Fernández, C., Llinares, S., y Valls, J., 2012, *Mathematics Education*, 22, 747-759,y “Primary school teacher’s noticing of students’ mathematical thinking in problem solving”, Fernández, C., Llinares, S. y Valls, J., 2013, *The Mathematics Enthusiast*, 10, n° 1&2, 441-468.

Por otra parte, bajo la hipótesis de que, cuando los profesores y estudiantes para profesores se implican en actividades discursivas específicas definidas por el análisis de las evidencias proporcionadas por los artefactos de la práctica, es más probable la construcción del conocimiento y el desarrollo de la competencia docente “mirar de manera profesional”, se ha generado la posibilidad de usar contextos colaborativos en los que situar las secuencias de actividades (Llinares, 2012b). Desde un punto de vista conceptual, Wells (2002) indica que el discurso no sólo debe producir progreso en el sentido de qué compartir, cuestionar y revisar opiniones, sino también debe conducir a una

nueva comprensión de todos los que participan que puede llegar a ser superior a la comprensión previa. Una característica adicional a esta hipótesis, que es esencial para que el discurso sea progresivo, es que el contenido del discurso sea considerado un “artefacto del conocimiento” sobre el que los participantes trabajan colaborativamente para mejorar en el sentido de la apropiación por parte de los individuos de los significados que permiten tomar decisiones competentes en contextos específicos. Esta perspectiva teórica subraya el hecho de que el proceso de implicación cognitiva de los estudiantes para profesor de matemáticas (o profesores en contextos de desarrollo profesional) ocurre en un contexto de interacción con otros, mientras se resuelve algún tipo de problema con alguna significación para el resolutor. Este proceso de implicación cognitiva toma la forma de un diálogo en el que se proponen soluciones, se realizan añadidos, ampliaciones, objeciones y contraproposiciones desde las aportaciones de los demás. De esta manera, se asume que el proceso de construcción del conocimiento únicamente tiene significación en el contexto de la acción e interacción conjunta mientras se resuelven problemas profesionales.

Algunos de los resultados obtenidos en este ámbito indican que la colaboración discursiva entre los estudiantes para profesor en este tipo de entornos de aprendizaje parece fomentar la construcción del conocimiento de didáctica de la matemática que es pertinente para la resolución de las tareas de planificar la enseñanza e interpretar las producciones matemáticas de los estudiantes (Penalva, Rey y Llinares, 2013; Prieto y Valls, 2010). Este proceso de instrumentalización de las ideas de didáctica de la matemática con el fin de resolver determinadas tareas profesionales utiliza las experiencias previas de los estudiantes para profesor como punto de partida e incorpora los nuevos conocimientos, permitiendo generar nuevos significados al utilizar cuestiones reflexivas que requieren ampliación de información. En este sentido, las interacciones entre los participantes en los entornos de aprendizaje al intentar resolver determinadas tareas profesionales parecen potenciarse cuando existe un foco de interés compartido, haciendo que los estudiantes para profesor se impliquen en actividades conjuntas de identificar y analizar los diferentes aspectos de la enseñanza de las matemáticas, lo que les ayuda a compartir un cierto nivel de comprensión de la situación.

Un ejemplo de esta forma de construir los contextos colaborativos en la formación de profesores integra el uso de artefactos de la práctica como video-clips en contextos b-learning. Estos contextos integran espacios de interacción entre los estudiantes para profesor en forma de debates en línea, y la posibilidad de acceder a documentos teóricos con las ideas de didáctica de la matemática que son consideradas instrumentos conceptuales para realizar las tareas de análisis de las situaciones de aula (figura 9).

Figura 9. Estructura de un entorno de aprendizaje en línea integrando video-clips, foros, documentos con información teórica y cuestiones para dirigir las actividades de los estudiantes para profesor. Tomada de Llinares, S. “Construcción del conocimiento y desarrollo de una mirada profesional para la práctica de enseñar matemáticas en entornos en línea”, 2012b, *AIEM. Avances de Investigación en Educación Matemática*, 2, 53-70, y Llinares, S. y Valls, J. “Prospective primary mathematics teachers’ learning from on-line discussions in a virtual video-based environment”, 2010, *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13, 177-196.

Conclusiones

Las reflexiones sobre el conocimiento necesario para enseñar matemáticas y las condiciones de usarlo para identificar lo que puede ser relevante en una situación de enseñanza y dotarlo de sentido según unos objetivos, ha permitido centrar nuestra atención en la competencia docente “mirar profesionalmente” la enseñanza de las matemáticas y en cómo apoyar su desarrollo. Esta situación ha permitido describir una línea de actuación que permite vincular los resultados de las investigaciones sobre el conocimiento del profesor y su práctica a cuestiones de desarrollo de competencia docente. Esta línea de actuación pone de manifiesto de qué manera los resultados de la investigación básica apoyan la toma de decisiones en la formación de profesores ejemplificando un proceso de transferencia de conocimiento que vincula el apoyo al aprendizaje del profesor con el desarrollo del formador de profesores como investigador y como formador en contextos institucionales concretos (Llinares, 2012a; Zaslavsky y Sullivan, 2011).

Este proceso de transferencia de conocimiento ha permitido subrayar el papel que desempeñan los artefactos de la práctica tanto en la investigación como en la propuesta de formación de profesores. Esta situación ejemplifica una relación entre la teoría y la práctica que intenta superar planteamientos dicotómicos que dificultaban un aprendizaje profesional del profesor generando diferentes líneas de investigación.

Reconocimientos

Este trabajo se ha realizado con el apoyo del Proyecto I+D+i, EDU2011-27288 del Ministerio de Ciencia e Innovación, España.

Referencias

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.

- Eraut, M. (1994). *Developing Professional Knowledge and Competence*. London: The Falmer Press.
- Fernández, C., Llinares, S., y Valls, J. (2012). Learning to notice students' mathematical thinking through on-line discussions. *ZDM. Mathematics Education*, 22, 747-759.
- Fernández, C., Llinares, S. y Valls, J. (2013). Primary school teacher's noticing of students' mathematical thinking in problem solving. *The Mathematics Enthusiast*, 10, (1-2), 441-468.
- Fortuny, J.M. y Rodríguez, R. (2012). Aprender a mirar con sentido: facilitar la interpretación de las interacciones en el aula. *AIEM-Avances de Investigación en Educación Matemática*, 1, 23-37.
- Llinares, S. (2000). Intentando comprender la práctica del profesor de matemáticas. En J.P. da Ponte, & L. Serrazina (coord.), *Educação Matemática em Portugal, Espanha e Italia* (pp. 109-132). Lisboa-Portugal: Secção de Educação Matemática da Sociedade Portuguesa de Ciências de Educação.
- Llinares, S. (2012a). Del análisis de la práctica al diseño de tareas matemáticas para la formación de maestros. En N. Planas (coord.), *Teoría, crítica y práctica de la educación matemática* (pp.99-116). Barcelona: Graó.
- Llinares, S. (2012b). Construcción del conocimiento y desarrollo de una mirada profesional para la práctica de enseñar matemáticas en entornos en línea. *AIEM. Avances de Investigación en Educación Matemática*, 2, 53-70.
- Llinares, S. & Valls, J. (2010). Prospective primary mathematics teachers' learning from on-line discussions in a virtual video-based environment. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13, 177-196.
- Llinares, S., Valls, J., y Roig, A.I. (2008). Aprendizaje y diseño de entornos de aprendizaje basado en videos en los programas de formación de profesores de matemáticas. *Educación Matemática*, 20(3), 31-54.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice. The discipline of noticing*. London: Routledge Falmer.
- Penalva, M.C.; Rey, C., y Llinares, S. (2013). Aprendiendo a interpretar el aprendizaje de las matemáticas en educación primaria. Características en un contexto b-learning. *Educación Matemática*, 25(1), 7-34.
- Prieto, J.L. & Valls, J. (2010). Aprendizaje de las características de los problemas aritméticos elementales de estructura aditiva en estudiantes para maestro. *Educación Matemática*, 22(1), 57-85

- Ponte, J.P. y Chapman, O. (2006). Mathematics Teachers' Knowledge and Practices. En A. Gutierrez, y P. Boero (eds.), *Handbook of Research on the Psychology of Mathematics Education. Past, Present and Future* (pp.461-494). Taipei/Rotterdam: Sense Publishers.
- Rowland, T. y Ruthven, K. (eds.) (2011). *Mathematical Knowledge in Teaching*. New York: Springer.
- Sánchez, V. y García, M. (2009). Tasks for Primary Student Teachers: A task of Mathematics Teacher Educators. En B. Clarke, B. Grevholm, y R. Millman (Eds.). *Tasks in Primary Mathematics Teacher Education. Purpose, Use and Examples* (pp.37-49). New York: Springer.
- Sánchez-Matamoros, G., Fernández, C., y Llinares, S. (2014). Developing Pre-service Teachers' Noticing of Students' Understanding of the Derivative Concept. *International Journal of Science and Mathematics Education*,
- Sánchez-Matamoros, G., Fernández, C., Llinares, S., y Valls, J. (2013). El desarrollo de la competencia de estudiantes para profesor de matemáticas de educación secundaria en identificar la comprensión de la derivada en estudiantes de Bachillerato. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 501-509). Bilbao: SEIEM.
- Sherin, M. G., Jacobs, V. R., y Philipp, R. A. (Eds) (2010). *Mathematics teacher noticing: Seeing through teachers' eyes*. New York: Routledge.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4-14.
- Sullivan, P. y Wood, T. (eds.) (2008). *The International Handbook of Mathematics Teacher Education. Vol. 1, Knowledge and Beliefs in Mathematics Teaching and Teaching Development*. Taipei/Rotterdam: Sense Publishers.
- Wells, G. (2002). *Dialogic inquiry. Towards a sociocultural practice and theory of education*(2a ed.). Cambridge: Cambridge University Press.
- Zapatera, A. & Callejo, M.L. (2013). Cómo interpretan los estudiantes para maestro el pensamiento matemático de los alumnos sobre el proceso de generalización. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent. (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 535-544). Bilbao: SEIEM.
- Zaslavsky, O., y Sullivan, P. (2011). *Constructing Knowledge for Teaching Secondary Mathematics. Tasks to Enhance Prospective and Practicing Teacher Learning*. New York: Springer.



Capítulo 9.

La competencia en análisis didáctico. Una mirada desde el enfoque ontosemiótico

Vicenç Font²¹,

Marta Adán,²²

Norma Rubio²³

Susana Ferreres²⁴

²¹ Universitat de Barcelona, España, Correo electrónico: vfont@ub.edu

²² Universitat de Barcelona, España. Correo electrónico: m.adan@ub.edu

²³ Pontificia Universidad Católica del Perú. Correo electrónico: nrubio@pucp.edu.pe

²⁴ Universitat de Barcelona, España Correo electrónico: susanaferreres@ub.edu

Resumen

En este capítulo, primero se argumenta que la competencia en análisis didáctico de procesos de instrucción es una competencia profesional esencial para que el futuro profesor de matemáticas de secundaria pueda evaluar y desarrollar la competencia matemática de sus alumnos. A continuación, se caracteriza dicha competencia y se explica que, para investigar sobre su desarrollo y evaluación, se ha tomado, como principal referente teórico, el modelo de análisis didáctico propuesto por el enfoque ontosemiótico. A continuación se explica brevemente este modelo y se comentan tres investigaciones relacionadas con el desarrollo y evaluación de la competencia en análisis didáctico, en las que se han utilizado algunos de los niveles de análisis didáctico propuestos por este enfoque.

Competencias profesionales para el desarrollo y evaluación de la competencia matemática

La tendencia a una convergencia internacional en el diseño de los planes de estudio universitarios ha impulsado un conjunto de reformas en diferentes países en las que domina un modelo que se organiza por competencias profesionales, entre las que se suele diferenciar entre competencias generales (o transversales) y específicas. Dicha tendencia ha hecho emerger preguntas relevantes para la formación inicial de los profesores de secundaria de matemáticas como son, entre otras, las siguientes: ¿Cuáles son estas competencias? ¿Cómo se desarrollan y evalúan?

En el caso de la formación de profesores, la tendencia anterior va de la mano de otra que consiste en organizar los currículos de los alumnos de secundaria también por competencias. Se trata de currículos ambiciosos, puesto que desarrollar y evaluar competencias es una tarea compleja que obliga a una formación muy exigente para conseguir un profesor cualificado.

Con relación al desarrollo y la evaluación de las competencias matemáticas, hay un cierto consenso en que las competencias se desarrollan a partir de la resolución de tareas matemáticas y que, a su vez, se evalúan a partir de la actividad matemática realizada para resolver la tarea propuesta. En el caso de la

evaluación, el profesor propone una tarea al alumno, este la resuelve realizando cierta actividad matemática, después el profesor analiza la actividad matemática del alumno y encuentra evidencias de un cierto grado de desarrollo de una o varias competencias.

En Rubio (2012) se documenta que, para realizar la evaluación de la competencia matemática de sus alumnos, el futuro profesor, de acuerdo con el esquema de la figura 1, debe tener competencia matemática. Pero esto no es suficiente, también debe tener competencia en el análisis de la actividad matemática. Mientras que la primera competencia no es específica de la profesión de profesor (es común a muchas de las profesiones que ocupan a los matemáticos, aunque cada profesión le puede dar un sello específico), la segunda sí lo es.

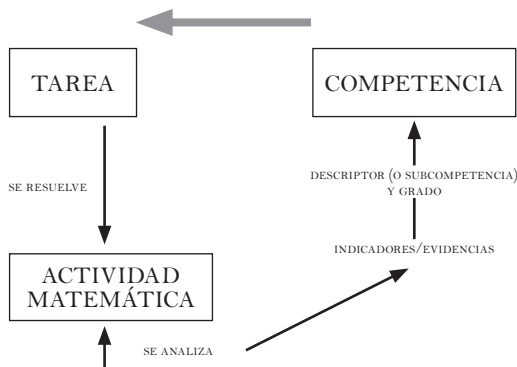


Figura 1. La evaluación de competencias matemáticas. Adaptado de *Competencia del profesorado en el análisis didáctico de prácticas, objetos y procesos matemático*, N. Rubio, 2012, Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, España, p. 117.

En el esquema de la figura 1, las competencias y sus descriptores suelen estar fijados en los documentos curriculares oficiales. Por otra parte, la actividad matemática muestra la competencia matemática del alumno y el análisis de dicha actividad, con el objetivo de hallar evidencias de que se cumplen los indicadores de un cierto grado de competencia. Es una competencia profesional específica del profesor de matemáticas (figura 2).

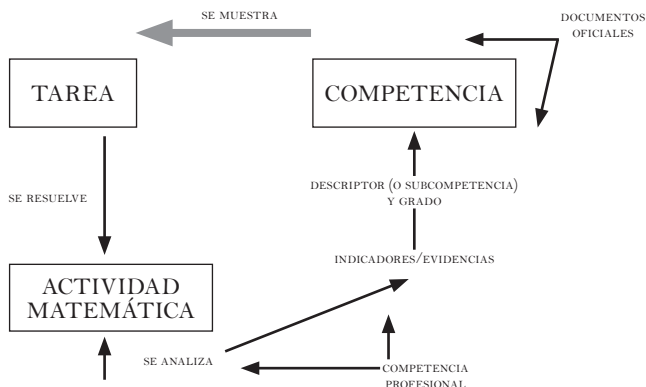


Figura 2. Competencia matemática y competencia profesional. Adaptado de *Competencia del profesorado en el análisis didáctico de prácticas, objetos y procesos matemático*, N. Rubio, 2012, Tesis doctoral, Universitat de Barcelona, España, p. 118.

Cuestiones de investigación

Las dos tendencias comentadas en el apartado anterior convergen en la formulación del siguiente problema: ¿cómo conseguir que los futuros profesores de matemáticas de secundaria tengan las competencias profesionales que les permitan el desarrollo y la evaluación de la competencia matemática señalada en el currículo de secundaria?

Nuestro grupo de investigación (Grupo de Investigación sobre Análisis Didáctico en Educación Matemática - GRADEM) se ha interesado, en el marco de diferentes proyectos de investigación, en esta problemática y en aspectos concretos relacionados con el esquema de la figura 2. En particular, nos interesamos por investigar, entre otras, las cuestiones siguientes:

1. Caracterizar globalmente competencias profesionales en la formación inicial del profesor de secundaria de matemáticas, sus grados y descriptores.
2. Diseñar ciclos formativos multimodales (presencial y en línea), para el desarrollo de competencias profesionales en la formación inicial del

profesor de matemáticas de secundaria (en especial, la competencia en análisis didáctico de procesos de instrucción).

3. Diseñar y aplicar instrumentos de evaluación de las competencias profesionales de los futuros profesores de secundaria de matemáticas (que se infieren de su respuesta a las tareas profesionales que se les proponen).

Nos interesa analizar las prácticas profesionales que los futuros profesores realizan para resolver las tareas profesionales propuestas, y el conocimiento matemático-didáctico activado en ellas, para encontrar indicadores que justifiquen la asignación de grados de desarrollo de la competencia profesional que se pretende evaluar.

Estos aspectos se pueden vincular mediante el esquema de la figura 3 que muestra la relación que hay entre las tareas de un ciclo formativo y el desarrollo (y evaluación) de competencias profesionales. De acuerdo con este esquema, nos interesa analizar las prácticas de los profesores para resolver las tareas profesionales propuestas, y el conocimiento matemático-didáctico activado en ellas, para encontrar indicadores que justifiquen la asignación de grados de desarrollo de la competencia profesional que se pretende evaluar.

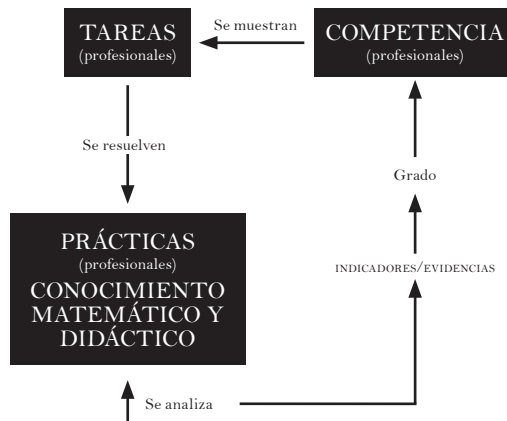


Figura 3. Evaluación y desarrollo de competencias profesionales. Adaptado de “Valoración de la idoneidad matemática de tareas”, Font, V. y Adán, M., 2013, en A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII*, Bilbao: SEIEM, p. 284.

La competencia en análisis didáctico. Hipótesis de partida

Nuestro grupo de investigación toma como punto de partida las siguientes hipótesis (Font, 2011a):

- H1) Si se siguen, entre otras, las etapas enunciadas a continuación, es posible desarrollar un programa por competencias en la formación inicial de profesores de secundaria: a) determinación de las competencias que deben componer el programa; b) determinación del grado de desarrollo esperado por cada una de las competencias al término del programa de formación; c) determinación de indicadores para cada grado de competencia; d) escalamiento y conexión de las competencias en el conjunto de las diferentes asignaturas; e) determinación de las modalidades y criterios de evaluación de las competencias; f) elaboración de ciclos formativos para el desarrollo de las competencias.
- H2) La competencia profesional que permite evaluar y desarrollar la competencia matemática se puede considerar compuesta básicamente (aunque no únicamente) por dos macro competencias que, a su vez, se pueden descomponer en otras: a) la competencia matemática y b) la competencia en análisis didáctico de procesos de instrucción.
- H3) Con relación a la competencia en análisis didáctico de procesos de instrucción, consideramos (a) que su núcleo fundamental consiste en: *diseñar, aplicar y valorar secuencias de aprendizaje propias y de otros, mediante técnicas de análisis didáctico y criterios de calidad, para establecer ciclos de planificación, implementación, valoración y plantear propuestas de mejora.* Y (b) que podemos encontrar criterios e indicios del desarrollo de esta competencia y de cómo se relaciona con las otras competencias profesionales del futuro profesor de matemáticas de secundaria (competencia digital, competencia en modelización, etc.).

La competencia en análisis didáctico y su relación con la literatura

La formulación que se hace de la competencia de análisis didáctico en la hipótesis 3 tiene un “territorio compartido” con otras formulaciones similares que se hallan en la literatura sobre formación de profesores de matemáticas, y, más en general, tiene relación con las investigaciones que se han realizado en el área de la educación matemática para conocer la forma como el conocimiento del contenido matemático de los profesores se hace evidente en sus clases en forma de buenas prácticas. Entre ellas hay que destacar las siguientes, las cuales, en mayor o menor medida, se relacionan con la competencia en análisis didáctico:

1. La metodología “*Lesson Study*” (Fernández y Yoshida, 2004). Con esta metodología se estudian las clases con la colaboración de otros maestros para planificar, observar y reflexionar sobre las lecciones.
2. La metodología “*Concept Study*” propuesta por Davis y col. (Davis y Renert, 2013). Se trata de una metodología donde los investigadores se comprometen con los profesores en el examen y la elaboración de modelos sobre la comprensión matemática.
3. *Conocimiento matemático para una enseñanza de las matemáticas de calidad*. A partir de la noción de conocimiento matemático para la enseñanza (Ball, Lubienski y Mewborn, 2001; Ball, Thames y Phelps, 2008), el grupo de Ball y colaboradores se ha planteado cuáles son las características que ha de tener este conocimiento para conseguir una enseñanza de calidad. Estos investigadores concluyen que, aunque existe una significativa, fuerte y positiva asociación entre el conocimiento del profesorado y la calidad matemática de la instrucción, hay también un número importante de factores que mediatizan esta relación, facilitando o dificultando el uso del conocimiento del profesor en su práctica (Hill, Blunk, Charambous, Lewis, Phelps, Sleep y Ball, 2008).
4. *The Knowledge Quartet*. Rowland y colaboradores (Rowland, Huckstep y Thwaites, 2005) se interesan por conocer cómo el conocimiento del contenido matemático del profesor se hace evidente en sus clases, para ello analizan clases grabadas en video, con el objetivo de caracterizar el conocimiento del profesor activado durante la instrucción.

5. *Competencia “mirar con sentido”*: algunas investigaciones sobre el desarrollo profesional del profesor subrayan la importancia de la competencia denominada “mirar con sentido” el pensamiento matemático de los estudiantes (Mason, 2002; Fernández, Llinares y Valls, 2012). Dicha competencia permite al profesor de matemáticas ver las situaciones de enseñanza aprendizaje de las matemáticas de una manera profesional que la diferencia de la manera de mirar de alguien que no es profesor de matemáticas.
6. *La metodología de análisis del contenido*: en la Universidad de Granada (Gómez, 2006) se ha desarrollado una metodología de análisis didáctico de procesos de instrucción que incluye el análisis del contenido matemático a partir de tres dimensiones: estructura conceptual, sistemas de representación y fenomenología.
7. *La metodología de análisis didáctico* desarrollada en el marco del Enfoque Ontosemiótico de la Instrucción Matemática (EOS) (Godino, Batanero y Font, 2007). En este enfoque se proponen cinco niveles para el análisis didáctico de procesos de instrucción, cada uno con sus respectivas herramientas (Font, Planas y Godino, 2010; Pochulu y Font, 2011; Contreras, García y Font, 2012).

Tal como se ha dicho en el apartado anterior, consideramos importante caracterizar competencialmente un currículo factible y de calidad en la formación de futuros profesores de matemáticas de secundaria y somos de la opinión que la competencia en análisis didáctico debe tener un papel relevante en dicho currículo. Para investigar sobre su desarrollo y evaluación hemos tomado como principal referente teórico el modelo de análisis didáctico propuesto por el EOS. A continuación se explica brevemente este modelo y, después, se comentan tres investigaciones relacionadas con el desarrollo y evaluación de la competencia en análisis didáctico en las que se han utilizado algunos de los niveles de análisis didáctico propuesto por el EOS.

Modelo de análisis didáctico propuesto por el EOS

El Enfoque Ontosemiótico del Conocimiento y la Instrucción Matemática (Font, Planas y Godino, 2010; Pochulu y Font, 2011; Contreras, García y Font, 2012), considera cinco niveles o tipos de análisis sobre los procesos de instrucción:

1. Identificación de prácticas matemáticas.
2. Elaboración de las configuraciones de objetos y procesos matemáticos.
3. Análisis de las trayectorias e interacciones didácticas.
4. Identificación del sistema de normas y metanormas.
5. Valoración de la idoneidad didáctica del proceso de instrucción.

El primer nivel de análisis explora las prácticas matemáticas hechas en un proceso de instrucción matemático. El segundo nivel de análisis se centra en los objetos y procesos matemáticos que intervienen en la realización de las prácticas, así como los que emergen de ellas. El tercer nivel de análisis didáctico está orientado, sobre todo, a la descripción de los patrones de interacción, a las configuraciones didácticas y su articulación secuencial en trayectorias didácticas; las configuraciones y trayectorias están condicionadas y soportadas por una trama de normas y metanormas. El cuarto nivel de análisis estudia dicha trama.

Los cuatro primeros niveles de análisis son herramientas para una didáctica descriptiva-explicativa, mientras que el quinto se centra en la valoración de la idoneidad didáctica. Este último nivel se basa en los cuatro análisis previos y es una síntesis orientada a la identificación de mejoras potenciales del proceso de instrucción en nuevas implementaciones.

El modelo de análisis didáctico propuesto por el EOS integra aspectos del llamado enfoque epistemológico y de las teorías socioculturales. Por una parte, el análisis de las prácticas, objetos y procesos matemáticos permite describir las matemáticas del proceso de instrucción analizado. Mientras que el análisis de las interacciones y de la dimensión normativa permite describir la interacción producida en el proceso de instrucción y las normas que la regulan. Por último, los criterios de idoneidad implican la incorporación de una racionalidad axiológica en la educación matemática que permita el análisis, la crítica, la justificación de la elección de los medios y de los fines, la justificación del cambio, etc.

Ejemplos de investigaciones

A continuación se describen tres investigaciones que permiten relacionar herramientas teóricas ya desarrolladas por programas de investigación en educación matemática (en este caso, el EOS) con la práctica profesional del futuro profesor de matemáticas de secundaria (en particular, con el desarrollo y evaluación de la competencia en análisis didáctico). Esto sirve, entre otras cosas, para desarrollar y precisar dichas herramientas. Se trata, por tanto, de un tipo de investigación experimental que permite, a su vez, el desarrollo de elementos teóricos.

Investigación 1

En el esquema de la figura 1 se señala que el profesor debe realizar el análisis de la actividad matemática para encontrar indicadores que le permitan evaluar las competencias matemáticas de sus alumnos. Aparece aquí un problema relevante: no hay un modelo consensuado en la comunidad que investiga en el área de Educación Matemática para caracterizar la actividad matemática. Dicho de otra manera, no hay un acuerdo sobre cuál es la respuesta a la siguiente pregunta: ¿cómo describir/analizar la actividad matemática que se infiere de la respuesta del alumno a la tarea propuesta? Ahora bien, aunque no hay acuerdo, si es verdad que la investigación en Educación Matemática ha ofrecido diversas herramientas teóricas para analizar la actividad matemática (Font, 2011b). Sin pretender ser exhaustivos, algunos ejemplos de estas herramientas son: 1) Las tres dimensiones para el análisis del contenido, utilizadas con cierta regularidad en los trabajos del Grupo de Investigación Pensamiento Numérico y Algebraico (PNA) de España: estructura conceptual, sistemas de representación y fenomenología (situaciones-problemas) (Gómez, 2006). 2) El constructo praxeología utilizado con regularidad en los trabajos que usan como marco teórico la Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD) (Bosch, Espinoza y Gascón, 2003). 3) El constructo configuración epistémica utilizado con regularidad en los trabajos que usan como marco teórico el Enfoque Ontosemiótico de la Cognición e Instrucción Matemática (EOS) (Font y Godino, 2006).

Esta falta de consenso lleva a dos posibles alternativas: la primera consiste en no ofrecer al profesor un modelo para el análisis de la actividad matemática; la segunda, en optar por alguno de los modelos que han emergido en el área de Educación Matemática para investigar la actividad matemática y hacer su transposición didáctica a la formación inicial de futuros profesores de secundaria de matemáticas. Esta última opción es la que se siguió en la investigación de Rubio (2012), de la que se presenta a continuación un breve resumen.

En Rubio (2012) se consideró que la respuesta a la pregunta ¿Cómo describir/analizar la actividad matemática que se infiere de la respuesta del alumno a la tarea propuesta?, eran los dos primeros niveles de análisis didáctico que propone el EOS (es decir, describiendo prácticas matemáticas y los objetos y procesos activados en dichas prácticas).

En Rubio (2012) se desarrolla una propuesta de evaluación analítica, a posteriori y global de competencias PISA 2003, basada en la técnica de análisis de prácticas matemáticas y de los objetos y procesos matemáticos activados en dichas prácticas, que propone el EOS. Esta propuesta de evaluación de competencias permite completar el ciclo de las figuras 1 y 2. El primer paso para hacer operativo este método es disponer de un protocolo de la resolución del problema, que puede ser la de un alumno real o bien la que contestaría un alumno ideal (en este caso el protocolo habría sido la respuesta de un profesor de matemáticas experto); a continuación se realiza un análisis de prácticas, objetos y procesos de acuerdo con el método que propone el EOS. El tercer paso consiste en construir una herramienta, coherente con lo que se dice en el informe PISA 2003, que permita valorar en una escala de 1 a 3 cada competencia (reproducción, conexión y reflexión) teniendo en cuenta el análisis realizado en el paso 2 y después asignar el problema a uno de los tres grupos de niveles de complejidad, según el nivel que hayamos asignado a las diferentes competencias. El último paso consiste en extraer conclusiones sobre las competencias, activadas o no, que se deberían intentar desarrollar en el futuro proceso de instrucción (retroalimentación).

En Rubio (2012) también se describe el diseño e implementación de un ciclo formativo en el Máster de Formación de Profesores de Secundaria de Matemáticas de la Universitat de Barcelona, en el que se enseña primero la técnica del análisis de prácticas, objetos y procesos, propuesta por el EOS, y después la técnica de evaluación analítica y global de competencias matemáticas

descrita en el párrafo anterior. Se trata de un acercamiento al estudio de la práctica docente que no se basa en lo que digan los profesores mismos u otros informantes, sino en la observación directa de dichas prácticas (utilizando sobre todo diarios, videograbaciones, etc.).

El objetivo en esta investigación no era tanto corroborar (o no) la hipótesis H3 sino que el interés estaba en otra hipótesis relacionada con ella: la competencia profesional del profesor en el análisis de prácticas matemáticas y de los objetos y procesos matemáticos activados en dichas prácticas, es un “saber de fondo” que permite la evaluación y desarrollo de la competencia matemática de sus alumnos.

La conclusión a la que se llega en Rubio (2012) después de toda la experimentación realizada es que se puede confirmar esta última hipótesis. Es más, se afirma que si los profesores no son competentes en el análisis de prácticas, procesos y objetos matemáticos, no lo serán en la evaluación de competencias.

Investigación 2

La caracterización de la competencia de análisis didáctico propuesta en la hipótesis 3 necesita herramientas para el análisis (como las comentadas en la investigación 1) y también herramientas para la valoración. Para esta última, el EOS propone los siguientes criterios de idoneidad didáctica: 1) Idoneidad epistémica, se refiere a que las matemáticas enseñadas sean unas “buenas matemáticas”. Para ello, además de tomar como referencia el currículo prescrito, se trata de tomar como referencia a las matemáticas institucionales que se han transpuesto en el currículo. 2) Idoneidad cognitiva, expresa el grado en que los aprendizajes pretendidos/implementados están en la zona de desarrollo potencial de los alumnos, así como la proximidad de los aprendizajes logrados a los pretendidos/implementados. 3) Idoneidad interaccional, grado en que los modos de interacción permiten identificar y resolver conflictos de significado y favorecen la autonomía en el aprendizaje. 4) Idoneidad mediacional, grado de disponibilidad y adecuación de los recursos materiales y temporales necesarios para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje. 5) Idoneidad afectiva, grado de implicación (interés, motivación) del alumnado en el proceso de estudio. 6)

Idoneidad ecológica, grado de adaptación del proceso de estudio al proyecto educativo del centro, las directrices curriculares, al entorno social, etc.

Para cada uno de estos criterios se propone un sistema de indicadores asociados que se pueden valorar en una escala (por ejemplo, de 1 a 3). Se trata de un sistema de rúbricas que permite valorar (o autovalorar) de manera completa y equilibrada los elementos que, en conjunto, conforman un proceso de instrucción de calidad en el área de matemáticas.

A continuación, a título de ejemplo, siguen los indicadores de la idoneidad epistémica: muestra representativa y articulada de problemas de diversos tipos (contextualizados, con diferentes niveles de dificultad, etc.); uso de diferentes modos de expresión (verbal, gráfico, simbólico...), y traducciones y conversiones entre los mismos, procurando que el nivel del lenguaje matemático utilizado sea adecuado y que las definiciones y procedimientos estén clara y correctamente enunciados y adaptados al nivel educativo a que se dirigen; presentación de los enunciados y procedimientos básicos del tema, adecuando asimismo las explicaciones, comprobaciones, demostraciones al nivel educativo a que se dirigen; establecimiento de relaciones y conexiones significativas entre las definiciones, propiedades, problemas del tema estudiado, etc.

Durante los cursos 2009-2010, 2010-2011, 2011-2012 y 2012-2013, en el Máster de Formación de Profesores de Secundaria de Matemáticas de la Universitat de Barcelona, los formadores de futuros profesores han sugerido a sus alumnos, con más o menos intensidad, el uso de una rúbrica basada en los criterios de idoneidad propuestos por el EOS para:

1. Valorar su propia práctica, en concreto la unidad que han diseñado e implementado los futuros profesores en su periodo de prácticas.
2. Diseñar, en su Trabajo Fin de Máster, una propuesta de perfeccionamiento de la unidad didáctica, implementada en el periodo de prácticas, que optimice algunos aspectos que la valoración realizada indica que se deben y pueden mejorar.

En Ferreres (2012) y Giménez, Vanegas, Font y Ferreres (2012) se realizó una investigación sobre el uso de los criterios de idoneidad por parte de los futuros profesores en sus memorias de Trabajo Fin de Máster (TFM). En este caso, el acercamiento al estudio de las prácticas de los futuros profesores, no se basó en

observaciones de clase, como en la investigación 1, sino en el análisis de los productos de las prácticas docentes, en concreto en las memorias escritas de su TFM.

En esta investigación se observó que los criterios de idoneidad fueron una herramienta útil para organizar la reflexión de los futuros profesores sobre su propia práctica, aunque se tuvieron en cuenta muy poco en la primera fase de planificación. Dicho de otra manera, los alumnos no fueron conscientes de su potencia como herramienta a priori para diseñar una secuencia didáctica. En su planificación de la secuencia didáctica, que después tuvieron que implementar, no los consideraron como criterios que indican cómo se deben hacer las cosas. En cambio, les fueron muy útiles para organizar la reflexión sobre su práctica una vez realizada. Volvieron a ser muy útiles cuando los futuros profesores tuvieron que justificar una secuencia didáctica que mejoraría la implementación realizada en su período de prácticas.

Para representar la valoración global que hacían de su práctica, usaron a menudo un esquema en forma de hexágono que se les había propuesto a lo largo del ciclo formativo (hexágono izquierdo de la figura 4). En la parte derecha de la figura 4 podemos observar la representación de la valoración de una estudiante de la implementación de su unidad didáctica. En el esquema se supone que todas las idoneidades parciales tienen un mismo valor representado por el segmento que une el centro con el vértice. A partir de ello, se construye el polígono irregular que representa las idoneidades parciales que el alumno considera que ha conseguido. En este caso, la estudiante muestra no haber incidido bastante en lo cognitivo, lo interaccional, lo emocional y lo ecológico.

Ahora bien, hay que resaltar que si bien la mayoría usó el esquema de la figura 4, hubo aportaciones creativas. Por ejemplo, un alumno se dio cuenta de que se trataba de un proceso evolutivo y utilizó tablas o gráficas para indicar cómo cambiaron las idoneidades a lo largo del tiempo (figura 5).

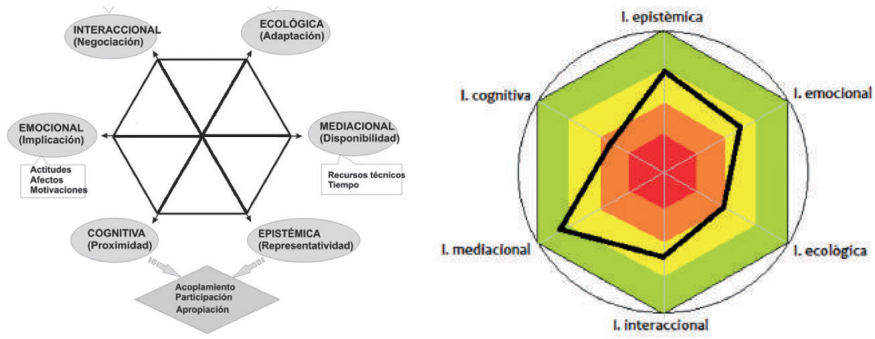


Figura 4. Hexágono explicado y mapa de idoneidad de una estudiante en el TFM. Tomado de “El papel del trabajo final de Máster en la formación del profesorado de Matemáticas”, Giménez, J.; Vanegas, Y.; Font, V. y Ferreres, S,2012. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 61, p.81.

		Sessió								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Idoneitat	Epistèmica	Baixa	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa	Alta	Alta	Alta
	Cognitiva	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Mitja	Alta	Alta	Alta
	Mediacional	Alta	Mitja	Alta	Mitja	Mitja	Baixa	Mitja	Baixa	Mitja
	Emocional	Alta	Mitja	Alta	Alta	Alta	Mitja	Alta	Baixa	Mitja
	Interaccional	Mitja	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
	Ecològica	Alta	Mitja	Alta	Mitja	Mitja	Mitja	Mitja	Mitja	Mitja

		Sessió								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Idoneitat	Epistèmica	Baixa	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa	Alta	Alta	Alta
	Cognitiva	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Mitja	Alta	Alta	Alta
	Mediacional	Alta	Mitja	Alta	Mitja	Mitja	Baixa	Mitja	Baixa	Mitja
	Emocional	Alta	Mitja	Alta	Alta	Alta	Mitja	Alta	Baixa	Mitja
	Interaccional	Mitja	Alta	Alta	Alta	Alta	Baixa	Baixa	Baixa	Baixa
	Ecològica	Alta	Mitja	Alta	Mitja	Mitja	Mitja	Mitja	Mitja	Mitja

Figura 5. Valoración final de un estudiante en las diversas idoneidades en las diferentes tareas de su secuencia didáctica. Tomado de “El papel del trabajo final de Máster en la formación del profesorado de Matemáticas”, Giménez, J.; Vanegas, Y.; Font, V. y Ferreres, S, 2012. *UNO.*

Revista de Didáctica de las Matemáticas, 61, p.82.

Investigación 3

Una de las conclusiones de la investigación 2 fue que era necesario diseñar ciclos formativos más estructurados para que los futuros profesores tuviesen herramientas para valorar la calidad de procesos de instrucción (propios y ajenos).

En Font y Adán (2013) se describe parte una investigación relacionada con el esquema de la figura 3, para estudiar el desarrollo de la competencia en análisis didáctico en un proceso de formación dirigido a futuros profesores de matemáticas. En particular se focaliza en el diseño de tareas que permitan la emergencia de herramientas teóricas para la valoración de la calidad matemática del proceso de instrucción (entendida como una noción multidimensional que contempla aspectos como la falta de errores, la riqueza y relevancia de procesos matemáticos activados, la representatividad de la complejidad del objeto matemático que se enseña, etc.). Se trata de hacer emerger en el aula algunos de los indicadores del criterio de idoneidad epistémica que después serán utilizados en su Trabajo Fin de Máster (tal como se explica en la investigación 2 del apartado anterior), y de completarlos con otros indicadores que provienen de otros enfoques diferentes al EOS.

Las reflexiones (e investigaciones) sobre la calidad matemática de los procesos de instrucción de las matemáticas son numerosas en el área de Educación Matemática. Todas ellas ponen de manifiesto que hay muchos aspectos que inciden sobre esta calidad y que, por tanto, se trata de una noción multidimensional. En Font y Adán (2013) se tuvieron en cuenta dos aproximaciones que si bien consideran la calidad matemática de una manera multidimensional ponen el acento en dimensiones diferentes. Por una parte, las que destacan como elemento central de la calidad matemática el descriptor “riqueza matemática” y, por otra parte, las que toman como elemento central el descriptor “representatividad de las matemáticas enseñadas”.

Un ejemplo relevante del primer tipo de aproximaciones son los trabajos de Hill y colaboradores. Según Hill, Blunk, Charalambous, Lewis, Phelps, Sleep y Ball (2008), se puede definir la calidad matemática de la instrucción como un compuesto de varias dimensiones que caracterizan el rigor y la riqueza de las matemáticas de la clase, incluyendo la presencia y ausencia de errores matemáticos, explicación y justificación matemática, representaciones

matemáticas y observaciones relacionadas. Estos autores han desarrollado un sistema de categorías para medir la calidad matemática de la instrucción (Hill, 2010). Estas son: a) Formato del segmento, b) El trabajo en las clases está conectado a las matemáticas, c) La riqueza de las matemáticas, d) Trabajo con los estudiantes, e) Errores e imprecisiones en el lenguaje, f) Participación de los estudiantes. A su vez, para cada categoría se tienen subcategorías. Por ejemplo, para la riqueza de las matemáticas, se tiene: 1) Explicaciones matemáticas, 2) Múltiples procedimientos o métodos de resolución, 3) El desarrollo de generalizaciones matemáticas, 4) El lenguaje matemático, 5) Riqueza de las matemáticas en general.

Un ejemplo relevante del segundo tipo de aproximaciones es el EOS. Este enfoque propone herramientas para, primero, describir las matemáticas implicadas en un proceso de instrucción (investigación 1) y, segundo, valorar su calidad (investigación 2). Para la descripción propone herramientas que permiten analizar las prácticas matemáticas y los objetos y procesos matemáticos activados en ellas. Para valorar la calidad de las matemáticas se propone el constructo “criterios de idoneidad”, comentado en el apartado anterior, en especial el criterio de idoneidad epistémica. La noción de calidad epistémica propuesta por el EOS está muy centrada en la idea de representatividad de las matemáticas enseñadas con relación al significado holístico del objeto matemático que se quiere enseñar, entendido como el conjunto de pares (prácticas matemáticas, objetos primarios y procesos matemáticos activados en dichas prácticas). La determinación de dicho significado global u holístico requiere de la realización de un estudio histórico-epistemológico sobre el origen y evolución del objeto en cuestión. Así mismo, se debe tener en cuenta la diversidad de contextos de uso, donde se ponen en juego dichas configuraciones de objetos primarios.

En Font y Adán (2013), se describe el diseño (bien sea adaptando tareas ya diseñadas o bien haciendo un diseño propio de tareas), la implementación y el rediseño de tareas que permitan la emergencia de herramientas teóricas para que los futuros profesores realicen la valoración de la calidad matemática de procesos de instrucción propios o ajenos. Para conseguirlo, se utilizó una metodología de investigación que tiene elementos de la investigación basada en el diseño: 1) estudiar la adquisición de competencias en un ambiente real, 2) tener por objetivo generar ambientes de aprendizaje eficaces novedosos,

3) la colaboración entre la investigadora y los profesores, y 4) la búsqueda simultánea de la construcción de teorías y la innovación de la práctica (Cobb, Confrey, diSessa, Lehrer y Schauble, 2003). Por otra parte, para el caso de tareas de diseño propio, se utilizó una metodología de estudio de caso, especialmente para aquellas que implicaban el estudio exhaustivo del contexto en el que se desarrolló el episodio seleccionado.

Los sujetos participantes fueron los futuros profesores de matemáticas de secundaria del Máster de Formación del Profesorado de Secundaria de Matemáticas de la Universitat de Barcelona. Los datos para la investigación se obtuvieron, sobre todo, de: a) Registros de la plataforma virtual; b) Registros audiovisuales de episodios de clases implementados en el máster y c) de su Trabajo Fin de Máster donde se realiza una valoración de la calidad matemática de la unidad didáctica que implementaron en su periodo de prácticas.

A continuación, se explica el diseño y la implementación de una tarea de este ciclo. Se ha seleccionado una de las tareas de diseño propio. Se trata de la tarea inicial del ciclo y su objetivo es crear un debate en el que se espera la emergencia de criterios relacionados con la noción de calidad matemática como, por ejemplo: representatividad, riqueza de procesos, adaptación curricular, complejidad del objeto matemático, etc. Cabe destacar que esta tarea se realizó antes de que los alumnos estudiaran estos conceptos, el objetivo era que surgiesen de manera espontánea en el propio debate.

La tarea se presentó como uno de los primeros problemas profesionales que tuvo una alumna del máster del curso 2010-2011 en su primera experiencia profesional. Esta alumna fue contratada como profesora suplente de un profesor que debía explicar las integrales en el segundo de bachillerato (alumnos de 17 años). En concreto ella tuvo que poner en funcionamiento su conocimiento común del contenido para poder resolver las tareas sobre integrales del libro de texto, pero también se encaró con una problemática relacionada con otros componentes del conocimiento matemático para la enseñanza (conocimiento especializado, conocimiento del currículo, etc.). En concreto ella se encontró que el profesor a quien sustituía había diseñado un cuestionario en formato digital para preparar el examen del tema de integrales y ella no tenía muy claro si la prueba era adecuada o no. No tenía claro que este cuestionario sirviese para evaluar los elementos fundamentales del tema.

El cuestionario era opcional y estaba dirigido a aquellos alumnos que querían repasar los contenidos matemáticos con posibilidad de ser evaluados en el examen sobre integrales. Las características principales del cuestionario eran: 1) se desarrollaría en un entorno digital soportado por dos plataformas virtuales: Moodle y Wiris (calculadora simbólica virtual), 2) el temario abarcado era: Integral definida, Integral indefinida y Cálculo de áreas, 3) las preguntas eran abiertas (no era un test) y los alumnos debían introducir su respuesta mediante la calculadora Wiris, 4) la generación de preguntas era aleatoria. Había un banco de preguntas y cada intento del cuestionario generaba, mediante la calculadora Wiris, preguntas con datos numéricos diferentes, 5) el cuestionario producía como retroalimentación, en el caso de que el alumno fallase la respuesta, una respuesta correcta (que para el cálculo de áreas detallaba todos los pasos). La figura 6 es un ejemplo gráfico de la retroalimentación aportada por el cuestionario cuando el alumno respondía incorrectamente.

En la primera fase de la implementación de esta tarea del ciclo formativo se daba a los futuros profesores toda esta información (incluido el acceso al cuestionario digital), junto a lo que decía el currículo sobre el tema de integrales (en especial los criterios de evaluación) y la parte del índice sobre la integral del libro de texto utilizado. A los futuros profesores se les pedía que, primero en pequeños grupos y después en grandes grupo, discutieran sobre la siguiente consigna abierta *¿podrías valorar si el cuestionario digital tiene calidad matemática o no? Justifica tu respuesta*. El resultado de la discusión fueron dos criterios: 1) adaptación del cuestionario a los criterios de evaluación, 2) tener en cuenta la complejidad de la integral.

En la segunda fase de la implementación de esta tarea, el profesor limitó el criterio “adaptación al currículo” al componente “riqueza de procesos matemáticos”, ya que, dado que el currículo estaba pensado para el desarrollo de procesos, esta idea era uno de los criterios de evaluación. Después reelaboró el criterio “tener en cuenta la complejidad de la integral” en términos de “representatividad” y conectó ambos criterios haciendo ver que se podían considerar como dos componentes de la noción “calidad matemática”. A continuación se dieron más indicadores para poder medir estas dos componentes.

Así por ejemplo, con relación a valorar si el cuestionario era representativo de la complejidad de la integral, se explicaron los siguientes significados de

“integral” (Contreras, Ordóñez y Wilhelmi, 2010): 1) Geométrico, 2) resultado de un proceso de cambio, 3) Inversa de la derivada, 4) Aproximación al límite, 5) Generalizada: (Lebesgue, Riemann, etc.), 6) Algebraica, 7) Métodos numéricos. Después, en una hoja de trabajo específicamente diseñada, el alumno, para cada una de las 10 preguntas del cuestionario digital y para cada uno de los 7 significados parciales, tenía que escribir en una tabla un 1 o un 0 según considerase que la pregunta activaba (o no) dicho significado. Con relación a la “riqueza de procesos matemáticos” el profesor se limitó a considerar los siguientes: Contextualización, Algoritmización, Comunicación, Argumentación y Resolución de problemas. Después el alumno, para cada una de las 10 preguntas del cuestionario digital y para cada uno de estos cinco procesos, tenía que escribir un 1 o un 0 según considerase que la pregunta activaba (o no) dicho proceso.

La conclusión de los futuros profesores, tal como se esperaba, fue que el cuestionario no era representativo de la complejidad del objeto integral, ya que solo activaba dos de los siete significados posibles de la integral y que, además, no activaba procesos relevantes como la resolución de problemas, la contextualización, la comunicación y la argumentación. La conclusión que se consensuó, después de la discusión en el gran grupo, fue (1) que la calidad matemática del cuestionario era baja y, además, no era causada por las características del entorno digital y (2) que se podía argumentar mediante elementos relativamente objetivos el nivel de calidad matemática del cuestionario.

Font y Adán (2013) llegan a la conclusión de que la mirada compleja sobre los objetos matemáticos que permite el EOS, lleva a pensar no en un objeto simple sino en un sistema complejo formado por partes o componentes. La idea de representatividad, como criterio de calidad matemática de una secuencia de tareas, es una consecuencia de esta mirada compleja y de ella se derivan otros criterios que están relacionados con la articulación de los elementos en los que se descompone la complejidad, como son los de conexión y coherencia. Precisamente, según estos autores, la noción de conexión se puede utilizar como puente entre los dos principales criterios de calidad matemática considerados en su investigación (representatividad y riqueza de procesos matemáticos). Por una parte, la conexión está relacionada con la complejidad y por otra parte se considera un proceso relevante en los principios y estándares del National

Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000). Ahora bien, para conseguir relacionar estas dos miradas sobre la conexión hay que entender la conexión más como articulación entre diferentes partes de las matemáticas que como conexión de las matemáticas con la realidad extramatemática.

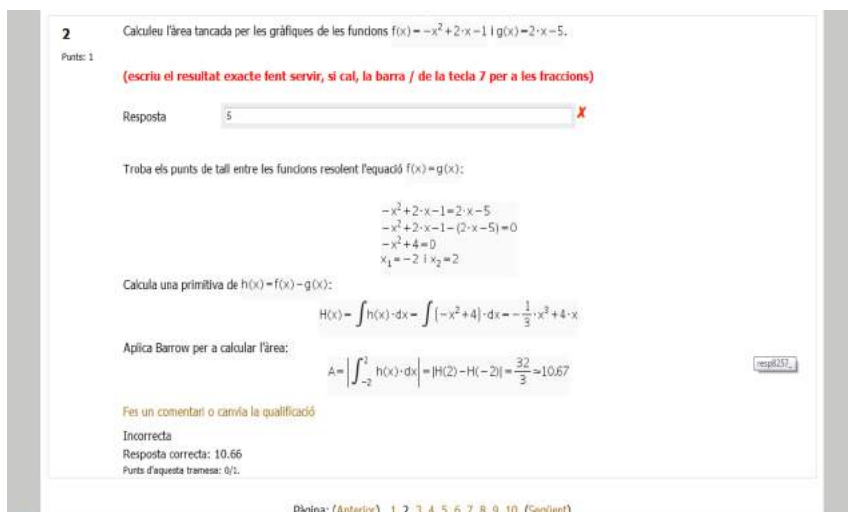


Figura 6. Ejemplo gráfico de retroalimentación. Tomada de “Valoración de la idoneidad matemática de tareas”, Font, V. y Adán, M., 2013, en A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII*, Bilbao: SEIEM, p. 290.

Agradecimientos

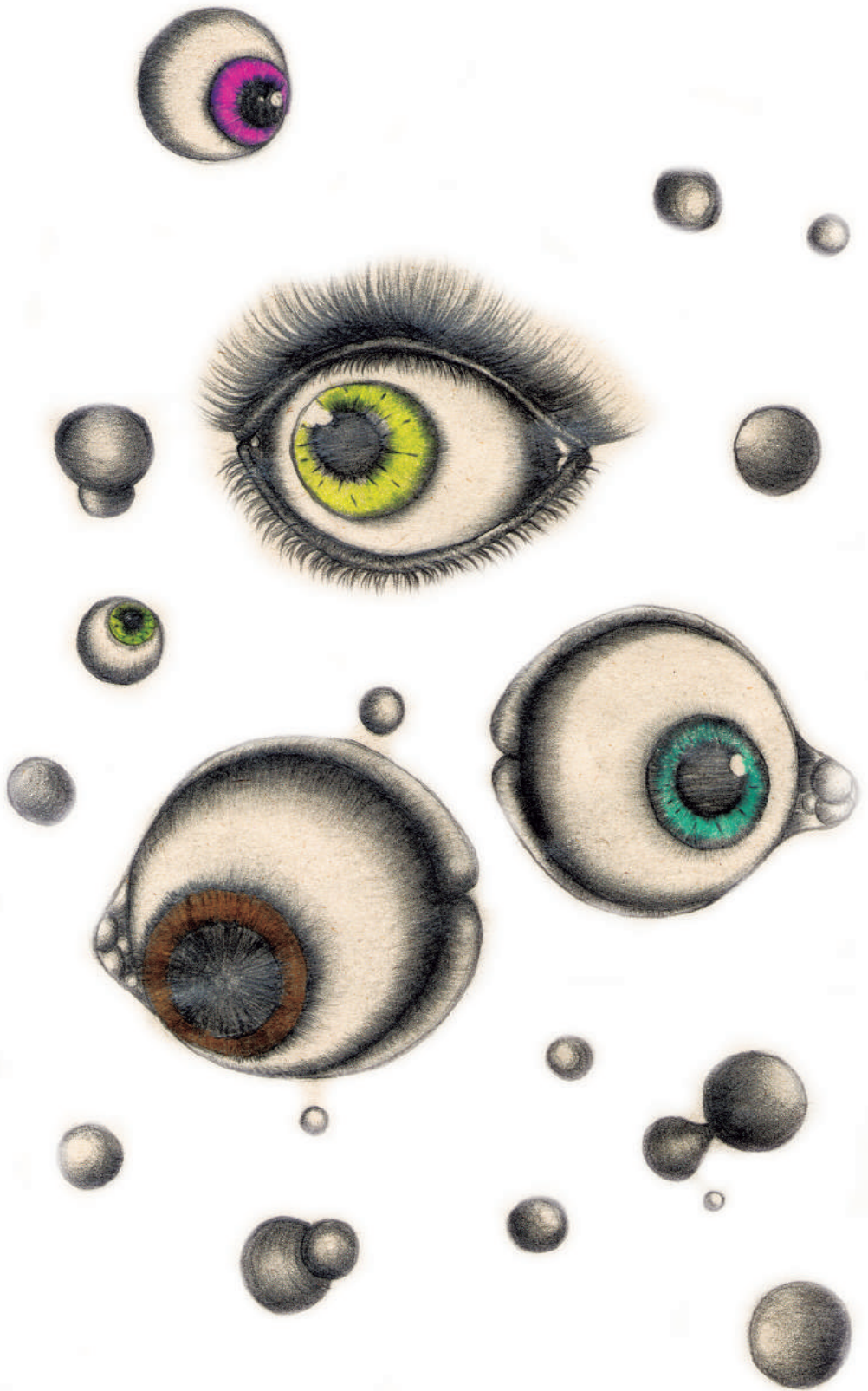
Este trabajo de investigación se ha llevado a cabo en el contexto de los siguientes proyectos: REDICE-12-1980-02. “Desarrollo de la competencia en análisis didáctico en la formación de futuros profesores de matemáticas de secundaria” y EDU2012-32644. “Desarrollo de un programa por competencias en la formación inicial de profesores de secundaria de matemáticas”.

Referencias

- Ball, D., Lubienski, S. T. y Mewborn, D. S. (2001). Research on teaching mathematics: The unsolved problem of teachers' mathematical knowledge, in V. Richardson (Ed.), *Handbook of Research on Teaching* (pp.433-456). Washington: American Educational Research Association.
- Ball, D., Thames, M. y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407.
- Bosch, M., Espinoza, L. y Gascón, J. (2003). El profesor como director de procesos de estudio: Análisis de organizaciones didácticas espontáneas. *RDM. Recherches en Didactique des Mathématiques*, 23(1), 79-136.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). Design experiments in educational research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.
- Contreras, A., García, M. y Font, V. (2012). Análisis de un Proceso de Estudio sobre la Enseñanza del Límite de una Función. *Bolema*, 26(42B), 667-690.
- Contreras, A., Ordóñez, L. y Wilhemí, M. R. (2010). Influencia de las pruebas de acceso a la universidad en la enseñanza de la integral definida en el bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), 367-384.
- Davis, B. y Renert, M. (2013). Profound understanding of emergent mathematics: broadening the construct of teacher' disciplinary knowledge. *Educational Studies in Mathematics Education*, 82(2), 245-265.
- Fernández, C., Llinares, S. y Valls, J. (2012). Learning to notice students' mathematical thinking through on-line discussions. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 44, 747-759.
- Fernández, C. y Yoshida, M. (2004). *Lesson study: a Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Ferreres, S. (2012). *Anàlisi del desenvolupament de la noció de qualitat matemàtica en futurs professors de matemàtiques*. Documento interno, Universitat de Barcelona.
- Font, V. (2011a). Competencias profesionales en la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. *Unión - Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 26, 9-25.
- Font, V. (2011b). Investigación en didáctica de las matemáticas en la Educación Secundaria Obligatoria. En M. Marín Rodríguez, G. García, L. Blanco, M. Medina (Eds.) *Investigación en Educación Matemática XV* (165-194). Ciudad Real: Sociedad

- Española de Investigación en Educación Matemática y Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha.
- Font, V. y Adán, M. (2013). Valoración de la idoneidad matemática de tareas. En A. Berciano, G. Gutiérrez, A. Estepa y N. Climent (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XVII* (pp. 283-291). Bilbao: SEIEM.
- Font, V. y Godino, J. D. (2006). La noción de configuración epistémica como herramienta de análisis de textos matemáticos: su uso en la formación de profesores. *Educação Matemática Pesquisa*, 8(1), 67-98.
- Font, V., Planas, N. y Godino, J. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89-105.
- Giménez, J., Vanegas, Y., Font, V. y Ferreres, S. (2012). El papel del trabajo final de Máster en la formación del profesorado de Matemáticas. *UNO. Revista de Didáctica de las Matemáticas*, 61, 76-86.
- Godino, J. D.; Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39 (1-2), 127-135.
- Gómez, P. (2006). Análisis didáctico en la formación inicial de profesores de matemáticas de secundaria. En P. Bolea, M. J. González, y M. Moreno. (Eds.), *X Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática* (pp. 15-35). Huesca: Instituto de Estudios Aragoneses.
- Hill, H. C. (2010). Mathematical Quality of Instruction (MQI) (Manuscrito no publicado). *Learning Mathematics for Teaching*. Universitat de Michigan.
- Hill, H., Blunk, M., Charambous, Y., Lewis, J., Phelps, G., Sleep, L. y Ball, D. (2008). Mathematical Knowledge for Teaching and the Mathematical Quality of Instruction. An Exploratory Study. *Cognition and Instruction*, 26(4), 430-511.
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice. The discipline of noticing*. London: Routledge-Falmer.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. The Council: Reston, Virginia.
- Pochulu, M. y Font, V. (2011). Análisis del funcionamiento de una clase de matemáticas no significativa. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa-RELIME*, 14 (3), 361-394.

- Rowland, T., Huckstep, P. y Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: the knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255-281.
- Rubio, N. (2012). *Competencia del profesorado en el análisis didáctico de prácticas, objetos y procesos matemático*. Tesis doctoral no publicada, Universitat de Barcelona, España.



Capítulo 10

La enseñanza del diseño de unidades didácticas competenciales en la profesionalización del profesorado de ciencias

*Digna Couso*²⁵

*Agustín Adúriz-Bravo*²⁶

²⁵ Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals/CRECIM, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España. Correo electrónico: digna.couso@uab.cat

²⁶ CONICET/CeFIEC-Instituto de Investigaciones Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. Correo electrónico: aadurizbravo@cefiec.fcen.uba.ar

Resumen

La elaboración de unidades didácticas puede ser considerada la competencia fundamental del profesorado de ciencias en ejercicio. Así, enseñar a los nuevos profesores y profesoras a diseñar unidades constituiría el núcleo mismo de su profesionalización. El contexto curricular actual nos impone un constreñimiento: las unidades deberían estar dirigidas a la promoción de competencias científicas en el estudiantado. Dado que el paradigma competencial es muy joven, no disponemos aún de suficientes lineamientos de diseño; este capítulo aporta ideas en esa dirección, discutiendo con cierto detalle tres cuestiones fundamentales del saber profesional docente —qué enseñar, para qué enseñarlo y cómo enseñarlo— desde la perspectiva de los currículos estructurados por competencias. Para ello se introducen las nociones de “modelo irreducible” y “progresión de aprendizaje”.

Introducción

La elaboración de unidades didácticas —o “secuencias de enseñanza y aprendizaje”, como se las suele llamar en la literatura didáctica de influencia anglosajona— debería ser, indudablemente, la competencia fundamental del profesorado de ciencias en ejercicio en todos los niveles educativos (Caamaño, 2013). Es por ello que, en nuestra opinión, enseñar a diseñar unidades didácticas (que de aquí en más designaremos como UD_s) habría de constituirse en el núcleo mismo de la formación profesional de los nuevos profesores y profesoras. Sin embargo, en el contexto curricular actual existe un importante reto: se trata de enseñar a los profesores a diseñar UD_s para que ellos promuevan competencias científicas en su estudiantado. Teniendo en cuenta que solo estamos empezando a asumir el cambio hacia el “paradigma competencial”, reconocemos que no disponemos de suficientes buenos ejemplos de diseño en los que inspirarnos. Por ello, en este capítulo queremos compartir algunas ideas que hemos explorado desde el punto de vista teórico o ensayado de manera práctica con aprendices de profesor, a fin de ir desplegando una suerte de guía “profesionalizadora” para la elaboración de UD_s de ciencias de carácter competencial.

El diseño de UD's involucra, de manera explícita, el tratamiento interrelacionado de tres aspectos: qué enseñar, para qué enseñarlo y cómo enseñarlo (tres de las grandes “preguntas curriculares” clásicas). Dentro de un marco general de currículos de ciencias competenciales, nos resulta útil abordar esos aspectos a través de las siguientes cuestiones:

1. ¿Qué queremos que los estudiantes aprendan, a la luz de para qué consideramos que lo tienen que aprender?
2. ¿Qué les haremos pensar, comunicar y hacer a los estudiantes para que lo aprendan?

La respuesta a la primera pregunta tiene que ver con reconocer y concretar el *objetivo global*, competencial, que persigue una UD de ciencias, relacionándolo con las metas de aprendizaje y con los contenidos concretos que se pretende enseñar. Dar respuesta a la segunda pregunta, por su parte, requiere diseñar con mucho detalle *actividades de enseñanza* “actuacionales”, poniendo especial cuidado en el desempeño profesional docente y en la evaluación. Dedicaremos el resto del capítulo a examinar estas dos ideas de fuerza.

Nuestra propuesta teórica usa el llamado “ciclo de aprendizaje” (Sanmartí, 2002) como ayuda para la secuenciación de contenidos en la unidad completa y en cada actividad. Entendemos, sin embargo, que la superestructura de una UD podría seguir modelos de secuenciación alternativos a este (tales como el cambio conceptual, el ciclo de indagación, la resolución de problemas, la mediación analógica [Caamaño, 2013]). Otro elemento esencial del marco que exponemos en este capítulo es nuestra recuperación del concepto de “progresión de aprendizaje”. Algunos currículos de ciencias ya están articulados bajo este supuesto, de modo que el profesorado reconoce en ellos los diferentes niveles en los cuales puede trabajar una misma idea científica. La propuesta es situar al estudiantado en la progresión y hacerlo avanzar por estadios intermedios necesarios para ir adquiriendo los contenidos científicos paso a paso.

Qué enseñar y aprender de ciencias teniendo en cuenta las finalidades y valores de la educación científica

En el marco educativo competencial se enseña y se aprende para la adquisición de “competencia(s)”, entendiendo la competencia personal, social o profesional como la capacidad de resolver problemas reales aplicando conocimiento de manera solvente (Sanmartí, 2007). En el caso de las *competencias científicas escolares*, esto implica orientar la enseñanza de las ciencias hacia la capacitación para la actuación, en situaciones reales, y a partir de la movilización de conocimientos relevantes de ciencia escolar (Sanmartí, 2007). En consecuencia, una UD competencial de ciencias debería plantearse qué “actuaciones” quiere promover, en qué contextos de relevancia hacerlo, y para construir y movilizar qué conocimientos científicos.

El marco de las competencias nos invita a la problematización de la selección de contenidos (Couso, 2013). El contenido a enseñar ha de *servir* al fin competencial, es decir, ha de poder relacionarse con un contexto que enmarque la actuación y con un conjunto de capacidades bien delimitadas, de modo que se desarrolle en el estudiantado lo que llamaremos más abajo “competencia científica global”. Esto significa que el contenido no es importante e interesante *per se*, sino en cuanto puede favorecer la actuación en el mundo real, con el que debe guardar alguna relación. En consecuencia, no todos los contenidos disciplinares eruditos tienen fácil cabida en una enseñanza competencial de las ciencias; por ejemplo, si no es fácil encontrar una actuación en un contexto relevante para los estudiantes de secundaria básica para la que sea necesario dominar la ecuación del movimiento rectilíneo uniformemente variado (MRUV), ¿no será que quizás esto no debería enseñarse en ese nivel? En contraste, resulta muy fácil pensar situaciones en las que un estudiante de educación obligatoria deba conocer la diferencia *conceptual* entre moverse aceleradamente o no (por ejemplo, para poder relacionar el tipo de conducción de un coche con el perfil de consumo de combustible, entender las comparaciones entre un choque frontal y una caída libre que circulan en los medios de comunicación, o analizar la aparente “ingravidez” que sufren los astronautas en órbita).

Autores que conceptualizan la enseñanza de las ciencias como “alfabetización científica” llevan décadas reclamando una revisión crítica de los contenidos

a enseñar a *partir del análisis de su relevancia para el estudiantado*, enfatizando que muchos de los contenidos presentes en los currículos actuales son herencia de currículos históricos elitistas orientados a la preparación de futuros científicos y no a la formación de ciudadanos alfabetizados científicamente. Esta revisión crítica implica incorporar los criterios de *utilidad* y de *relevancia social* a la selección de los contenidos de ciencias (AAAS, 1993). Nuestra hipótesis es que *enseñar al profesorado a diseñar UD's desde la perspectiva competencial les da herramientas profesionales* para repensar la selección de contenidos, al poner el foco de atención en la aplicación de cada contenido científico en un contexto discernible, con el propósito de alcanzar ciertas finalidades y satisfacer ciertos valores propios de la ciencia escolar y, por tanto, profundamente educativos (Izquierdo-Aymerich, 2006).

Un criterio fuerte para guiar la revisión antedicha supone considerar si el contenido a enseñar resulta o no genuinamente central o clave para fomentar el pensamiento científico en el estudiantado. En este sentido, “deben enseñarse los conceptos y teorías científicas imprescindibles para elaborar explicaciones básicas sobre el mundo natural” (Pedrinaci, 2012, p. 59). Enseñar desde la perspectiva competencial resulta más demandante en tiempo y esfuerzo, lo cual obliga a reducir la cantidad de contenidos a trabajar y a aumentar la profundidad (la calidad) con la que se trabajan. Puesto que desde este marco no hay que *saber* el contenido (saber “reproducirlo”, exponerlo, aplicarlo rígidamente...), sino *saber usarlo* para pensar, hablar, hacer, ser y sentir (aplicarlo para reflexionar, diseñar, argumentar, evaluar, decidir...), las actividades en las que los estudiantes construyan los conocimientos curriculares serán más largas y complejas. Por tanto, los contenidos de ciencia escolar han de ser necesariamente menos, y esto obliga a identificar cuáles son los contenidos clave, básicos e irrenunciables, en los que debemos centrar la enseñanza de las ciencias en la educación obligatoria.

Podemos decir que existe un cierto consenso en la didáctica de las ciencias respecto a cuáles son estos contenidos importantes desde la perspectiva de la alfabetización científica, es decir, aquellas ideas científicas básicas tanto por su importancia en la ciencia (valor intrínseco del conocimiento) como por su utilidad para la ciudadanía en el mundo de hoy. Una reciente revisión de varios autores (Harlen, 2012) habla de diez “grandes ideas” de ciencia (además de otras cuatro *sobre* ciencia) que representan el contenido “de mínimas” que todo

estudiante debería adquirir a lo largo de su escolarización obligatoria (figura 1). Estas grandes ideas resuenan enormemente con la propuesta de enseñanza de las ciencias como enseñanza de los modelos centrales, *irreducibles*, de la ciencia escolar (modelo ser vivo, modelo cambio químico, modelo materia, etc.), definidos por la escuela teórica de la UAB (Izquierdo-Aymerich, Sanmartí, García y sus colegas). La noción de los modelos científicos escolares como contenido tiene un enorme potencial didáctico por dos motivos. Primero, porque sugiere la forma en la cual enseñar ese contenido: *modelizando–construyendo*, usando, evaluando y revisando los propios modelos (Schwarz et al., 2009). Segundo, y como argumentan Pedrinaci y otros (2012), porque al tratarse de una práctica científica clave, la elaboración y evaluación de modelos científicos escolares no sólo sirve para aprender ciencias, sino también sobre ciencias, es decir, enseña aspectos de la *naturaleza de la ciencia*. Así, desde nuestra concepción “modeloteórica”, entendemos la UD como “una ejemplificación (...) de visiones epistemológicas sobre la naturaleza del conocimiento” (Caamaño, 2013, p. 5).

Ideas de la ciencia

- 1 Todo material en el Universo está compuesto de partículas muy pequeñas.
- 2 Los objetos pueden afectar otros objetos a distancia.
- 3 El cambio de movimiento de un objeto requiere que una fuerza neta actúe sobre él.
- 4 La cantidad de energía del universo siempre es la misma, pero la energía puede transformarse cuando algo cambia o se hace ocurrir.
- 5 La composición de la Tierra y de la atmósfera y los fenómenos que ocurren en ellas le dan forma a la superficie de la Tierra y afectan su clima.
- 6 El sistema solar es una muy pequeña parte de una de los millones de galaxias en el Universo.
- 7 Los organismos están organizados en base a células.
- 8 Los organismos requieren de suministro de energía y de materiales de los cuales con frecuencia dependen y por los que compiten con otros organismos.
- 9 La información genética es transmitida de una generación de organismos a la siguiente generación.
- 10 La diversidad de los organismos, vivientes y extintos, es el resultado de la evolución.

Figura 1. Las diez “grandes ideas” de la ciencia a enseñar. Tomado de *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias: competencias de ciencias en la escuela*, W. Harlen, 2012, Madrid:

Editorial Popular.

La selección de grandes ideas, modelos irreducibles u otras modalidades posibles responde a la voluntad de que el profesorado sea capaz de reducir la extensión de un currículo tradicional, excesivo en detalles que oscurecen lo esencial, para dedicar su tiempo a la construcción de aquello que tiene gran significatividad dentro de la ciencia y que habilita al estudiantado a predecir, explicar y actuar en el mundo. La investigación didáctica ha mostrado reiteradamente que el estudio de conceptos fragmentados no conduce a comprensión si no se trabaja explícitamente el modelo científico importante detrás de todos esos conceptos. Por ejemplo, a partir de examinar por separado todas y cada una de las reacciones químicas posibles, realizar toda suerte de cálculos y experimentar con variedad de ejemplos, los estudiantes no construyen de forma automática la idea abstracta de *cambio químico* ni las “reglas del juego” asociadas a él. Solo una enseñanza que se plantea desde un principio el objetivo de llegar a generar la gran idea o modelo científico escolar de cambio químico introduce, por caso, la reacción de combustión como un *építome* o *ejemplo paradigmático* de cambio a partir del cual comprender otros cambios.

Una última cuestión asociada con la importancia de orientar la práctica profesional de enseñar ciencias con base en los modelos irreducibles es la necesidad de plantearse su enseñanza de forma gradual y progresiva. Puesto que estas estructuras de contenido son complejas (“llevaron siglos de arduo trabajo a la humanidad”: Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009, p. 47), una enseñanza que avizora su construcción no puede plantearse como incorporación de una vez y para siempre ni tampoco como redescubrimiento, sino más bien como:

[...] una apropiación –profundamente constructiva– de potentísimas herramientas intelectuales que se van representando en el aula con el nivel de formalidad necesario para cada problema y cada momento del aprendizaje (Adúriz-Bravo e Izquierdo-Aymerich, 2009, p. 47).

Dicho de otra forma, la enseñanza de modelos irreducibles debería pensarse como una auténtica *progresión de aprendizaje* de los mismos, es decir, como un camino que permita irlos construyendo en aproximaciones sucesivas a lo largo de la escolaridad. Por tanto, no se trata de “distribuir” los contenidos en la trayectoria curricular del estudiante (por ejemplo, decidir cuáles modelos deben

trabajarse en primer año y cuáles en tercer año de la secundaria básica), sino de irlos revisitando, añadiendo profundidad y complejidad en cada oportunidad, de manera espiralada. En esta reorientación del currículo enseñado ayuda que el profesorado consulte instancias de secuenciación de contenidos ya planteadas desde la perspectiva de la progresión de aprendizaje en las que se definen con claridad las diferentes etapas de profundización de las ideas científicas a lo largo del continuo de la escolarización obligatoria (ver el ejemplo de la figura 2, que corresponde al *Proyecto 2061* [AAAS, 2001]).

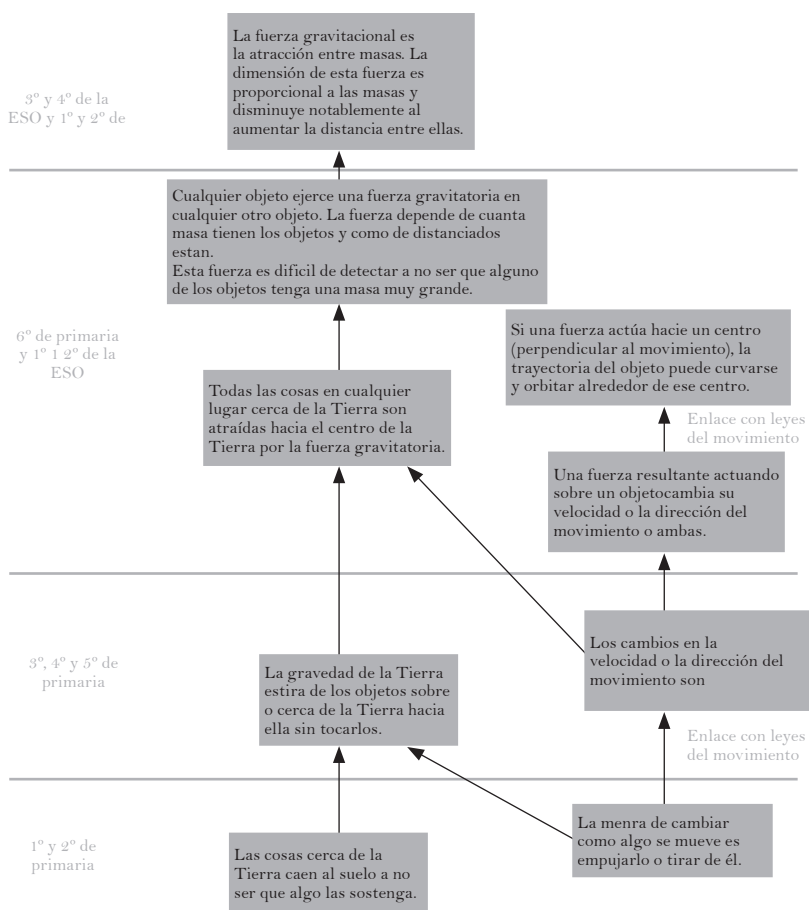


Figura 2. Ejemplo de progresión de aprendizaje para el modelo de gravitación. Adaptado del Proyecto 2061. Los niveles de escolaridad corresponden al sistema español.

Por último, aunque en todo lo anterior hemos privilegiado la dimensión conceptual declarativa de los contenidos de ciencias, por tratarse de aquella que —a nuestro modo de ver— sirve mejor para que el profesorado lleve adelante la selección, esto no significa que no se tengan en cuenta contenidos *metacientíficos* (esto es, sobre ciencias), procedimentales o actitudinales. De hecho, una construcción de los contenidos de forma competencial incluye todos esos componentes sin necesidad de la tradicional distinción entre ellos. Por ejemplo, la enseñanza del modelo de conservación y degradación de la energía (hacer comprender que, aunque la cantidad total de energía se conserva en el universo, se dispone cada vez de menos energía útil para hacer trabajo, dado que la energía se degrada en cada cambio espontáneo) debe incluir, desde la perspectiva de las competencias, una actitud de responsabilidad frente al consumo energético.

¿Qué les haremos pensar, comunicar y hacer a los estudiantes para que aprendan todo esto?

Una vez acometida la selección del contenido de acuerdo a los modelos irreducibles, pero también a los contextos en los que se va a usar ese contenido y a las formas de usarlo que privilegiaremos, el problema que enfrenta todo profesor de ciencias al diseñar una UD es la planificación o el diseño de las situaciones de aprendizaje. Estas situaciones, plasmadas en una secuencia de actividades, han de ayudar al estudiante a construir en aproximaciones sucesivas una versión adecuada del modelo científico escolar que queremos que aprenda, de forma que sea capaz de usarlo en los contextos que le proponemos. A la hora de diseñar un “camino” adecuado que el estudiantado pueda seguir, habría que tener en cuenta cuatro aspectos clave (Couso, 2013): de dónde parten los estudiantes; qué hitos del camino debemos alcanzar para asegurarnos de que vamos bien; a dónde queremos llegar; y cómo sabremos que estamos llegando/hemos llegado.

La competencia científica global como meta

Nos interesa fomentar en el profesorado, como estrategia profesional, el “diseño reverso”, vale decir, que se comience a pensar las UD’s por el final, con la idea en mente de “a dónde queremos llegar”. Se trata de tener en claro cuál es el objetivo final que queremos conseguir con una UD. Ese objetivo final (que algunos autores llamamos “competencia científica global” de la UD [Couso, 2013]) ha de referirse a la *capacidad* de hacer algo (en relación con una determinada actuación científica), en un cierto *contexto* (de relevancia científico-social), aplicando un *conocimiento* (científico clave), organizado modelo teóricamente (Adúriz-Bravo, 2012). Con respecto a qué actuaciones y contextos privilegiar, resultan inspiradores marcos como el de los “asuntos sociocientíficos” (SSI, por sus siglas en inglés). Los asuntos sociocientíficos enfatizan las actuaciones de alto nivel cognitivo y discursivo, y generalmente con elevada carga valórica, tales como el posicionamiento, la toma de decisiones, la evaluación, el análisis crítico o la argumentación en contextos controvertidos o socialmente vivos. También la tradición ciencia-tecnología-sociedad (CTS) ofrece ejemplos de contextos relevantes para el estudiantado: con sentido para ellos (relevancia personal), para su comunidad (relevancia social) y para el mundo en general (relevancia global). La perspectiva CTS examina las imbricaciones de la ciencia y la tecnología con la sociedad y el entorno, y añade a las actuaciones canónicas la de proponer soluciones para problemas reales bien delimitados.

Nuestra propuesta se inspira en estas perspectivas, pero se separa de ellas en un aspecto medular: sigue la lógica de privilegiar el aprendizaje de los modelos irreducibles por encima del aprendizaje de aspectos *específicos* del contexto o de la actuación. En nuestra propuesta nos referimos a actuaciones contextualizadas en las que los conceptos o ideas científicas objeto de aprendizaje tienen un papel destacado y son imprescindibles para el desempeño solvente. Esto no significa poner la actuación y el contexto *al servicio del contenido “clásico”*, lo que obligaría a operar de forma artificial y poco significativa (por ejemplo, intentar pseudo-contextualizar el saber canónico de la formulación química inorgánica podría llevarnos a plantear una actuación tan pobre como etiquetar muestras incógnita en un hipotético “laboratorio desordenado”). Así, adherimos a una concepción de la competencia global que, por una parte, sintoniza capacidad, contenido y

contexto y, por otra, privilegia el contenido disciplinar para que este guíe a los profesores en la elección de la capacidad y el contexto. En el cuadro de la figura 3 incluimos algunos ejemplos de competencias globales tomadas de UD's diseñadas por profesores en formación de la Universitat Autònoma de Barcelona.

CAPACIDAD (PUESTA EN MARCHA EN LA ACTUACIÓN)	CONTEXTO	CONTENIDO (CONOCIMIENTO CONCEPTUAL EN EL QUE SE CENTRA LA UD)	COMPETENCIA CIENTÍFICA GLOBAL
Reflexionar Proponer (soluciones de diseño)	La problemática de la contaminación acústica en el ámbito vecinal.	Naturaleza y propagación del sonido (modelo de partículas y modelo de onda mecánica). Propiedades acústicas de los materiales (modelo de partículas).	“Reflexionar sobre la problemática de la contaminación acústica y presentar propuestas para mitigar sus efectos en el caso de un grupo musical que molesta a sus vecinos, a partir de lo aprendido sobre el sonido y su interacción con los materiales.”
Justificar (medidas de seguridad)	La necesidad de un uso responsable de la electricidad en el ámbito cotidiano.	Naturaleza y propiedades de la corriente eléctrica (modelo de circuito eléctrico simple). Materiales conductores y aislantes (modelo de partículas: carácter eléctrico de la materia).	“Justificar la necesidad de unas medidas de seguridad en el uso de la electricidad en el ámbito cotidiano basadas en las nociones de circuitos eléctricos y materiales conductores y aislantes aprendidos a lo largo de la unidad.”
Argumentar (posicionarse) Proponer (medidas de seguridad)	La polémica asociada a los vertederos nucleares.	Naturaleza de la radiactividad (modelo de partículas: desintegración radiactiva).	“Argumentar a favor o en contra de la construcción de un vertedero nuclear y proponer medidas de control y seguridad para las personas en caso de construirlo, a partir de lo aprendido de radiación nuclear y sus efectos conocidos.”

Figura 3. Ejemplos de sistema capacidad-contexto-contenido, con sus respectivas “competencias científicas globales”, en tres UD's diseñadas por profesores en formación.

Cuando la redacción del objetivo final o competencia global es adecuada, suele llevar implícito el germen de la “actividad final” de la UD, es decir, aquella tarea en la que los estudiantes acaban de adquirir y demuestran el grado de adquisición de las competencias científicas escolares. Esta actividad es, por tanto, una actividad de aplicación y evaluación final. Para los ejemplos de la figura 3, puede ser: una selección razonada de materiales para el aislamiento acústico del local donde ensaya el grupo musical; la presentación oral de las medidas de seguridad eléctrica que los estudiantes creen que deberían enseñar a sus colegas de cursos inferiores; o la redacción de una carta argumentando los motivos por los que ellos no quieren que se instale un vertedero nuclear en un pueblo cercano. Iniciar el diseño de una UD teniendo en cuenta que al final los estudiantes han de ser capaces de hacer estas cosas (¡y no otras!), ayuda en la preparación, selección o adaptación de las actividades de enseñanza intermedias, ya que los diversos momentos de la UD están enfocados a preparar para aquellas cosas. A modo de ejemplo, seguramente no es necesario —para los estudiantes de secundaria básica que han trabajado la radiactividad al nivel adecuado para “argumentar a favor o en contra del vertedero nuclear”— diferenciar entre radiación alfa, beta y gamma. Sin embargo, este contenido puede ser indispensable en una UD de secundaria superior para decidir en qué casos de exposición a la radiación hay mayor riesgo para la salud, casos en los que se requiera conocer no sólo el nivel de exposición sino también el tipo de radiación y sus interacciones biológicas.

Esbozando una trayectoria: la progresión de aprendizaje

La estrecha relación que existe entre el objetivo final de la UD y la actividad de aplicación o evaluación final asegura a los profesores que allí ponen a sus estudiantes en la situación de acabar de aprender y de demostrar que han aprendido aquello que explícitamente se quiere que aprendan. Esta simbiosis entre objetivo y actividad, sin embargo, no suele darse en el diseño convencional de UD. Los problemas más importantes que se encuentran respecto de los objetivos de aprendizaje son: 1. que son demasiados y no permiten un aprendizaje significativo de aquello importante (se plantea una lista de objetivos sin priorizar); 2.

que no se relacionan con las actividades (no hay ninguna actividad que trabaje explícitamente lo que se quiere conseguir); 3. que son adecuados pero, al estar redactados como una lista de cosas a hacer sin orden establecido, no orientan la secuenciación de actividades (pareciera que da igual qué aprender antes y qué aprender después). Para evitar esto, en nuestra propuesta diseñamos los objetivos de aprendizaje directamente asociados a las actividades de aprendizaje: *proponemos al profesorado presupuestar un objetivo por actividad*. Se integran entonces a la UD sólo actividades que tienen algo que hay que aprender para irnos aproximando al modelo científico objeto de aprendizaje y demostrar al final haber adquirido la competencia global. Nuestra experiencia es que el profesorado novel empieza a pensar en la enseñanza en el aula a nivel de actividad, “enamórandose” de actividades que les parecen especialmente novedosas por su formato (una práctica de laboratorio indagatoria, una búsqueda de información “experta”, una lectura crítica, una coevaluación...) e integrándolas en su UD una detrás de otra sin pensar demasiado en el orden, las conexiones o las sucesivas aproximaciones al modelo que se quiere aprender. Esta visión refleja un modelo de sentido común de UD como suma de actividades, en lugar de concebirla como una progresión de aprendizaje.

Por otra parte, para que el profesorado de ciencias pueda guiar el camino del estudiante hacia la actividad final, debe conocer su punto de partida respecto del modelo en el que se centra la UD. Conocer el punto de partida de los estudiantes sería necesario para: 1. Identificar qué aspectos o ideas de los alumnos podemos aprovechar (para construir a partir de ellos); 2. Hacer pensar en conceptos clave no disponibles hasta el momento; 3. Ayudar a superar obstáculos de aprendizaje. Una forma de hacer esto es explicitar no solo el contenido científico escolar a aprender (por ejemplo, en forma de un mapa conceptual), sino también las *demandas de aprendizaje* que existen al comparar lo que se sabe con lo que se tiene que saber (Couso, 2011). Esto desoculta qué tipo de apoyo necesitan los estudiantes en cada momento de la UD. Por ejemplo, para llegar a dominar un modelo de circuito eléctrico simple podemos construir sobre las ideas que tienen los alumnos de que algo “circula” en el circuito, pero favoreciendo la evolución de esas ideas de forma que no piensen que la carga sale de la pila y se gasta en la bombilla.

Además del punto de partida y de llegada, necesitamos identificar “hitos” en el camino. Estos hitos son estadios o pasos en el aprendizaje del modelo científico escolar objeto de enseñanza, es decir, versiones o aspectos del modelo que se apoyan en lo aprendido y que facilitan avanzar y reestructurar. *Al pedir al profesor que secuencie los objetivos y las actividades como progresión de aprendizaje se lo acompaña para diseñar de acuerdo a un camino concreto que ayuda al estudiantado a hacerse competente.* La trayectoria articulada de objetivos y actividades de la UD lleva al estudiante a construir una versión más sofisticada y cercana a la científica de su modelo o idea inicial (Couso, 2013). La secuenciación de acuerdo a una progresión de aprendizaje tiene en cuenta dos variables: por un lado, el robustecimiento de los modelos en el estudiante; por otro, el hecho de que, al avanzar hacia la competencia, la demanda cognitiva (o aquello que somos capaces de hacer con las ideas) también aumenta. Para la “historia de la ciencia” del estudiante, el profesorado puede basarse en análisis histórico-epistemológicos del contenido, en resultados de investigación didáctica sobre las ideas previas en relación a los diferentes aspectos del modelo, y en progresiones de aprendizaje empíricas que surjan de su actuación profesional como docentes. A la hora de estimar la demanda cognitiva, resultan inspiradoras propuestas como la clásica taxonomía de Bloom (a pesar de su base reduccionista) o jerarquizaciones de las capacidades de pensamiento desde las más simples hasta las de más elevado nivel cognitivo (las llamadas HOTS o *Higher Order Thinking Skills*: habilidades de pensamiento de orden superior). La idea es que, para llegar a hacer algo tan complejo con el conocimiento científico adquirido como argumentar, justificar o evaluar, es necesario antes ser capaz de identificar, definir, describir, etc.

Entonces, en este capítulo entendemos por progresión de aprendizaje la “soldadura” entre los dos aspectos antes enunciados: progresión en los niveles de profundidad del modelo irreducible y progresión en los niveles de demanda cognitiva de la actuación. Al concretar las actividades de enseñanza, el profesorado va reformulando parcialmente las metas de aprendizaje, introduciendo matices que se vinculan con la actuación concreta que hace hacer a sus estudiantes, y que contiene capacidad y contexto. Estas reformulaciones son las que permiten que, además de los contenidos conceptuales centrales, se desarrollen contenidos de corte más procedimental o actitudinal y se contribuya a las competencias básicas y transversales.

La construcción de secuencias de actividades

Que el profesorado diseñe, ordene y encadene las actividades de su UD de acuerdo a una progresión doble de conocimiento y demanda cognitiva conduce a hacer emerger en el aula cada aspecto o estadio del modelo objeto de aprendizaje. Pero las nuevas ideas, aun cuando estén convenientemente secuenciadas en un orden lógico o empírico, no serán apropiadas por los estudiantes si el profesorado no motiva en ellos la necesidad de aprender, no explicita de dónde partimos y a dónde queremos ir, no propicia oportunidades para estructurar y abstraer lo ya aprendido, no fomenta la aplicación de lo aprendido en contextos de actuación más complejos, y no *regula* todo el proceso. En este sentido, enseñar al profesorado de ciencias a diseñar UD's competenciales implica que ellos hagan suyas una serie de herramientas profesionales muy potentes: 1. Diseño de momentos específicos de motivación/exploración/apropiación de las ideas; 2. Fomento de la estructuración o síntesis de lo aprendido; 3. Planteamiento de una aplicación final consistente con la competencia global; y 4. Regulación cuidadosa de todo el proceso. Basamos esta propuesta en el ciclo de aprendizaje propuesto por Robert Karplus (Sanmartí, 2002).

El diseño de UD's "en ciclos" requiere que el profesorado complete la secuencia interpolando: 1. Actividades *iniciales* de exploración para que los estudiantes puedan interesarse, apropiarse de los objetivos de la UD, explicitar sus propias ideas y reconocer y ensayar los nuevos modelos; 2. Actividades *intermedias* y *avanzadas* de síntesis de lo aprendido a un nivel de abstracción más alto, que faciliten generalizaciones y transferencias; y 3. Actividades *finales* de aplicación a nuevos contextos más demandantes. Así, el camino global de aprendizaje de un modelo científico en este tipo de UD's se realizaría de acuerdo a lo que sabemos acerca del aprendizaje: se parte de lo que los estudiantes saben (constructivismo), se comparte con ellos lo que se quiere saber (metacognición y autorregulación), se progresa en complejidad pero de forma contextualizada (aprendizaje situado), y se pasa por un cierto nivel de abstracción antes de aplicar (competencia). La figura 4 muestra la estructura "topológica" de la idea de UD que estamos proponiendo, con las actividades que inician, intermedian y finalizan el ciclo de aprendizaje en morado-azul, verde y violeta respectivamente. La figura 4 también recoge la idea de que la "microestructura" de la UD (es

decir, al interior de cada actividad) también tiene momentos dedicados a: 1. La tradicional “introducción” de contenidos a aprender; 2. La consolidación de lo aprendido (que incluiría un “qué hemos aprendido hoy” o “ideas importantes que nos llevamos”); 3. Aplicaciones parciales del contenido que garanticen que lo aprendido en esa actividad queda disponible para hacer cosas más complejas. Aunque no todas las fases del ciclo de aprendizaje pueden o deben darse *en cada actividad*, la idea de “abrir y cerrar” la actividad respecto de un aspecto particular y definido del modelo científico escolar es la que subyace a nuestra propuesta.

Aprender a regular y evaluar el proceso

El diseño de UD's competenciales no acabaría con el diseño de actividades de enseñanza en progresión de conocimiento y demanda cognitiva, y de acuerdo a una macro y microestructura que favorezca el aprendizaje. Como hemos dicho, además de un punto de llegada, necesitamos que los profesores se aseguren de que saben (junto con los estudiantes) que se está llegando a donde se quiere. La idea es poder evaluar que el estudiante *demuestra un nivel de apropiación adecuada respecto a la competencia científica global que se trabaja en la unidad*. En este sentido, más allá de las necesarias actividades de aplicación y evaluación en la UD, cobran importancia los criterios de valoración que se aplican a esas actividades, y cómo esos criterios se comparten, construyen y usan con los estudiantes. Por restricciones de espacio, no podemos profundizar en este capítulo en la idea de evaluación-regulación que utilizamos en nuestra propuesta teórica; redirigimos al lector a Sanmartí (2007).

Visión de conjunto

Nuestra propuesta de *profesionalización del profesorado de ciencias* a través del diseño de UD's competenciales se puede recoger en cinco pilares importantes, que hemos ido trabajando a lo largo de este capítulo:

1. La *unidad del desempeño profesional del profesorado* es un conjunto bien articulado y secuenciado de actividades de enseñanza, al que hemos llamado UD. En ese sentido, para enseñar algo que valga la pena incluir en nuestra programación hay que diseñar una secuencia de actuaciones contextualizadas que conforme una unidad de sentido y de aplicación y que estructure el contenido en torno a modelos irreducibles.
2. Las UD's competenciales se diseñan teniendo en cuenta que el objetivo final es que el alumno adquiera genuina "competencia científica"; por tanto, se orientan de principio a fin a la puesta en acción de unas capacidades de actuación, en un contexto de relevancia, y con un conocimiento científico central. Este es el modelo "tripartito" de competencia que llamamos "modelo de las tres ces" (Adúriz-Bravo, 2012).
3. La selección de contenidos es crucial, y debe estar subordinada al fin competencial. Proponemos centrar esa selección en los contenidos conceptuales que son clave desde el punto de vista de la alfabetización científica, organizándolos en modelos irreducibles, seleccionando los aspectos a incluir y profundizar, y sintonizando con ellos el resto de los contenidos a trabajar (metacientíficos, procedimentales, actitudinales).
4. El aprendizaje de un modelo científico escolar puede organizarse paso a paso, con niveles propuestos de acuerdo a una progresión de aprendizaje que tenga en cuenta el punto de partida de los alumnos y la necesidad de ir aumentando en complejidad tanto los aspectos/versiones del modelo que incluimos como la demanda cognitiva asociada (lo que somos capaces de hacer con esas ideas).
5. Para construir cada aspecto del modelo podemos ayudarnos con la estructura básica del ciclo de aprendizaje, de forma que empecemos por la exploración de las propias ideas y la apropiación de los objetivos de aprendizaje, y finalicemos por una estructuración y aplicación *competente* de lo aprendido, tanto a nivel de cada actividad como de toda la secuencia de la UD.

En nuestra propuesta de profesionalización enseñamos al profesorado a diseñar un objetivo de aprendizaje competencial por actividad, de forma secuencial y de acuerdo a una progresión de conocimiento y demanda cognitiva. Se sigue entonces que los objetivos o metas de aprendizaje no son un listado de *todo* lo que el estudiante debe saber al final de la UD (y que por tanto debemos

evaluar en el examen), sino una guía del camino que ideamos para que él llegue a saber lo que queremos que aprenda. Así, entendemos que los objetivos o metas se diseñan de forma articulada y espiralada, y pueden hacer referencia a estadios intermedios del modelo que luego se superen a lo largo de la UD.

En la propuesta, con el objetivo de enfatizar el lugar de privilegio de los saberes científicos en el marco competencial (es decir, de *saber ciencia para tener competencia científica*), hemos hecho mucho énfasis en los contenidos de tipo conceptual, centrándonos en la idea de modelos científicos escolares y mencionando cómo una visión competencial del contenido incorpora otros aspectos. Sin embargo, la selección del contenido a enseñar es algo mucho más complejo, que no queda resuelto aquí. Por ejemplo, sería importante, en el marco de la alfabetización científica, incluir de algún modo la enseñanza de “hábitos de la mente” asociados al pensamiento científico, como la curiosidad, la apertura a nuevas ideas, el escepticismo o la revisión crítica (AAAS, 1993). De igual modo nos resulta sugerente la idea de tener en cuenta en la enseñanza de las ciencias las nociones *trans-* o *metadisciplinarias* que incorporan los supuestos epistemológicos y los patrones de razonamiento comunes a las disciplinas científicas, y que constituyen las “reglas del juego” o las “maneras de mirar” de la ciencia.

A pesar de la importancia que hemos otorgado en este capítulo al diseño de UDs competenciales para la profesionalización del profesorado de ciencias de los distintos niveles educativos, no querríamos comunicar la idea de que el proceso que aquí describimos deba ser el seguido por todos los profesores, para todas sus clases, y para todos los materiales que usan. Así, existen en la literatura otras propuestas para el diseño de UDs fundamentadas en la investigación en didáctica de las ciencias (para una revisión de las más importantes en castellano, ver Couso, 2011). Al compartir las ideas de este capítulo nos propusimos enunciar algunas herramientas de profesionalización del profesorado que a nosotros nos han resultado sugerentes y útiles en nuestra práctica. El *profesor como profesional de la enseñanza de las ciencias* que estamos imaginando aquí dispone de criterios para decidir qué tan adecuado es un material didáctico, cómo insertarlo en una secuencia de enseñanza concreta, o cómo adaptarlo para que tenga el máximo sentido y potencial de aprendizaje para sus alumnos en su contexto de aula.

Referencias

- AAAS. (1993). *Project 2061: Benchmarks for science literacy*. Nueva York: Oxford University Press.
- AAAS. (2001). *Project 2061: Atlas of science literacy* (vol. 1). Nueva York: Oxford University Press.
- Adúriz-Bravo, A. (2012). Competencias metacientíficas escolares dentro de la formación del profesorado de ciencias. En E. Badillo, L. García, A. Marbà y M. Briceño (coords.). *El desarrollo de competencias en la clase de ciencias y matemáticas* (pp. 43-67). Mérida: Universidad de los Andes.
- Adúriz-Bravo, A. y Izquierdo-Aymerich, M. (2009). Un modelo de modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias*, 4(1), 40-49.
- Caamaño, A. (2013). Hacer unidades didácticas: Una tarea fundamental en la planificación de las clases de ciencias. *Alambique*, 74, 5-11.
- Couso, D. (2011). Las secuencias didácticas en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias: Modelos para su diseño y validación. En A. Caamaño (coord.). *Didáctica de la física y química* (pp. 57-84). Barcelona: Graó.
- Couso, D. (2013). La elaboración de unidades didácticas competenciales. *Alambique*, 74, 12-24.
- Harlen, W. (ed). (2012). *Principios y grandes ideas para la educación en ciencias: Competencias de ciencias en la escuela*. Madrid: Editorial Popular.
- Izquierdo-Aymerich, M. (2006). Por una enseñanza de las ciencias fundamentada en valores humanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(30), 867-882.
- Pedrinaci, E. (coord.). (2012). *11 Ideas Clave: El desarrollo de la competencia científica*. Barcelona: Graó.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Síntesis.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas claves: Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
- Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Schwartz, Y., Hug, B. y Krajcik, J. (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 632-654.



Capítulo 11

Estudio de la evolución de los modelos de
enseñanza de la argumentación científica en el
profesorado de educación primaria

Francisco J. Ruiz²⁷,

Conxita Márquez²⁸

Oscar E. Tamayo²⁹

27 Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Correo electrónico: francisco.ruiz@ucaldas.edu.co

28 Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, España. Correo electrónico: conxita.Marquez@uab.cat

29 Universidad de Caldas, Manizales, Colombia. Correo electrónico: oscar.tamayo@ucaldas.edu.co

Resumen

En este capítulo se presentan los resultados de una investigación enfocada en la influencia de un proceso de reflexión crítica sobre la argumentación en el pensamiento y en las prácticas de un grupo de cinco docentes de educación primaria en Colombia. El capítulo desarrolla el estudio de caso de una de las docentes. Para analizar la evolución de pensamiento y práctica fue necesario definir el modelo inicial y el modelo final de enseñanza de la argumentación científica de los docentes. Dichos modelos se definen a partir de la interacción entre tres aspectos: el epistemológico, el conceptual y el didáctico. Los resultados muestran cómo la participación de la docente en el proceso de reflexión crítica sobre la enseñanza de la argumentación influyó en su pensamiento y, a su vez, en sus prácticas de aula, es decir, en el modelo de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias al que ella adhiere. Una de las evidencias de este cambio fue el reconocimiento de la argumentación no sólo como práctica epistémica, sino también como una de las competencias a potenciar en las aulas de ciencias.

Introducción

La importancia de trabajar la argumentación en clase de ciencias viene avalada por numerosos estudios. De un lado, algunas investigaciones muestran que los alumnos implicados en actividades de tipo argumentativo pueden entender mejor cómo se genera y valida la ciencia (Driver et al., 2000; Osborne et al., 2004), a la vez que mejoran sus habilidades comunicativas (Kuhn y Udell, 2003). Esta constatación justifica dar prioridad, en los escenarios escolares, a las prácticas discursivas y, específicamente, a los procesos argumentativos. Por otro lado, a pesar de existir numerosos estudios que destacan cómo el pensamiento docente incide en las prácticas de aula (Benarroch & Marín, 2011; Gunstone et al., 1993; Ireland et al., 2012; Lebak y Tinsley, 2010; Milner et al., 2012; Porlán et al., 2010; Ruiz, 2007; Smart y Marsall, 2012), son pocos los estudios orientados a identificar cómo los docentes potencian la argumentación científica en clase, y en comprender cómo el pensamiento del profesorado relacionado con lo que se supone es argumentar en ciencias influye en la manera de potenciarla en el aula.

Desde la línea de trabajo anterior, este capítulo propone, de un lado, definir los aspectos que permiten caracterizar el modelo de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias en el pensamiento y en las prácticas de aula de los docentes. De otro lado, se muestra cómo la realización de un proceso de reflexión crítica sobre la argumentación y su enseñanza con un grupo de docentes es el dispositivo generador de cambios en sus modelos de enseñanza de la argumentación. Para esta ocasión, y en favor de una mayor comprensión y profundización de los análisis, sólo discutiremos el proceso realizado por uno de los docentes con los que trabajamos.

Definición del modelo de enseñanza de la argumentación científica

Los estudios recientes sobre la enseñanza de la argumentación en ciencias describen con detalle aspectos de naturaleza estructural y funcional de los argumentos en el aula. No obstante, el estudio de la reflexión sobre los procesos argumentativos realizada por los docentes es aún incipiente. Transformar las prácticas argumentativas de los docentes exige, entre otras cosas, potenciar la crítica consciente de sus concepciones epistemológicas (Marouchou, 2011; Ruiz, 2007), didácticas y conceptuales, y reconocer que estas concepciones afectan la toma de decisiones para su desempeño en el aula (Chan, 2004; Hancock y Gallard, 2004; Czerniak et al., 1999; Gil y Rico, 2003).

También, investigaciones realizadas en el campo de la enseñanza de la argumentación en las clases de ciencias muestran la necesidad no sólo de enseñar a los docentes cómo potenciar esta competencia en el aula, sino también de involucrarlos para que sean conscientes de sus propias concepciones sobre la argumentación (Driver et al., 1998; Simon et al., 2006; García-Mila y Andersen, 2008). Por ello consideramos de vital importancia identificar, en el pensamiento y en la acción del profesorado, aspectos de orden epistemológico, conceptual y didáctico, como constituyentes esenciales de sus modelos de enseñanza de la argumentación en ciencias. A continuación se presenta cada aspecto y se concreta cómo se analizó en el pensamiento y en la práctica de aula de los docentes que investigamos.

Aspecto epistemológico

Considerar que la argumentación es una de las competencias a desarrollar en el aula de ciencias exige, entre otras cosas, situarse en una perspectiva epistemológica que reconozca que la crítica y la argumentación son indispensables para la coconstrucción del conocimiento científico y del conocimiento científico escolar (Erduran et al., 2006; Driver et al., 2000; Simon et al., 2006).

En nuestro trabajo con profesores, el aspecto epistemológico, a nivel del pensamiento de la docente investigada, se estudió desde la *relación entre argumentación y ciencia* que ella manifiesta explícita o implícitamente en sus textos (orales o escritos) construidos en cuestionarios y entrevistas o en los encuentros de reflexión crítica (ERC). En la práctica de aula, el estudio de este aspecto se hizo a partir de identificar si la argumentación era una de las finalidades planteadas por la docente en sus programaciones de clase.

Aspecto conceptual

Desarrollar la argumentación en el aula requiere aceptar que argumentar es un proceso dialógico, donde son relevantes el debate, la crítica, la toma de decisiones, la escucha y el respeto por el saber propio y del otro. Esto exige que en el aula se trabajen, desde la conformación de grupos de discusión (Osborne, 2012), contenidos significativos para los estudiantes (Fensham, 2004; Jenkins y Nelson, 2005; Lewis y Leach, 2006), que sirven de pretexto para mostrar que la ciencia, en el aula, es factible de ser coconstruída. Dado lo anterior, el aspecto conceptual se estudió, en el pensamiento del profesorado, a partir del significado que la docente da, en cuestionarios, entrevistas y ERC, a lo que supone es argumentar en clase de ciencias. Y, en la práctica de aula, este aspecto se estudió a partir del análisis del tipo de contenidos que la docente programa para ser enseñados en sus clases.

Aspecto didáctico

Promover la argumentación en el aula exige, entre otros elementos, poner énfasis en los procesos de interacción dialógica (Osborne et al., 2003; Scott et al., 2006; Wolfe & Alexander, 2008), los cuales, basados en la indagación y las discusiones grupales, dan valor a diferentes puntos de vista de los estudiantes y llevan a reconocer que los consensos son importantes para llegar a conclusiones más significativas y más comprensibles sobre los fenómenos o temas estudiados. En este trabajo, el aspecto didáctico se estudió, en el pensamiento de la docente, a partir de la explicitación, en los cuestionarios, entrevistas y ERC, del tipo de actividades y de los criterios que, según ella, deben tenerse en cuenta para potenciar la argumentación. En la práctica, el aspecto didáctico se analiza desde el tipo de preguntas que la docente plantea en el aula para potenciar la argumentación.

Para terminar, consideramos que la identificación y la caracterización de los tres aspectos referidos son útiles en la construcción de los modelos de enseñanza, en la medida en que podamos establecer relaciones entre ellos para dar sentido y significado a las prácticas del profesorado y para comprender con mayor profundidad sus decisiones en el aula.

Los procesos de reflexión crítica en la formación del profesorado de ciencias

Las investigaciones relacionadas con la importancia de generar procesos de reflexión en los docentes sobre su pensamiento y desempeño como medio para cualificar sus prácticas destacan dos aspectos. El primero, considerar que la práctica de cada docente es un escenario en el cual, además de circular saberes, experiencias, motivaciones e interacciones comunicativas, se produce conocimiento. El segundo, referido a que los docentes, además de ser sujetos con vivencias, conocimientos, experiencias, intereses y motivaciones, también son agentes de cambio y de intervención en el proceso de formación de los estudiantes. Por lo tanto, están invitados a tomar parte activa en la construcción de propuestas para intervenir y transformar su propia realidad escolar.

El proceso de reflexión crítica construido y realizado con los docentes en nuestro trabajo se asume como un espacio de interacción social que se proyecta a la consolidación de una cultura de colaboración (Hargreaves, 2005), cultura caracterizada por la participación voluntaria, el apoyo y ayuda mutuas, la autoevaluación, la evaluación colectiva y la concepción de la enseñanza como tarea de grupo.

En síntesis, reconocemos que la conformación de grupos de trabajo docente que discuten críticamente sus prácticas es una estrategia necesaria para consolidar comunidades de aprendizaje. Comunidades que, además de compartir las experiencias docentes, dotan de mayor sentido y significado a dichas experiencias y las enriquecen desde las comprensiones individuales (Nielsen, 2012).

Método

El contexto y el proceso de obtención de la información

El estudio se realizó con docentes de educación primaria en una institución pública de la ciudad de Manizales (Colombia). La propuesta fue presentada previamente a la dirección del Centro para obtener su autorización. Posteriormente, se convocó a los docentes para que participaran de manera voluntaria en este estudio. Cinco de los docentes, quienes trabajaban con niños de 4° y 5° grado (edades comprendidas entre los 9 y 10 años), se comprometieron en el desarrollo de la propuesta. En esta ocasión, y para mostrar un panorama completo del análisis y los resultados obtenidos, sólo discutiremos los datos y conclusiones de una de esas cinco docentes participantes en el proceso.

Recolección y análisis de datos

En la tabla 1 se describen las actividades realizadas para la recolección de los datos.

Tabla 1. *Actividades realizadas para la recolección de los datos*

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD
Aplicación de cuestionario	Se aplicó el mismo cuestionario al inicio y al final del proceso (siete meses después de comenzar el proceso de reflexión crítica). El cuestionario está constituido de seis preguntas abiertas (Anexo 1).
Grabación de los Encuentros de Reflexión Crítica (ERC)	La docente participó en tres encuentros de reflexión crítica (figura 1). Estos ERC fueron espacios creados para el debate de elementos teórico-prácticos sobre la argumentación y su enseñanza y para la construcción colectiva de propuestas que pudieran aplicarse en el contexto escolar.
Recolección de las programaciones de las clases	Se recogieron y analizaron tres documentos o programaciones elaboradas y desarrolladas por la docente. El primer documento se recogió antes de iniciar el proceso de reflexión; los otros dos, luego del primer y segundo ERC.
Grabación de clases	Se grabaron, en audio y vídeo, tres clases ejecutadas por la docente. La primera (2 horas de duración), antes de iniciar el proceso de reflexión crítica (ERC). La segunda clase (1 hora y 30 minutos de duración), después de haberse realizado el primer ERC, y la última clase (1 hora y 30 minutos de duración), después de haberse realizado el segundo ERC.
Aplicación y grabación de entrevistas	Se aplicó a la docente, una vez terminadas la segunda y tercera clases, dos entrevistas semiestructuradas, que fueron registradas en audio y vídeo. En ellas, se discutieron aspectos como: <ul style="list-style-type: none"> - Las finalidades de la enseñanza. - La identificación de procesos argumentativos en las clases grabadas. - Las actividades evaluativas realizadas por los docentes. - Las limitaciones y potencialidades del proceso.

Momentos de análisis

El análisis de discurso realizado a los datos se dio en cuatro momentos del proceso (figura 1): en los tres primeros momentos se construyeron los modelos de enseñanza de la argumentación, desde la caracterización y la relación de los aspectos epistemológicos, conceptuales y didácticos identificados tanto en el

pensamiento como en la acción de la docente. En el cuarto momento del análisis sólo se caracterizó el pensamiento de la docente, pues no hubo registro de aula.

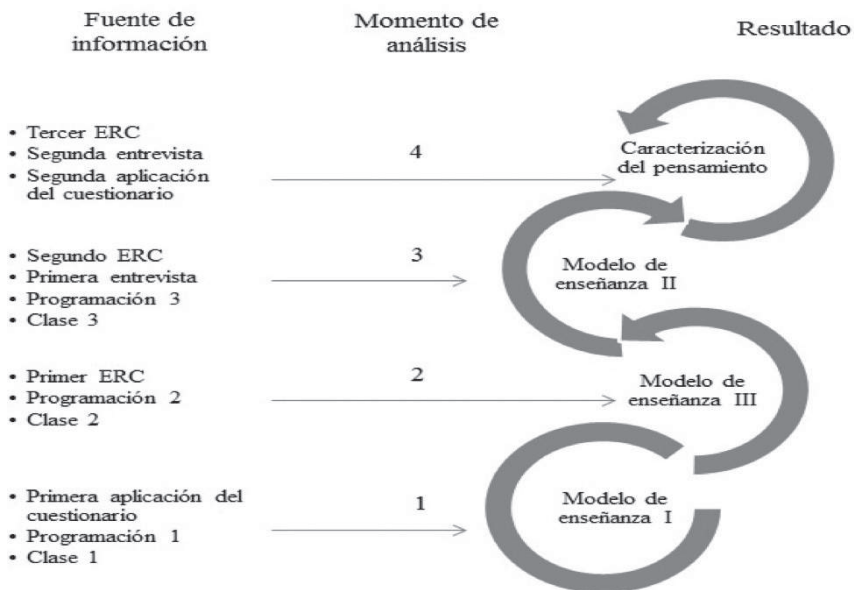


Figura 1. Fuentes de información y proceso de análisis realizado.

Resultados

A continuación se muestran, para cada uno de los momentos del análisis, las gráficas en las cuales se agrupan los resultados más relevantes de los aspectos epistemológicos, didácticos y conceptuales, identificados tanto en el pensamiento como en el desempeño de la docente.



Figura 2. Caracterización del primer modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias.
Momento 1 del proceso.

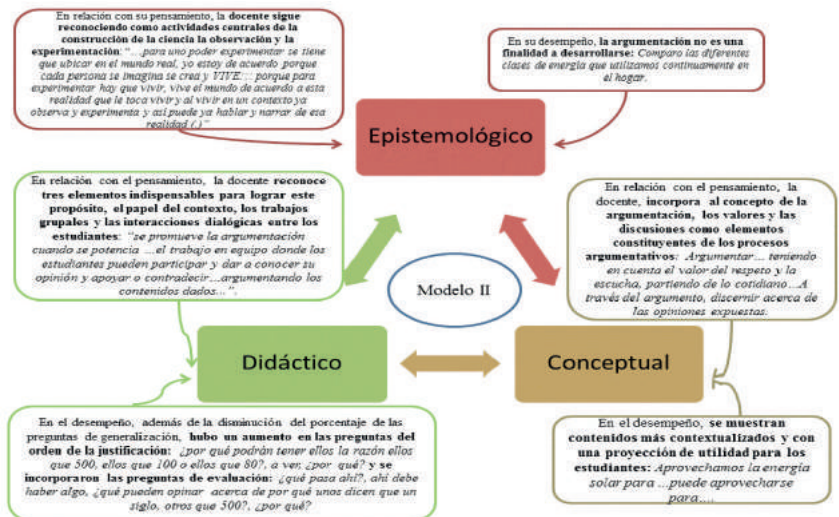


Figura 3. Caracterización del segundo modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias.
Momento 2 del proceso.



Figura 4. Caracterización del tercer modelo de enseñanza de la argumentación en ciencias.

Momento 3 del proceso.



Figura 5. Caracterización del pensamiento de la docente en el cuarto momento del proceso.

Discusión de los resultados

El análisis realizado a los datos obtenidos muestra un proceso evolutivo en dos elementos. En primer lugar, en lo epistemológico, lo conceptual y lo didáctico, tanto en el pensamiento como en el desempeño de la docente, y en segundo lugar, en los modelos de enseñanza de la argumentación, construidos a partir de la integración de los tres aspectos anteriores. A continuación se discuten los avances en cada uno de los aspectos estudiados, y después, los avances identificados en los modelos de enseñanza de la argumentación.

Avances relacionados con los aspectos estudiados

En el aspecto epistemológico: en el pensamiento de la docente se observa que, en los modelos de enseñanza I y II (figuras 2 y 3), ella manifiesta que la construcción de la ciencia se basa principalmente en dos acciones: la observación y la experimentación, rasgos característicos de la perspectiva experimental-inductiva de avance del conocimiento científico (Aguirre et al., 1990). Ahora, en el modelo de enseñanza III, la docente propone el uso de la pregunta como mecanismo de debate y confrontación de saberes de los estudiantes. Este cambio se visualiza más claramente en el cuarto momento; aquí, para la docente, además de la observación y la experimentación, también son necesarios los debates y las críticas como mecanismos para coconstruir la ciencia y la ciencia escolar (Erduran et al., 2006; Nussbaum, 1989). El cambio anterior posibilitó que la docente proponga, para la tercera clase (modelo de enseñanza III), una programación que rompe el esquema tradicional de las guías de trabajo elaboradas hasta el momento; en esta programación la docente propone, explícitamente, la argumentación como una de las finalidades del trabajo en clases de ciencias.

En el aspecto conceptual: La docente consigue alejarse de la perspectiva estructural de la argumentación (Toulmin, 2007), expuesta en el primer modelo de enseñanza (figura 2), para acercarse, tras el primer ERC -y ratificarse luego del segundo y tercer ERC-, a un concepto de argumentación que reconoce, además de la exposición de datos y conclusiones, la interacción dialógica de los sujetos (Osborne et al., 2004) y la búsqueda de consensos (figuras 3, 4 y 5).

Asumir esta perspectiva de la argumentación demanda introducir en el trabajo de aula contenidos escolares significativos y útiles para activar reflexiones y procesos dialógicos (Izquierdo, 2004). Esta demanda se satisfizo a partir del ERC, cuando la docente planteó, en la segunda y tercera programaciones, contenidos que sirvieron de apoyo para comprender o solucionar situaciones de la cotidianidad de los estudiantes (modelos de enseñanza II y III, figuras 3 y 4, respectivamente).

En el aspecto didáctico: Fueron tres los cambios conseguidos por la docente tras el primer ERC y consolidados en el modelo de enseñanza III y en el pensamiento docente identificado en el cuarto momento del análisis (figura 5):

1. Aceptar los trabajos grupales como uno de los mecanismos importantes para: a) desarrollar interacciones dialógicas, b) transformar el discurso monológico de la docente en una interacción social, de escucha y participación, y c) posibilitar alternativas plurales de los estudiantes implicados en el diálogo (Osborne, 2012). Este aspecto se identifica desde el primer modelo de enseñanza (figura 2), pero es en el segundo y tercer modelos (figura 3 y 4 respectivamente), cuando la docente propone que la interacción en los pequeños grupos o en la clase debe apoyarse en el diálogo y la confrontación de saberes (con preguntas de diferente naturaleza), alejada de la direccionalidad del trabajo y el protagonismo que caracterizó a la docente en el primer momento del proceso.
2. Reconocer que el docente, además de crear un ambiente contextualizado de análisis de los saberes, también debe valorar a los estudiantes como sujetos activos y copartícipes en la construcción del conocimiento escolar.
3. Potenciar en los estudiantes, desde la evaluación, la reflexión, la crítica y el respeto y la escucha por el saber del otro. Con ello, no solo facilitaríamos la comprensión colectiva de los conceptos y fenómenos, sino que también aportamos a dar sentido al mismo proceso argumentativo (Simon et al., 2006).

Avances identificados en los modelos de enseñanza de la argumentación

En esta parte del capítulo integramos los tres aspectos discutidos en el apartado anterior; esta integración nos sirve tanto para definir y caracterizar los modelos de enseñanza de la argumentación, como para evidenciar los cambios generados en ellos durante el proceso.

Primer modelo de enseñanza: En relación con el aspecto epistemológico, este modelo se caracteriza por destacar los procesos observacionales y experimentales como las acciones indispensables para construir la ciencia. Es decir, se realizan tránsitos rápidos desde la observación hasta la generación de teoría, lo cual implica que pasan a un segundo plano los procesos discursivos y argumentativos. Fue precisamente esta concepción la que se reflejó en el desempeño de la docente, ya que los propósitos de la enseñanza de la ciencia se orientaron hacia el aprendizaje de los contenidos conceptuales y procedimentales, dejando a un lado el desarrollo de otras competencias, entre ellas, la argumentación en ciencias.

En relación con lo conceptual, el primer modelo de enseñanza se apoya en la idea de la argumentación como un proceso en el que se prueba y se demuestra, dejando a un lado, posiblemente, la confrontación o la crítica como elementos inherentes en el proceso argumentativo. Fue esta perspectiva conceptual la que se evidenció en el aula, ya que la docente propone contenidos saturados de definiciones y “verdades” que se pide sean objeto de transcripción, sin ningún tipo de cuestionamiento.

Por último, en relación con el aspecto didáctico, el modelo de enseñanza privilegia los trabajos grupales, un hecho importante para el desarrollo de la argumentación; sin embargo, la ejecución de los trabajos grupales está dirigida por la docente y fundamentada en el desarrollo de actividades descriptivas y preguntas del orden de la generalización. Esto obstaculiza la reflexión, la crítica y, por lo tanto, la relación entre los sujetos y entre estos y el contexto.

Segundo modelo de enseñanza: En relación con el aspecto epistemológico, en el segundo modelo de enseñanza se desconoce, nuevamente, a la argumentación como acción necesaria en la construcción de la ciencia, situación que se ve reflejada en el desempeño de la docente, al proponer propósitos que no contemplan a la argumentación como una finalidad de su enseñanza.

En relación con lo conceptual, en este aspecto sí evidenciamos un avance con respecto al primer modelo, ya que la docente consideró la argumentación como práctica social, intelectual y verbal cuya finalidad es potenciar debates sobre los

contenidos expuestos en el diálogo; con ello, además de facilitarse la aceptación de la ciencia como una práctica humana, se favorece la coconstrucción de la ciencia escolar y el entendimiento de los fenómenos que suceden en el entorno del estudiante. Este hecho se reflejó en el desempeño de la docente, de un lado, al ofrecer contenidos cercanos al contexto del estudiante, y de otro, al crear un ambiente dialógico para que los estudiantes expongas sus datos, realicen refutaciones y elaboren conclusiones.

En relación con lo didáctico, identificamos otro elemento de cambio en relación con el primer modelo. Aquí la intención de la docente fue ofrecer actividades colectivas donde se dé la participación activa de todos los estudiantes; para ello, intenta que este trabajo esté rodeado de una atmósfera de confianza y respeto por el conocimiento que expone cada uno de ellos en los diálogos. También propone, como criterio de enseñanza, la relación docente-estudiantes-saber-contexto. En esta relación, los estudiantes se aceptan como sujetos con vivencias, intereses y conocimientos propios; el docente, como orientador del proceso; y el saber, como conocimiento asequible a los estudiantes, contextualizado y posible de ser coconstruido. Ya en el aula, la docente asume el rol de facilitadora de los diálogos, usa preguntas evaluativas y causales y crea un ambiente de confianza para que los niños participen de manera espontánea y sin temor en los debates.

Tercer modelo de enseñanza: en relación con lo epistemológico, si bien no hay un reconocimiento explícito de la relación argumentación-ciencia, sí se identifica un indicador de cambio con respecto a los dos momentos anteriores; nos referimos a la preocupación de la docente por lograr co-construir conocimiento escolar. Para este propósito, la docente plantea el ofrecimiento de espacios de interacción para la expresión y la confrontación de conocimientos y opiniones. Propósito que se alcanza en el aula, ya que allí la docente, además de proponer la argumentación como competencia a desarrollar, ofrece espacios comunicativos concretos que reconocen al estudiante como protagonista del proceso y promueven comprensiones conjuntas de los fenómenos estudiados.

En relación con lo conceptual, la docente asume la argumentación como acción que implica dar afirmaciones y pruebas, concepción que exige llevar al aula de clases una ciencia contextual, cercana a los estudiantes y, sobre todo, posible de ser coconstruida desde procesos interactivos dialógicos. Esta concepción y

tipo de ciencia fueron la base del desempeño de la docente, quien, al proponer en la programación preguntas de naturaleza causal y predictiva, invitó a los estudiantes a exponer y a sustentar con pruebas sus opiniones. En la clase, la manifestación de la ciencia posible de ser co-construida se reconoce cuando la docente utiliza preguntas de justificación y de evaluación, para involucrar a los estudiantes en una interacción dialógica cuyo propósito sobrepasa las descripciones y se sitúa en el plano del debate.

En relación con lo didáctico, el tercer modelo de enseñanza consolida la necesidad de incorporar dos acciones: preguntar y diseñar ambiente de confianza. La primera, destinada a generar debates y reflexiones sobre el contenido de las participaciones de los estudiantes. La segunda, con el fin de rodear al estudiante de un ambiente adecuado para que pueda no solo exponer lo que piensa y sabe, sino también confrontar y escuchar a sus compañeros. Reflexiones que se trasladaron al desempeño, pues aquí la principal acción identificada en el trabajo de la docente fue la combinación y la aplicación de interrogantes de diferente naturaleza: descriptivas, generalización, causales y predicativas.

Conclusiones

El estudio de caso expuesto en este trabajo con una docente de educación primaria aporta elementos de orden teórico y metodológico para hacer más comprensible la identificación y evolución de los modelos de enseñanza de la argumentación en clase de ciencias desde la relación existente entre el pensamiento y el desempeño docente.

La propuesta teórico-metodológica desarrollada en nuestra investigación permite identificar las concepciones y las prácticas de los docentes en relación al uso de la argumentación en las clases de ciencias, utilizando para ello diferentes métodos e instrumentos: cuestionario, entrevistas, clases y discusiones grupales. Asimismo, se constata que es necesario hacer a los docentes conscientes de sus concepciones y prácticas, para que puedan darles sentido y significado e iniciar cambios. El proceso de reflexión crítica en pequeños grupos ayuda a esta toma de consciencia y favorece una evolución lenta y gradual de los modelos de

enseñanza de la argumentación iniciales hacia modelos más significativos para el desarrollo de la argumentación científica escolar.

Definir los cambios de modelos de enseñanza de la argumentación a partir de los aspectos epistemológicos, conceptuales y didácticos ha permitido constatar cuáles han sido los elementos más relevantes de este proceso evolutivo para cada aspecto:

1. En lo epistemológico, la crítica sobre el valor epistémico asignado a la argumentación en el avance del conocimiento científico fue clave para plantearla como competencia a desarrollarse en clase de ciencias. En este aspecto, la docente acepta que la argumentación es una práctica epistémica vinculada estrechamente con los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. Lo anterior genera el avance desde programaciones puramente academicistas, en las que interesa sólo el desarrollo de contenidos verbales, hacia propuestas dialógicas, en las cuales se incorporan las interacciones comunicativas, los diálogos y los debates como herramientas de apoyo para la comprensión de los fenómenos y conceptos estudiados.
2. En lo conceptual, la docente logra plantear contenidos contextualizados para facilitar la comprensión de los fenómenos y potenciar el debate y la co-construcción de conocimiento escolar. Un logro obtenido tras aceptar, en primer lugar, que los procesos argumentativos, como práctica epistémica, son inseparables de la enseñanza de las ciencias y, en segundo lugar, que la interacción dialógica constituye una herramienta para desarrollar actitudes y valores (Böttcher y Meisert, 2011; Grooms, 2011).
3. En lo didáctico, destacar el aula como un espacio de interacción dialógica (Osborne et al., 2003; Sardá y Sanmartí, 2000; Scott et al., 2006; Wolfe y Alexander, 2008), de problematización de los saberes, y de reconocimiento del sujeto como co-constructor del conocimiento escolar. Los cambios identificados en este aspecto facilitaron la creación de ambientes de aprendizaje en los cuales se potenció el compromiso de los estudiantes para participar en los procesos argumentativos.

El proceso de reflexión crítica fue un factor determinante que facilitó la construcción de alternativas de trabajo más significativas en el campo de la argumentación en el aula, y también un factor necesario para permitir la

evolución lenta y gradual de los modelos de enseñanza de la docente orientados al desarrollo de la argumentación en las clases de ciencias. Esta evolución tuvo su base en dos acciones clave que orientaron el desarrollo del proceso de reflexión crítica: la primera, potenciar la imagen del docente propositivo, reflexivo y crítico de sus propias acciones; la segunda, generar una actitud favorable para el trabajo en equipo y para la construcción de alternativas de enseñanza que emergieran de las discusiones enmarcadas en su contexto escolar.

También debemos decir que la dificultad expresada en la resistencia al cambio del aspecto epistemológico es una prueba de la gran complejidad y, sobre todo, de la gradualidad de los procesos de transformación del pensamiento docente. Un hecho que reitera la necesidad de seguir ofreciendo espacios para promover, explícitamente, debates y procesos autorreguladores sobre los conocimientos del profesorado y, con esto, articular conscientemente las ideas implícitas con las ideas declaradas por los docentes (Pérez, 2010).

Otro aspecto que debemos atender en relación con la argumentación es la necesidad de ofrecer espacios de formación en los cuales se discutan, explícitamente, los alcances de la argumentación como una competencia indispensable no sólo para la comprensión de los fenómenos estudiados en el aula, sino también para el desarrollo del pensamiento crítico e independiente en nuestros estudiantes.

Agradecimientos

A la Universidad de Caldas, Manizales, Colombia y al grupo LIEC (Llenguatge i Ensenyament de les Ciències), grupo de investigación consolidado (Referencia 2009SGR1543) por AGAUR (Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca) y financiado por la Dirección General de Investigación del Ministerio de Educación y Ciencia de España (EDU2012-38022-C02-02).

Referencias

- Aguirre, J.M., Haggerty, S.M. y Linder, C.J. (1990). Student teachers' conceptions of science, teaching and learning: A case study in student teacher education. *International Journal of Science Education*, 12(4), 381-390.
- Bell, P. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797-817.
- Benarroch, A. y Marín, N. (2011). Relaciones entre creencias sobre enseñanza, aprendizaje y conocimiento de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(2), 289-304.
- Böttcher, F. y Meisert, A. (2011). Argumentation in science education: A model-based framework. *Science & Education*, 20(2), 103-140.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula: Los alumnos entre la argumentación y el consenso*. México: Paidós.
- Chan, K. (2004). *Preservice teachers' epistemological beliefs and conceptions about teaching and learning: Cultural implications for research in teacher education*. Recuperado de: <http://ro.ecu.edu.au/cgi/viewcontent.cgi?article=1361&context=ajte>
- Crawford, B.A. (2000). Embracing the essentials of inquiry: New roles for science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 916-937.
- Crippen, K. (2012). Argument as professional development: Impacting teacher knowledge and beliefs about science. *Journal of Science Teacher Education*, 1-20. doi: 10.1007/s10972-012-9282-3.
- Czerniak, C. Lumpe, A. y Haney, J. (1999). Science teachers' beliefs and intentions to implement thematic units. *Journal of Science Teacher Education*, 10(2), 123-145.
- Duschl, R.A. (1990). *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. Nueva York: Teachers' College Press.
- Erduran, S., Ardac, D. & Yakmaci-Guzel, B. (2006). Learning to teach argumentation: Case studies of pre-service secondary science teachers. *Eurasia Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 2(2), 1-14.
- Driver, R., Newton, P. y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312.
- Fensham, P. (2004). Engagement with science: An international issue that goes beyond knowledge. Paper presentado en la *SMEC Conference*. Recuperado de: <http://www4.dcu.ie/smec/plenary/Fensham,%20Peter.pdf>

- Hancock, E. y Gallard, A. (2004). Preservice science teachers' beliefs about teaching and learning: The influence of K-12 field experiences. *Journal of Science Teacher Education*, 15(4), 281-291.
- García-Milà, M. y Andersen, C. (2008). Cognitive foundations of learning argumentation. En M.P. Jiménez-Aleixandre y S. Erduran (eds). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*(pp. 29-43). Dordrecht: Springer.
- Gil, F. y Rico, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 27-47.
- Grooms, J. (2011). *Using argument-driven inquiry to enhance students' argument sophistication when supporting a stance in the context of socioscientific issues*. Tesis Doctoral, The Florida State University, EE.UU. Recuperada de http://etd.lib.fsu.edu/theses/available/etd-04102011-155224/unrestricted/Grooms_J_Dissertation_2011.pdf.
- Gunstone, R., Slattery, M., Bair, J. y Northfield, J. (1993). A case study exploration of development in preservice science teachers. *Science Education*, 77(1), 47-73.
- Irleand, J., Watters, J & Brownlee, J. (2012). Elementary teachers' conceptions of inquiry teaching: Messages for teacher development. *Journal Science Teaching Education*, 23, 159-175. Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/6512757138q71041/fulltext.pdf>
- Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: Contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentin Chemical Society*, 92(4/6), 115-136.
- Jenkins, E. y Nelson, N.W. (2005). Important but not for me: Students' attitudes toward secondary school science in England. *Research in Science & Technological Education*, 23(1), 41-57.
- Kang, N., Orgill, M. y Crippen, K. (2008). Understanding teachers' conceptions of classroom inquiry with a teaching scenario instrument. *Journal of Science Teacher Education*, 19(4), 337-354.
- Kelly, G.J., Regev, J. y Prothero, W. (2008). Analysis of lines of reasoning in written argumentation. En S. Erduran y M.P. Jiménez Aleixandre (eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research*(pp. 137-159). Dordrecht: Springer.
- Lebak, K. y Tinsley, R. (2010). Can inquiry and reflection be contagious? Science teachers, students and action research. *Journal of Science Teacher Education*, 21, 953-970.
- Lewis, J. y Leach, J. (2006). Discussion of socio-scientific issues: The role of science knowledge. *International Journal of Science Education*, 28(11), 1267-1288.
- Mercer, N. (1997). *La construcción guiada del conocimiento*. Barcelona: Paidós.

- Marouchou, D. (2011). Faculty conceptions of teaching: Implications for teacher professional development, doi: 10.7202/1005673ar. Recuperado de <http://id.erudit.org/iderudit/1005673ar>
- McDonal, C. y McRobbie, C. (2012). Utilising argumentation to teach nature of science. En B. Fraser, C. McRobbie y K. Tobin, (Eds.). *Second International Handbook of Science Education*(pp. 969-985). New York: Springer.
- Milner, A., Sondergeld, T., Demir, A., Johnson, C. y Czerniak, C. (2012). Elementary teachers' beliefs about teaching science and classroom practice: An examination of pre/post. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 111-132. Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/5954494r44ll6825/fulltext.pdf>
- Nielsen, B. (2012). Science teachers' meaning-making when involved in a school-based professional development project. *Journal of Science Teacher Education*, 23, 621-649.
- Nussbaum, J. (1989). Classroom conceptual change: Philosophical perspectives. *International Journal of Science Education*, 11, 530-540.
- Osborne, J. (2012). The rol of argument: Learning how to learn in school science. En B. Fraser, C. McRobbie y K. Tobin (Eds). *Second International Handbook of Science Education*(pp. 933-949). New York: Springer.
- Osborne, J., Erduran, S. y Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994-1020.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.
- Pérez, G. (2008). *Investigación cualitativa: Retos e interrogantes* (5ª ed). Madrid: Editorial La Muralla, S.A.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: Marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Ruiz, F.J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 3(2), 41-60.
- Sadler, T., Barab, S. y Scott, B. (2007). What do students gain by engaging in socio-scientific inquiry? *Research in Science Education*, 37, 371-391.
- Sandoval, W. y Millwood, K. (2005). The quality of students' use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: Un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.

- Scott, P., Mortimer, E. y Aguiar, O (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Simon, S., Erduran S. y Osborne, J. (2006). Learning to teach: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2), 235-260.
- Sinclair, J. y Coulthard, M. (1975). *Towards an analysis of discourse: The English used by teachers and pupils*. Londres: Oxford University Press.
- Smart, J. y Marshall, J. (2012). Interactions between classroom discourse, teacher questioning, and student cognitive engagement in middle school science. *Journal of Science Teacher Education*. doi: 10.1007/s10972-012-9297-9. Recuperado de <http://www.springerlink.com/content/x6677k40573011p0/fulltext.pdf>
- Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Península.
- Wolfe, S. y Alexander, R. (2008). *Argumentation and dialogic teaching: Alternative pedagogies for a changing world*. Recuperado de: http://www.beyondcurrenthorizons.org.uk/wp-content/uploads/ch3_final_wolfealexander_argumentationalternativepedagogies_20081218.pdf

(Footnotes)

- 1 Los temas obedecen a una forma particular de organización del caso planteado por Stake (1998) en su obra sobre los estudios de caso. Estos temas se han organizado de la siguiente manera: θ_1 = Los saberes académicos construidos por el profesorado, asociados al concepto de tecnología; θ_2 = Los saberes basados en la experiencia construidos por el profesorado, asociados al concepto tecnología; θ_3 = Las teorías implícitas construidas por el profesorado, asociadas al concepto tecnología; θ_4 = Los guiones y rutinas construidos por el profesorado asociados al concepto tecnología.

Índice de temas

A

- Alfabetización científica 248, 249, 261, 262
- Análisis didáctico 8, 12, 22, 144, 149, 153, 157, 160, 161, 162, 163, 166, 167, 222, 223, 224, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 243, 244
- Argumentación 13, 18, 27, 34, 135, 148, 149, 156, 158, 159, 160, 170, 192, 240, 254, 265, 266-269, 271-281, 283, 284
- debate 10, 125, 181, 217, 238, 268, 271, 274, 278, 279
- diálogo 115, 129, 163, 216, 268, 275, 277, 279
- reflexión crítica 13, 266, 267, 269, 270, 271, 279, 280
- Aula 4, 6, 7, 8, 10, 12, 13, 17, 21, 22, 32, 34, 35, 36, 46, 47, 53, 54, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 73-80, 82, 84, 86, 93, 98, 101, 103, 104, 105, 113, 115, 118, 120, 127, 136, 137, 138, 144, 146-168, 183, 187, 192, 200, 201, 203, 204, 206, 207, 217, 219, 236, 251, 257, 259, 262, 266-269, 271, 275-278, 280, 281
- espacio áulico 17, 35
- extendida 17, 34, 35
- C
- Campo cultural 7, 81, 92, 97, 107, 115

Ciencias cognitivas	66
psicología cognitiva	126
Ciencia-tecnología-sociedad (CTS)	254
Clases-modelo	149, 157, 158
Cognición	24, 42, 126, 127, 128, 231, 234, 254, 258
Competencia	8, 12, 17, 144, 151, 195, 198, 201, 202, 203, 204, 207-215, 218, 220-237, 239, 241, 243-249, 251, 253-263, 267, 278, 279, 280
científica	12, 246, 248, 254, 255, 256, 260, 261, 262, 263
científica global	248, 254, 255, 256, 257, 259, 260
docente	8, 12, 144, 195, 198, 201, 202, 203, 204, 207, 208, 210, 211, 213, 214, 215, 218
en análisis didáctico	8, 12, 221, 222, 223, 225, 226, 227, 229, 230, 231, 233, 235, 236, 237, 239, 241, 243
enseñanza competencial	144, 248
mirar con sentido	202, 219, 228
mirar profesionalmente	8, 12, 169, 195, 198, 201-204, 207, 208, 210-215, 217, 218, 219
profesional	8, 12, 54, 151, 152, 222, 224-227, 232, 242
Complejidad	8, 11, 43, 53, 63, 91, 98, 132, 136, 138, 144, 145, 147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169, 171, 172, 173, 174, 182, 185, 187, 189, 190, 196, 232, 236, 238, 239, 240, 241, 252, 259, 261, 280
Comprensión	9, 10, 11, 16, 73, 79, 80, 99, 101, 103, 109, 111, 113, 114, 115, 116, 131, 133, 136, 149, 156, 158, 163, 164, 172, 175, 182, 187, 190, 198, 208, 209, 210, 212, 213, 215, 216, 220, 227, 251, 267, 276, 279, 280
de las operaciones (CO)	156, 158, 164
Conducta	43, 126, 204
docente	126

Conocimiento	1, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 52, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 210, 212, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 232, 234, 236, 238, 240, 242, 244, 246, 248, 249, 250, 252, 254, 255, 256, 258, 259, 260, 261, 262, 266, 268, 269, 270, 272, 274, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284
Conocimiento del Contenido Matemático	84, 147, 165, 227, 228
Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)	7, 8, 11, 12, 84, 88, 130, 140, 143, 144, 145, 146, 147, 150, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 173, 175, 177, 179, 181, 183, 185, 187, 189, 191, 193, 198, 199

Conocimiento Profesional	
Docente Específico	6, 7, 10, 11, 60, 61, 62, 65, 69, 70, 71, 76, 79, 80, 83, 84, 86, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 120, 121, 123, 124, 125, 127, 129, 131, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 141
Conocimiento Profesional	
Docente Específico Asociado	
a Categorías Particulares	11, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 76, 77, 79, 81, 83, 85, 87
curricular,	198, 238
de matemáticas para	
la enseñanza	198, 199, 200, 201
disciplinar	61, 71, 85, 86, 120, 125, 130, 139, 176, 178, 198, 199
Pedagogical	
Content Knowledge	90, 130
profesional	6, 11, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 89, 91, 93, 94, 95, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 122, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 147, 174, 175, 176, 184, 185, 187, 188, 190, 191, 194
profesional deseable	91
profesional dominante	11, 60
Constructivismo	259
Currículo	81, 82, 144, 189, 190, 199, 224, 229, 233, 238, 239, 246, 251, 252
oculto	81, 82
D	
Democratización del aprendizaje	17, 35

Desarrollo Profesional (DP)	7, 8, 9, 11, 16, 17, 18, 21, 33, 35, 37, 53, 87, 125, 129, 140, 144, 145, 146, 147, 148, 150, 152, 154, 155, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 170, 172, 174, 180, 181, 182, 183, 185, 188, 190, 191, 194, 203, 216, 228
Desarrollo profesional docente, Didáctica	9, 16, 17, 18, 21, 33, 35 5, 6, 7, 15, 17, 19, 21, 22, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 38, 39, 41, 42, 56, 86, 121, 129, 130, 139, 140, 145, 148, 149, 150, 153, 168, 169, 172, 175, 176, 178, 179, 180, 183, 188, 191, 192, 193, 194, 195, 198, 202, 203, 207, 211, 212, 216, 217, 229, 232, 234, 235, 236, 238, 242, 243, 246, 249, 251, 258, 262, 263
Didáctica de las ciencias	42, 56, 129, 139, 140, 175, 191, 192, 194, 249, 262, 263
Didáctica de las matemáticas	7, 129, 148, 149, 150, 153, 202, 203, 207, 211, 212, 216, 242
dimensión	24
específica	125, 129, 130, 131
Discurso	19, 24, 36, 64, 67, 68, 69, 73, 75, 76, 77, 79, 80, 81, 83, 87, 96, 98, 107, 108, 111, 118, 119, 135, 136, 137, 138, 155, 169, 203, 211, 215, 216, 271, 275
discurso Matemático	
Escolar (dME)	19, 24
E	
Ecuación funcional de Cauchy	26, 27, 39
Ejes DOC	8, 11, 145, 147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169, 171, 172, 173, 174, 176, 177, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191
Ejes Cuestionamiento	172, 173, 181, 182, 183, 184, 186, 187, 188, 190

Ejes Dinamizadores	172, 173, 180, 182, 183, 184, 187, 188, 190
Ejes Obstáculo	172, 173, 183, 184, 186, 187, 188, 190
Emoción (afectividad)	1, 3, 5, 10, 12, 13, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 62, 64, 66, 68, 70, 72, 74, 76, 78, 80, 82, 84, 86, 88, 90, 92, 94, 96, 98, 100, 102, 104, 106, 108, 109, 110, 112, 114, 116, 118, 120, 122, 124, 126, 128, 130, 132, 134, 136, 138, 140, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 186, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224, 226, 228, 230, 232, 234, 236, 238, 240, 242, 244, 246, 248, 250, 252, 254, 256, 258, 260, 262, 266, 268, 270, 272, 274, 276, 278, 280, 282, 284
inteligencia emocional	43, 54, 56, 57
Empoderamiento docente	5, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 31, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 146
Enfoque ontosemiótico (EOS)	8, 12, 221, 222, 223, 225, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 235, 236, 237, 239, 240, 241, 243
Enseñanza-aprendizaje de las ciencias (ver Didáctica)	5, 16, 19, 41, 43, 45, 46, 47, 49, 51, 52, 53, 55, 56, 57, 58, 86, 87, 121, 145, 155, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 201, 202, 203, 204, 212, 219, 228, 233, 242, 248, 249, 250, 251, 262, 263, 279, 280, 282, 284
Progresión de aprendizaje	246, 247, 251, 252, 256, 257, 258, 261
Entornos de aprendizaje	8, 207, 213, 214, 216, 217, 219
Episodio	35, 73, 75, 77, 79, 95, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 105, 106, 108, 110, 111, 112, 113, 114,

	132, 133, 134, 135, 149, 151, 157, 160, 161, 166, 238
vídeo-episodio	8, 12, 144, 151, 153, 157, 161, 162, 163, 166
Epistemología (ver Conocimiento)	7, 23, 32, 36, 38, 86, 90, 92, 93, 100, 120, 121, 122, 124, 126, 128, 129, 137, 140, 174, 194, 230, 237, 266, 267, 268, 274, 276, 277, 278, 279, 280
espontánea	124, 126
Escuela	11, 24, 32, 44, 46, 60, 63, 66, 71, 74, 75, 82, 87, 90, 91, 92, 93, 101, 103, 104, 107, 109, 115, 117, 120, 130, 131, 132, 136, 138, 144, 145, 146, 149, 165, 166, 168, 170, 174, 178, 187, 193, 250, 263
saber escolar	9, 13, 74, 107, 124, 137
Esquema Analítico (Analythical Scheme)	134, 135
Estaduto epistemológico fundante	6, 7, 11, 60, 62, 70, 71, 72, 75, 78, 81, 84, 86, 92, 97, 98, 99, 104, 107, 110, 113, 120, 121, 135, 140
Estrategias de cálculo mental (ECM)	156, 164
Evaluación	8, 12, 43, 56, 87, 107, 167, 187, 203, 222, 223, 224, 225, 226, 229, 230, 231, 232, 239, 247, 250, 254, 256, 260, 270, 276, 278
Experiencia	6, 7, 17, 52, 62, 64, 65, 66, 69, 71, 72, 75, 76, 77, 78, 92, 95, 98, 104, 105, 106, 115, 116, 117, 120, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 150, 167, 173, 184, 238, 257, 284
F	
Familia	44, 109
Fenomenología	228, 231
reduccionismo fenomenológico	178
Filosofía positivista	126

Formación	47, 55, 57, 58, 86, 121, 140, 186, 187, 194, 195, 232, 233, 238, 245
de profesores	
(ver Desarrollo Profesional)	39, 55, 57, 87, 164, 167, 168, 176, 188, 190, 191, 192, 204, 205, 206, 207, 210, 213, 214, 217, 218, 219, 222, 226, 227, 235, 236, 241, 242, 243, 246, 263, 269

G

Gestión del Contenido en el Aula	147, 148, 161, 165
Guion	6, 7, 62, 65, 66, 69, 78, 79, 86, 91, 92, 98, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 151, 159, 162, 284

H

Hipótesis de Progresión del conocimiento (HdP)	8, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 189, 190, 194
Horizonte	65, 76, 77, 78, 199

I

Informática	6, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 112, 113, 115, 117, 119, 121, 122
Investigación	7, 8, 11, 13, 15, 16, 18, 20, 23, 33, 36, 37, 38, 39, 43, 53, 54, 57, 60, 70, 71, 73, 82, 83, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 99, 120, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 164, 166, 167, 168, 169, 172, 173, 174, 179, 185, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 203, 209, 210, 212, 214, 217, 218, 219, 220, 224,

	225, 226, 230, 231, 232, 234, 236, 237, 238, 240, 241, 242, 243, 245, 251, 258, 262, 263, 266, 279, 281, 283
educativa (ver Didáctica)	11, 138, 144, 145, 150, 164, 168
interpretativa	132
M	
Matemática educativa (ver Didáctica de las matemáticas)	16, 17, 37
Matemática escolar	16, 19, 20, 21, 22, 24, 27, 33
Metáfora	6, 7, 63, 64, 67, 68, 69, 72, 76, 79, 80, 81, 82, 98, 99, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 113, 116, 117, 119, 120, 136, 137
del juego	6, 80, 137
Modelo	8, 12, 26, 27, 28, 29, 30, 37, 43, 45, 56, 107, 125, 127, 128, 144, 149, 150, 151, 153, 159, 160, 161, 163, 167, 178, 182, 183, 184, 186, 222, 227, 229, 230, 231, 243, 246, 247, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 265, 266, 267, 269, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283, 284
Alternativo	178
científico	251, 253, 257, 258, 259, 260, 261, 263
de enseñanza (ver Unidad Didáctica)	265, 266, 267, 269, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 283
irreducible	246, 258
Tradicional	178
Mundo de la vida	66, 78
N	
Nombrar	71, 72, 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 138

Nomenclatura química escolar	6, 7, 63, 65, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 121, 123, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 138, 139, 141
P	
Pensamiento	7, 11, 13, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 36, 37, 38, 39, 43, 60, 63, 68, 69, 79, 84, 85, 87, 91, 95, 101, 103, 115, 121, 126, 127, 128, 131, 134, 136, 139, 144, 145, 147, 148, 149, 151, 153, 154, 156, 157, 193, 203, 204, 205, 207, 208, 210, 220, 228, 231, 249, 258, 262, 266, 267, 268, 269, 271, 272, 274, 275, 279, 280
docente o del profesorado	68, 69, 79, 87, 136, 137, 266, 275, 280
matemático	24, 32, 203, 204, 205, 207, 208, 210, 220, 228
numérico	7, 144, 145, 147, 148, 149, 151, 153, 154, 156, 157, 231
variacional	32, 36
Práctica	5, 6, 7, 8, 12, 15, 16, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 37, 38, 39, 46, 47, 53, 64, 65, 67, 68, 71, 75, 76, 77, 78, 83, 87, 92, 97, 104, 105, 115, 116, 127, 128, 129, 130, 132, 140, 144, 145, 146, 147, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 183, 186, 187, 188, 195, 196, 197, 198, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 215, 217, 218, 219, 228, 230, 232, 234, 238, 247, 250, 251, 257, 262, 266, 268, 269, 277, 279, 280
artefactos de la-	204, 205, 207, 208, 209, 210, 212, 215, 217, 218

profesional	6, 7, 33, 64, 75, 76, 77, 92, 97, 104, 105, 115, 128, 132, 147, 165, 201, 230, 251
racionalidad- social	64 17, 23, 25, 32, 34, 35, 36, 37, 277
Problematización del saber matemático (psm)	5, 10, 16, 21, 22, 23, 26, 33, 35, 36
Problematización del saber matemático escolar (psme)	5, 10, 16, 21, 22, 23, 26, 33, 36
Profesorado	1, 3, 6, 7, 10, 11, 12, 16, 18, 20, 21, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 47, 48, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 93, 94, 96, 98, 100, 102, 104, 106, 108, 110, 112, 114, 115, 116, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 144, 146, 148, 150, 152, 154, 156, 158, 160, 162, 164, 165, 166, 168, 170, 172, 174, 176, 178, 180, 182, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 192, 194, 196, 198, 200, 202, 204, 206, 208, 210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 223, 224, 226, 228, 230, 232, 234, 236, 238, 240, 242, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 272, 274, 276, 278, 280, 282, 283, 284
Progresión de aprendizaje (ver Hipótesis de progresión del conocimiento)	246, 247, 251, 252, 256, 257, 258, 261
Proporcionalidad (matemáticas)	5, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 38, 39
función proporcional	32

razonamiento proporcional	26, 30, 198, 214, 215
Proyecto de Innovación Didáctica	8, 149, 151, 153, 159, 160, 162, 163, 164, 166
Proyecto educativo	
institucional (PEI)	95, 109, 117, 120
Psicoanálisis	66
psicología conductista	127

R

Reduccionismo	178
academicista	178
fenomenológico	
(ver Fenomenología)	178
Reflexión crítica	13, 266, 267, 269, 270, 271, 279, 280
encuentros de	
reflexión crítica (ERC)	268, 269, 271, 275
Reforma	20, 33, 146, 203, 222
educativa	20, 146
Rueda de Plutchik	45
Rutina	6, 7, 65, 66, 69, 76, 78, 79, 80, 86, 91, 92, 98, 110, 115, 116, 118, 120, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 165, 284

S

saber	5, 6, 7, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 27, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 46, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 85, 86, 87, 90, 91, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 106, 107, 109, 111, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 124, 125, 126, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 139, 140, 158, 176, 193, 196, 232, 246,
-------	---

	249, 254, 257, 259, 261, 262, 268, 269, 274, 275, 276, 277, 280, 284
académico	6, 7, 62, 63, 64, 69, 72, 73, 74, 86, 91, 92, 97, 98, 99, 100, 115, 116, 120, 121, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 140, 284
enseñado	85, 125, 130, 139
escolar	9, 13, 74, 107, 124, 137
sabio	85, 125, 130, 139
Sentido	6, 63, 64, 66, 67, 71, 72, 74, 75, 76, 78, 81, 82, 113, 116, 118, 128, 134, 136, 138
Sistema de numeración decimal posicional (SN)	156, 161
Situación problema	7, 104, 105, 106, 116, 117, 119, 120
Sociedad	16, 38, 56, 109, 138, 242, 243, 254
Subjetividad	6, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 71, 72, 73, 74, 77, 120, 131, 136
colectiva	6, 73, 74, 136
T	
Tecnología	6, 7, 37, 38, 58, 86, 89, 90, 91, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 254, 284
Teoría	16, 36, 37, 38, 87, 122, 140, 170, 194, 219, 231
implícita,	6, 7, 62, 67, 69, 81, 82, 83, 91, 92, 98, 107, 109, 115, 116, 117, 120, 131, 132, 133, 135, 136, 137, 284
socioepistemológica	16, 17, 22, 23, 24, 35, 37
Teoría Antropológica de lo Didáctico (TAD)	139, 231
Transposición didáctica	62, 69, 72, 74, 75, 77, 85, 86, 92, 93, 97, 99, 101, 115, 121, 139, 140, 231

U

Unidad de análisis socioepistémica (uase)	22, 23, 25, 27, 34
Unidad didáctica (UD)	12, 246, 247, 248, 249, 250, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262
Unidad temática	19

Este libro se terminó de imprimir y encuadernar
en los talleres de la Editorial Aula de Humanidades en abril de 2016,
con un tiraje de 300 ejemplares.
Se empleó la tipografía Bell MT

Una de las ideas centrales de este libro es que las disciplinas científicas educativas, que estudian fenómenos epistemológicos, didácticos y pedagógicos ligados al saber, se encuentran en búsqueda continua de trayectos oportunos para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje. Lo anterior presupone, por una parte, una preocupación sostenida respecto al problema de la fundamentación y el desarrollo de la profesión docente a partir de la determinación de la naturaleza, la estructura y la dinámica del conocimiento que la hace posible; por otra parte, una búsqueda permanente de las posibilidades narrativas, epistemológicas, didácticas y pedagógicas que hacen posible el desarrollo de dicho conocimiento con miras al fortalecimiento tanto de la profesión docente en general como de los docentes en particular y, por último, un trabajo de campo comprometido con la identificación o postulación de posibles vías de formación inicial y permanente de docentes basada en los desarrollos teóricos y prácticos emanados de las búsquedas ya indicadas.

ISBN 978-958-59419-0-8

