

# EXPLORANDO EL CAMBIO DEL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO CON PROFESORES DE FÍSICA DE BACHILLERATO

Lina Melo

*Departamento de Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Salamanca*

**RESUMEN:** El estudio describe el cambio del conocimiento didáctico del contenido (CDC) a través de un programa de intervención, como medio para la formación del profesorado de física basado en la reflexión sobre la enseñanza del campo eléctrico. La investigación se llevó a cabo en Colombia con dos profesores de física de Bachillerato, durante dos años consecutivos. La metodología propuesta corresponde a los estudios de caso de tipo descriptivo. Los resultados más significativos nos sugieren que CDC en la planificación, es cada vez más elaborado en la medida en que los profesores adquiere mayor confianza en el contenido que enseña, adquiere una mayor comprensión de los contextos de enseñanza, revisa sus prácticas docentes y, crean nuevas formas de representación didáctica.

**PALABRAS CLAVE:** conocimiento didáctico del contenido, enseñanza del campo eléctrico, desarrollo profesional.

**OBJETIVOS:** Describir el CDC sobre el campo eléctrico, por dos profesores de física durante dos cursos consecutivos, antes y después de la participación de los profesores en un proceso de innovación sobre la enseñanza del campo eléctrico.

## MARCO TEÓRICO

El conocimiento didáctico del contenido (CDC) es uno de los temas relevantes de la actual agenda de investigación en didáctica de las ciencias. De acuerdo con Shulman (2015) este conocimiento es desarrollado por los profesores para ayudar a otros a aprender, y es construido mientras enseñan contenidos específicos de su área de conocimiento.

Desde nuestra perspectiva, el CDC es un conocimiento dinámico con su propia estructura, fuentes, componentes, naturaleza y filtros. Además, el CDC posibilita y legitima a la enseñanza como una profesión (Melo, Cañada y Mellado, 2017). Es un punto de encuentro entre los conocimientos que el profesor adquiere, a través de su formación y experiencia, y la práctica de aula (Alonzo y Kim, 2016; Garritz et al., 2008; Nilsson, 2008).

Alonzo y Kim (2016) y Shulman (2015) señalan el olvido que ha tenido la práctica del aula en muchas investigaciones sobre el CDC. Alonzo y Kim (2016) ponen de manifiesto la necesidad de diferenciar, durante la medición del CDC, los aspectos dinámicos de los estáticos. Definen el CDC

dinámico como aquel relacionado con la práctica de aula y los razonamientos que subyacen en la toma de decisiones durante la instrucción, y el CDC estático como aquel relacionado con lo que los profesores declaran sobre la enseñanza de los contenidos específicos.

En nuestro caso, y en concordancia con lo planteado por Alonzo y Kim (2016) consideramos que la caracterización del CDC puede desarrollarse a partir de tres niveles: declarativo, diseño y acción, los cuales corresponden a lo que el profesor piensa, planifica y hace frente a la enseñanza de un contenido específico. Consideramos además que la coherencia entre estos tres niveles y su permanencia en el tiempo son indicadores del proceso de transformación e integración del conocimiento profesional.

Van Driel, Berry y Meirink (2014) nos sugieren que para el desarrollo del CDC se deben propiciar oportunidades para que los profesores planifiquen, diseñen y evalúen su enseñanza bajo metodologías que incluyan el trabajo colaborativo, además de brindar espacios para compartir y evaluar críticamente distintos aspectos del CDC. Sin embargo, es necesario tener en cuenta que cada profesor amplía su CDC de una forma particular y personal, según el contenido que enseñe (Melo et al., 2016).

## METODOLOGÍA

Se utilizó una metodología cualitativa mediante el diseño de estudio de casos. Los profesores participantes (P1 y P2) tienen formación en didáctica de las ciencias, laboran en colegios privados en la ciudad de Bogotá, y tienen experiencia docente entre 5 y 7 años.

La información se recogió en dos momentos que se denominaron: primer año (2010-2011) correspondiente al período antes de la intervención (AI), y segundo año (2011-2012) correspondiente al período después de la intervención (DI). Durante el primer año se realizó la caracterización inicial del CDC, donde de forma natural intentamos captar ese CDC, en las actuaciones convencionales de los profesores sin valorar o intervenir su proceso de E-A. Durante el segundo año, se realizó la caracterización final o con intervención del CDC. Durante la intervención se desarrollaron una serie de actividades antes de empezar el período de enseñanza del contenido y diseñamos nuevas unidades didácticas sobre la enseñanza del campo eléctrico a partir de los análisis y reflexiones sobre el CDC inicial.

Los instrumentos utilizados en esta investigación fueron: a) un cuestionario de preguntas abiertas sobre lo que los profesores consideran que son las estrategias de enseñanza en física y el papel de la planificación en el proceso de enseñanza-aprendizaje del campo eléctrico; b) el material curricular utilizado; c) la matriz diseñada por Loughran, Mulhall, y Berry (2004) como representación del contenido (ReCo); d) la unidad didáctica desarrollada por los profesores sobre electricidad y magnetismo; e) grabaciones de clase; f) cuestionario post grabaciones de clase; g) entrevistas sobre el conocimiento didáctico del contenido del campo eléctrico; h) entrevistas semiestructuradas de valoración por parte de los profesores sobre el proceso investigativo y i) diario de campo.

El sistema de categorías se desarrolló, tomando como base el modelo de Magnusson, Krajcik y Borko (1999). Las categorías consideradas fueron: conocimiento sobre el currículo (CdC); conocimiento sobre los estudiantes (CEt); conocimiento sobre la evaluación (CdE); conocimiento sobre las estrategias de enseñanza (CEE). Cada categoría fue definida a partir de dos tendencias opuestas: tendencia tradicional o centrada en el profesor (TT), la tendencia innovadora o centrada en el alumnado (TC) y una tendencia intermedia (TI). Además de la organización por tendencias, el análisis se subdividió según lo que los profesores declaran, planifican y hacen en el aula.

## RESULTADOS

En la tabla 1 se presenta un resumen de las tendencias dominantes del CDC en P1 y P2 antes y después de la intervención a partir de lo que declaran, planifican y hacen en el aula. En cada categoría se identificó la tendencia dominante o presente. Los casos en los que existe presencia de las distintas tendencias (tradicional-TT, intermedia-TI e innovadora-TC) se han representado con una O, y simboliza que no hay una tendencia definida.

En la tabla se resalta en gris claro las categorías en las que se produce una progresión: han cambiado de una tendencia tradicional a una intermedia, de una tradicional a una mezcla de tendencias, o de una mezcla de tendencias a una intermedia. En gris oscuro se resaltan las categorías en las que se produce una regresión: cambios de una mezcla de tendencia o una tendencia intermedia a una tradicional y, de una tendencia innovadora a una tradicional. Los resultados se presentarán señalando los aspectos más sobresalientes.

Tabla 1.  
Tendencias predominantes del CDC.

Categorías	Subcat.	P1						P2					
		Declarativo		Planificación		Acción		Declarativo		Planificación		Acción	
		AI	DI	AI	DI	AI	DI	AI	DI	AI	DI	AI	DI
<i>B. Conocimiento Sobre el Currículo(CdC)</i>	B1	TI	O	TT	O	TT	O	TI	O	TI	O	TI	O
	B2	TT	O	TT	O	TT	O	TI	TI	TT	O	TT	O
	B3	TI	O	O	O	TT	O	TI	TI	TT	O	TI	TI
	B4	TC	TI	TT	O	TT	O	TT	O	TT	TI	O	O
<i>C. Conocimiento de los estudiantes frente al aprendizaje del campo eléctrico(CEt)</i>	C1	TC	O	O	TI	TT	TT	TC	TC	O	O	O	O
	C2	TT	O	TT	O	O	O	TT	O	TT	O	O	O
	C3	TI	O	O	O	O	O	TT	TT	TT	TT	O	O
	C4	TT	TT	N	N	N	N	TT	TT	N	N	N	N
<i>D Conocimiento sobre la Evaluación (CdE)</i>	D1	TT	TT	TT	TT	TT	TT	TC	TT	TT	TT	TT	TT
	D2	O	O	TT	TT	TT	TT	O	O	N	TT	O	O
	D3	O	O	TT	TT	O	O	O	O	TT	TT	TT	TT
	D4	TT	TT	TT	TT	N	N	TT	TT	N	O	O	O
<i>E. Conocimiento Sobre las Estrategias de Enseñanza (CEE)</i>	E1	TC	O	TI	O	TT	O	TC	TC	TT	O	O	O
	E2	TT	O	TT	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	E3	TT	O	TT	O	O	O	TT	TT	TT	TT	TT	TT
	E4	TC	O	TT	O	TT	O	TT	TT	TT	TT	TT	TT

AI: Antes de la Intervención; DI: Después de la Intervención; TT: Tendencia Tradicional; TI: Tendencia Intermedia; TC: Tendencia Innovadora; O: Las tres tendencias emergen por igual; N: no hay evidencia

SUBCATEGORÍAS: B1: Contenidos y Criterios de Selección de los contenidos; B2: Organización de los Contenidos; B3:Fuentes y Recursos; B4: Objetivos; C1: Naturaleza de las ideas de los Estudiantes; C2: Dificultades de Aprendizaje; C3: Intereses y Necesidades; C4: Motivación y Participación; D1: Finalidad y Objeto de la Evaluación; D2: Quién participa en la evaluación; D3: Tipo, Instrumentos, Técnicas y Diseño de la Evaluación; D6: Calificación; E1:Criterios de selección de las estrategias; E2: Tipo de estrategias y actividades; E3: Secuencia didáctica; E4: Tipo de representación del contenido.

## CDC de P1

Para P1 las componentes del CDC que sufren una mayor progresión a través del tiempo desde la planificación y la acción son el conocimiento curricular y el conocimiento sobre las estrategias de enseñanza. Sin embargo para estas mismas categorías, desde lo declarativo, Isabel cambia de tendencias intermedias e innovadoras a otras más indefinidas, regulando sus declaraciones después de la intervención frente a lo que planifica y hace en el aula.

En términos generales P1 pasa de un CDC más centrado en sí misma desde lo que planifica y hace, a otro mezcla de distintas tendencias, y por tanto menos definido. Antes de la intervención el CDC de P1 desde lo declarativo se caracteriza por una enseñanza que parte de lo más simple (la carga eléctrica) a lo más complejo (campo eléctrico). Después de la intervención modifica la estructura de los contenidos, en función del aprendizaje de sus estudiantes, y considera que la idea de fuerza eléctrica, como efecto del campo, es la clave para la construcción del concepto de campo eléctrico. En las estrategias de enseñanza declara, inicialmente, concepciones cercanas a una tendencia innovadora, señalando el papel activo de los estudiantes en el proceso de aprendizaje del campo eléctrico. Sin embargo, estas ideas no se reflejan en la descripción que realiza de la secuencia didáctica y de las actividades que utiliza en el aula, más propias de la tendencia tradicional. En el segundo año declara una mezcla de tendencias en la selección de estrategias. Por ejemplo, propone estrategias relacionadas con la vida cotidiana que permiten a las estudiantes transitar de lo abstracto a lo simple. También realiza una nueva secuencia de enseñanza que implica la realización de experimentos por parte de las estudiantes, seguidas de debates para que discutan, argumenten y validen sus propios resultados. En P1 no se producen cambios en la componente de la evaluación, cuyo objeto es comprobar lo que se enseña, medido a través del nivel de comprensión que demuestran las estudiantes al aplicar lo aprendido.

La flexibilidad que le aporta la nueva organización del contenido después de la intervención y la confianza que siente sobre el contenido que enseña, repercute en los cambios de su CDC.

## CDC de P2

P2 presenta menos disposición al cambio que P1. La componente del CDC sobre el conocimiento sobre el currículo es la que sufre una mayor progresión a través del tiempo desde lo que declara, planifica y hace en el aula. Su punto de partida para la componente curricular del CDC desde lo declarativo es el de una tendencia intermedia y sólo presenta cambios en los objetivos, mientras en la planificación es una tendencia tradicional, la cual se modifica a una mezcla entre tendencias. Antes de la intervención la resolución de ejercicios, sobre la ley de Coulomb y la intensidad del campo eléctrico, fue el eje fundamental de sus objetivos. En cambio después de la intervención considera que la verdadera intención de su enseñanza es mostrar que la física es mucho más que matemática aplicada.

La única subcategoría que muestra cambios desde lo declarativo y la planificación, es la relacionada con las dificultades de aprendizaje y sus causas, mientras desde lo que hace en el aula muestra una tendencia indefinida. Antes de la intervención sólo hace alusión al nivel de abstracción del contenido y a dificultades genéricas que son aplicables a cualquier contenido del currículo. Después de la intervención reconoce dificultades específicas sobre el contenido, que posteriormente es capaz de relacionar en el análisis de diferentes episodios de sus clases.

En la evaluación desde lo declarativo se produce una regresión en la finalidad, de una tendencia constructivista a una tradicional. Antes de la intervención su proceso de evaluación es continuo y le permite identificar los logros y dificultades de los estudiantes; en cambio después de la intervención describe una evaluación cuya función es la de comprobar los contenidos aprendidos. Ésta última visión es la que prima en la planificación y la acción. En las estrategias de enseñanza no se detectan cambios. La secuencia básica es: el profesor explica, los estudiantes aplican y el profesor evalúa.

## CONCLUSIONES

La creación de programas de intervención y los análisis sobre la práctica de aula, fundamentados en los aspectos teóricos del CDC, dotan de un carácter más reflexivo el saber, planificar y hacer del profesor, convirtiéndose en aspectos favorecedores del cambio didáctico.

A pesar de la generalidad de los resultados presentados, éstos nos sugieren que el CDC desde la planificación, es cada vez más elaborado en la medida en que los profesores adquiere mayor confianza en el contenido que enseña, adquiere una mayor comprensión de los contextos de enseñanza, revisa sus prácticas docentes y crean nuevas formas de representación didáctica. Sin embargo, no hay una repercusión causal y directa entre los cambios en la componente curricular y las estrategias de enseñanza con algunos aspectos del aprendizaje de los estudiantes sobre el campo eléctrico. Nuestros resultados demuestran la alta resistencia al cambio sobre lo que el profesorado hace en el aula a diferencia de lo que declara y planifica.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALONZO, A.C., y KIM, J. (2016). Declarative and dynamic pedagogical content knowledge as elicited through two video-based interview methods. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1259–1286.
- GARRITZ, A., NIETO, E., PADILLA, K., REYES, F. y TRINIDAD, R. (2008). Conocimiento didáctico del contenido en química. Lo que todo profesor debería poseer. *Campo Abierto*, 27(1), 153-177.
- LOUGHRAN, J., MULHALL, P., y BERRY, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.
- MAGNUSSON, S., KRAJCIK, J., y BORKO, H. (1999). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In Gess-Newsome, J. & Lederman, N. (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 95-132), Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher.
- MELO, L., CAÑADA, F., y MELLADO, V. (2017). Initial Characterization of Colombian High School Physics Teachers' Pedagogical Content Knowledge on Electric Fields. *Research in Science Education*. 47(1), 25-48.
- MELO, L., CAÑADA, F., MELLADO, V. y BUITRAGO, A. (2016). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13 (2), 449-465.
- NILSSON, P. (2008). Teaching for Understanding: The complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1281–1299.
- SHULMAN, L. (2015). PCK: Its genesis and exodus. In Berry, A., Friedrichsen, P., Loughran, J. (eds.) *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 3-13). New York: Routledge.
- VAN DRIEL, J, BERRY, A y MEIRINK, J. (2014) Research on Science Teacher Knowledge. In Abell, S., & Lederman, N (eds.). *Handbook of Research on Science Education Vol II.* (pp. 848-870) New York and London: Routledge.

