

Conocimiento didáctico del contenido y formación de profesores de física: elementos para la investigación

Jaime Duván Reyes Roncancio¹

El profesor y su conocimiento

La referencia al conocimiento del profesor tiene sus orígenes en el programa de investigación propuesto por Shulman (1984, en Wittrock, 1989) al referirse a las fallas de los estudios sobre la cognición del profesor y señalar que las falencias de este campo de investigación están en no dilucidar las relaciones que se dan entre las comprensiones de los estudiantes, la enseñanza de los profesores y la reflexión que estos hagan de tales procesos. Posteriormente, con los aportes de perspectivas de corte epistemológico y de orden pragmático, este campo de investigación se interesa en el reconocimiento de su carácter práctico (Connelly y Clandinin, 1988), que media las acciones en el aula, así como de su carácter evolutivo, tanto desde enfoques reflexivos (Schön, 1992) como profesionales (Porlán y Rivero, 1998).

Los estudios iniciales sobre conocimiento del profesor (Shulman, Grossman y Wilson, 1989) cuestionaron el conjunto de investigaciones de proceso-producto en las que se proponía investigar el conocimiento de los profesores en relación exclusiva con el rendimiento de los alumnos, y comenzaron a posicionar propuestas alternativas ya no en los resultados de las evaluaciones sobre lo que los estudiantes saben, sino en el reconocimiento del profesor como sujeto epistémico que también ha aprendido el contenido en formas específicas y al que le asigna determinadas connotaciones en el proceso de hacerlo comprensible por sus estudiante.

Este enfoque es, en definitiva, una apuesta por considerar que el profesor piensa y actúa (consciente o inconscientemente) mediado por la relación entre su conocimiento pedagógico, su conocimiento del contenido de las ciencias y el conocimiento del contexto, pues:

el profesor inevitablemente transforma el contenido en algo, un contenido enseñable que tiene su propia lógica y estructura, y tiene sentido para los alumnos. El conocimiento que ayuda a que se produzca esta transformación del conocimiento incluido en el currículo escolar, en algo que tenga sentido para los alumnos, es a lo que denominamos CDC (Stengel, 1992, p. 7, en Bolívar, 1992, p. 8).

1 Correo electrónico: jdreyesr@udistrital.edu.co

Shulman define el conocimiento didáctico del contenido como: “esa especial amalgama entre materia y pedagogía que constituye una esfera exclusiva de los maestros, su propia forma especial de comprensión profesional” (2001, p. 174; 2005, p. 11). Algunos autores (Marcelo, 1992; Bolívar, 1993 y Benejam, 1993) coinciden en destacar que la propuesta inicial de Shulman considera las pretensiones de la materia que se enseña, las valoraciones que se hacen del currículo, las estrategias (uso de analogías, ejemplificación, explicaciones, demostraciones) de enseñanza, así como los avances y las dificultades comprensivas de los estudiantes. Sin embargo no sobra mencionar que en estos términos el propio Shulman afirmó que:

Dentro de la categoría conocimiento didáctico del contenido incluyo los temas más comúnmente enseñados en una determinada asignatura, las formas más útiles para representar las ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas, en una palabra, las formas de representar y formular el contenido para hacerlo comprensible a otros. El conocimiento didáctico del contenido también incluye un conocimiento de lo que facilita o dificulta el aprendizaje de temas concretos; las concepciones y preconcepciones que los estudiantes de diferentes edades y procedencia traen consigo cuando aprenden los temas y lecciones más frecuentemente enseñadas (1986, p. 9).

Dado que los estudios sobre el conocimiento del profesor manifiestan la existencia del CDC en profesores en ejercicio, conviene cuestionar su relación con la formación inicial del profesor. En efecto, tal como sugieren Gudmundsdottir y Shulman:

Actualmente, en la mayoría de los programas de formación del profesorado, los estudiantes aprenden primero la materia, métodos generales de enseñanza, psicología y sociología. Pero se hace poco énfasis en conseguir que los profesores en formación piensen sobre la materia que han de enseñar en términos de sus contenidos didácticos (1990, p. 33).

Esto, por un lado permite discutir la posibilidad de caracterizar el CDC de los futuros profesores y, por otro, también posiciona la discusión entre pedagogía y didáctica (que para el caso colombiano parece ser muy importante) desde la perspectiva en donde las didácticas específicas comienzan a configurarse como campos del saber que consideran a la pedagogía no necesariamente su referente principal.

Debido a que en nuestro contexto educativo las reflexiones investigativas acerca de la enseñanza de contenidos son fundamentales para la didáctica, pero no necesariamente para la pedagogía, se hace necesario precisar una distinción conceptual entre estos dos campos, por lo menos a manera de referencia general. Pues bien, desde el enfoque de R. Lucio (1989) la didáctica es entendida como un conocimiento o saber del profesor que “tematiza el proceso de instrucción, y orienta sus métodos, sus estrategias, su eficiencia (...). La didáctica está entonces orientada por un pensamiento pedagógico, ya que la práctica de la enseñanza es un momento específico de la práctica educativa”. En este sentido la comparación con la pedagogía se hace a la luz de los intereses de lo que ésta se propone en términos de “¿cómo educar?” por ello “La pedagogía es la ciencia que orienta la labor del educador”, mientras que “La didáctica orienta un aspecto específico de ella: su labor como docente”.

El punto en el que coincide con Lucio este documento, es en lo que podría denominarse como una relación mutuamente dependiente que existe entre la pedagogía y la didáctica, pues estas dos ciencias prospectivas se apoyan en otras explicativas (la pedagogía en la sicología y la sociología evolutiva, y la didáctica en la sicología del aprendizaje). En este sentido, la didáctica se pregunta cómo enseñar, y se constituye en ciencia de la enseñanza que “tiende a especializarse fundamentalmente en torno a áreas o parcelas del conocimiento. Se habla así de una didáctica general, como también de una didáctica de las matemáticas o de las ciencias sociales, de una didáctica de la enseñanza secundaria o de una didáctica del trabajo científico” (Lucio, R. 1989, p. 3). Ahora bien, esta idea de la didáctica es también retomada por C. Vasco (1990): “Considero la didáctica no como la práctica misma de enseñar, sino como el sector más o menos bien delimitado del saber pedagógico que se ocupa explícitamente de la enseñanza” (1990, p. 4).

Así las cosas, la idea de conocimiento didáctico y el conocimiento pedagógico del profesor de física en formación inicial, no puede ser entendida en disyuntiva necesariamente, sino en el sentido de complementariedad. Por ello, considerar un conocimiento didáctico del contenido tiene sentido a la luz del surgimiento de las didácticas específicas, orientadas por un conocimiento pedagógico pero no necesariamente supeditadas en estricto a éste. De esta forma, la idea de conocimiento didáctico de contenido se entiende desde la perspectiva del conocimiento involucrado en el proceso de enseñanza y muy estrechamente ligado al trabajo profesional de coadyuvar a los procesos de comprensión de los estudiantes, en particular de los tipos

de contenidos conceptuales, actitudinales y procedimentales asociados a las disciplinas de las ciencias que se enseñen.

En estos términos surgen muchas preguntas sobre la naturaleza del conocimiento didáctico del contenido. Si bien se ha venido mencionando su estrecha relación con lo pedagógico y lo disciplinar de las ciencias que se enseñan, continúan existiendo algunas preguntas que valdría la pena reflexionar e investigar, como:

- a. ¿Existe una pedagogía de la ciencia que se constituya como referente conceptual del conocimiento pedagógico del profesor, así como una de didáctica de las ciencias en relación con el CDC?
- b. ¿La idea de un conocimiento pedagógico del contenido (PCK) considera categorías propias de la didáctica de las ciencias en el contexto donde el CDC ha venido siendo investigado?
- c. ¿Es el conocimiento didáctico de contenido una categoría que se revele de interés para quienes reportan trabajos de investigación en el marco del PCK?
- d. ¿Por qué se hace urgente una diferenciación o el establecimiento de relaciones entre PCK y CDC a la luz de la evolución de cada uno de ellos en el caso de la enseñanza de la física y la formación de profesores de física?
- e. ¿Esta intención diferenciadora entre PCK y CDC se hace necesaria para el caso de la enseñanza de las ciencias según lo que reporta el estado del arte?, ¿qué argumentos han usado diferentes autores para el uso de PCK o CDC?

Una primera aproximación a estas cuestiones revela que ninguno de los trabajos de investigación consultados en PCK de la base de datos de Eric (MR), para el caso de la formación de profesores de física, diferencia explícitamente la didáctica de la pedagogía, y mucho menos hace alusión a diferenciaciones entre PCK y CDC. Por parte de los trabajos en CDC en el caso de formación de profesores, se encuentra que la literatura de referencia es, en general, la misma que la de PCK; lo que sí aparece en algunos trabajos (Marcelo, 1992 y Bolívar, 2005) es un recuento subsecuente de cómo se ha venido entendiendo el CDC como una traducción del PCK, la que a mi manera de ver se constituye en una adaptación contextualizada del mismo, en la que podría reconocerse la existencia de elementos que, al parecer, no tienen discusión en cuanto a esta relación entre PCK y CDC, a saber:

1. La consideración de un conocimiento profesional del profesor cuyo basamento epistemológico trasciende la mera consideración de equivalencia con el conocimiento disciplinar de la ciencia que enseña y del conocimiento pedagógico como tal.

2. La pertinencia de investigar las formas particulares en que este conocimiento (PCK, CDC) se constituye en el sujeto epistémico profesor.
3. El validar la existencia (implícita o explícita) de este conocimiento (PCK, CDC) en los sujetos que se encuentran en proceso de formación para profesores.
4. La perspectiva de indagación (longitudinal o transversal) de este conocimiento (PCK, CDC) tanto de los profesores en formación como de los que están en ejercicio docente.
5. La posibilidad de validar este conocimiento (PCK, CDC) como propio del profesional de la enseñanza, para el caso que nos ocupa en este momento, del profesor de física en formación inicial.
6. El considerar que hay que investigar este conocimiento (PCK, CDC) para mejorar o reflexionar sobre lo que se enseña y se aprende en la clase de ciencias. Es decir, la pretensión de validez se basa, entre otras cosas, en la cualificación de los procesos tanto de formación como de mejoramiento continuo en el ejercicio de la profesión docente.
7. La perspectiva de Shulman es referencia base en todos los trabajos de CDC-PCK en el sentido de considerar la idea de transformación de los contenidos de conocimiento, en la que se integra el propósito de hacer comprensible este conocimiento a los estudiantes.

A manera de hipótesis se plantea aquí que el Conocimiento Didáctico de Contenido contempla las mismas categorías investigativas que las del Conocimiento Pedagógico del Contenido, y así será asumido en el presente trabajo hasta cuando la revisión ampliada del estado del arte indique otra cosa. No obstante, se hace importante declarar los siguientes aspectos:

1. Para el contexto colombiano la diferenciación entre pedagogía y didáctica ha sido históricamente un punto de discusión no solo en términos de sus definiciones, sino de la concepción desde donde se declaran sus diferencias, como se ha mencionando.
2. En este trabajo se asume que el profesor de física en formación inicial construye un conocimiento pedagógico general que no necesariamente se declara didáctico. Es decir, a este conocimiento pedagógico le son inherentes las discusiones sobre las teorías de la enseñanza y el aprendizaje en general, estudios en los cuales la psicología juega un papel importante.
3. Este trabajo asume que el conocimiento didáctico del contenido del profesor de física en formación inicial, se construye en la integración del conocimiento pedagógico general con el conocimiento de la física, cuando se asumen procesos de enseñanza de la física.
4. Así, la idea de conocimiento didáctico de contenido que aquí se asume no se diferencia notablemente de lo que la literatura reporta en los estudios sobre CDC y PCK.

Un postulado que se comparte con la literatura en PCK-CDC en este trabajo tiene que ver con la perspectiva sobre la posible naturaleza integradora de este conocimiento que se vuelve relevante, o adquiere sentido de reflexión, cuando de enseñar física se trata. En efecto, cuando los profesores de física en formación inicial reciben los cursos de pedagogía y los de física, estos generalmente son impartidos de forma independiente y fragmentada, lo cual implica que los primeros sean asumidos sin contenidos físicos y los segundos sin contenidos pedagógicos, traducándose esta situación en una especie de *formación sin pretensión de enseñanza* (ver Gráfica 1).

Ahora bien, en concordancia con la idea básica del título del artículo de Shulman (1987), "The knowledge growth in teaching", la idea de conocimiento didáctico de contenido surge de manera explícita como confluencia entre los conocimientos pedagógicos generales y los conocimientos físicos *en la pretensión de enseñanza de la física*. Es aquí donde la idea de conocimiento didáctico también deja de ser una frase heredada de la pedagogía sin relación directa con contenido alguno de la física y pasa a constituir el conocimiento didáctico del contenido como tal. Eso no puede ser entendido como un mero cambio entre pedagogía y didáctica sino, más bien, en el sentido de Lucio (1989) cuando se plantea las dualidades de "pedagogía sin didáctica" y "didáctica sin pedagogía". Pero, ¿por qué este matiz de formación con pretensión de enseñanza? Una respuesta sencilla se basa en los estudios sobre formación inicial y conocimiento de profesores novatos, los cuales revelan la falta de una reflexión significativa del profesor sobre su propio conocimiento para la enseñanza y donde además se destaca que este mismo proceso metacognitivo posibilita mejores comprensiones del conocimiento de la disciplina que se enseña.

Se sigue entonces que la perspectiva de una posible equivalencia entre PCK y CDC (Grossman, 1990; Carlsen, 1999; Magnusson, Krajcik y Borko, 1999, a partir de la propuesta de Grossman, 1990; Morine-Dershimer y Kent, 1999, teniendo en cuenta a Gess-Newsome y Lederman, 1999, pp. 98, 22) al parecer no solo es un asunto de traducción literal de términos del inglés al español desde una perspectiva traslacionista (Doyle, 1992), en la que lo pedagógico se asume como lo didáctico, sino que deviene precisamente de las valoraciones que se hacen de los términos en contextos de investigaciones particulares y que son característicos del devenir histórico en contextos diferentes. Así, se coincide con Gees Newsome cuando se afirma que los enfoques del CDC de "*orientación transformadora*" parecen reconocer las dinámicas no solo de las acciones del profesor, sino de las relaciones entre los elementos de su conocimiento profesional (Valbuena, 2007). Esto per-

mite también asumir al CDC en un sentido dinámico-constructivo, lo que en términos de Hashweh (2005) se podría distinguir como “*teacher pedagogical constructions*”, y que a juicio de Bolívar (2005) permite comprender el conocimiento didáctico del contenido como una “colección de ‘construcciones didácticas’, específicas para cada tópico, que puede ser examinada en los diversos componentes que la configuran (conocimiento curricular, del contenido, creencias sobre la enseñanza-aprendizaje, conocimientos y creencias didácticas, conocimientos del contexto y recursos, metas y objetivos)” (Bolívar, 2005, p. 9). Con esto, el CDC es un conocimiento organizador en el que los otros conocimientos se ven transformados en un proceso dialógico (pasivo o activo) en el que el profesor va construyendo su saber profesional como tal. Ahora bien, como se pregunta Grossman, “¿Si el conocimiento didáctico del contenido es un importante componente del conocimiento base de la enseñanza, la formación del profesorado transmite esta área del conocimiento profesional?” (Grossman, 1989, p. 25 en Bolívar, A., 1993, p. 114), ante lo cual se posiciona la pregunta por si es posible caracterizar este CDC, ¿desde qué perspectiva hacerlo? La respuesta a la pregunta anterior fundamenta una línea de investigación en la cual se inserta el interés del autor del presente artículo por desarrollar la tesis doctoral. Desde esta mirada, la importancia de la investigación del CDC en la formación de profesores de física permite cuestionar hasta dónde los saberes de la física y de la pedagogía por sí solos son suficientes para la enseñanza, contribuyendo en procesos que destaquen cómo “Los profesores en formación necesitan ser conscientes del proceso que deben emprender para hacer que el conocimiento del contenido sea asequible para los alumnos, (...) para que comiencen a redefinir su conocimiento de la materia y, por tanto, a construir su Conocimiento Didáctico del Contenido” (Gudmundsdottir y Shulman 1990, en Bolívar, 2005). Así, para el estudio del CDC se requiere comprender las dimensiones del sujeto-epistémico-profesor, las cuales, a juicio de Perafán (2004), permiten reconocer una *diversidad epistemológica* del profesor de física, así como la necesidad de un debate sobre su estatus epistemológico en el contexto internacional de la investigación educativa. Este aspecto se puede vincular con los procesos de formación de profesores al cuestionar ¿cómo y quién es el responsable de que el CDC se vaya resignificando? En particular se coincide con los presupuestos de Gudmundsdottir y Shulman (1987), quienes reconocen que es el propio sujeto (profesor en formación) quien ha de identificar que este conocimiento “se construye a partir del conocimiento del contenido que el profesor posee, así como del conocimiento pedagógico general, del conocimiento de los alumnos y también es consecuencia de la propia biografía personal y profesional del profesor” (Butt, Raymond y Yamagishi, 1988, en Marcelo, 1992, p.:8).

Una aclaración necesaria en este punto es: el conocimiento didáctico de contenido deviene de todo el proceso de formación del profesor, lo que sucede es que solo hasta cuando se cuestiona su existencia, éste deja de ser un conocimiento tácito y pasa a ser explícito. En el nivel tácito, el CDC del profesor en formación deviene de los enfoques de enseñanza que le sean inherentes al currículo que vivencia, y en el nivel explícito el CDC adquiere una connotación de conciencia en el sujeto, que puede ser aprovechada por quienes lideran los cursos de didácticas específicas; es aquí donde la formación con pretensión de enseñanza se hace necesaria y precisamente la que debe investigarse mucho más. Aspecto de relevancia máxima si se observa desde la reflexión argumentada que posiciona el rol de los cursos de didáctica de la física en los proyectos de formación de profesores, así como en la discusión sobre el origen del conocimiento didáctico del profesor de física, situación que problematiza también la investigación del profesor principiante. Al respecto Bolívar comenta:

En la tarea de todo profesor principiante de repensar y transformar su materia, desde una perspectiva didáctica, en formas de conocimiento que sean apropiadas para los alumnos y las tareas docentes (Grossman, Wilson y Shulman, 1989), los cursos dedicados a la didáctica específica, enfocados en posibilitar una representación flexible del contenido, pueden tener importantes efectos en contribuir a forjar un Conocimiento Didáctico del Contenido, que será completado con las experiencias prácticas (2005, p.15).

Reflexión que deja clara la necesidad de ahondar en la investigación, no solo en la idea de aclarar si hay que nominar PCK o CDC al conocimiento del profesor, sino en la búsqueda por su caracterización, de manera que con esto tanto la formación inicial como la continua se basen en mayores conocimientos de problemáticas contextualizadas a los sujetos epistémicos y no a imaginarios sobre lo que “debería saber un profesor” como genérico para recetar.

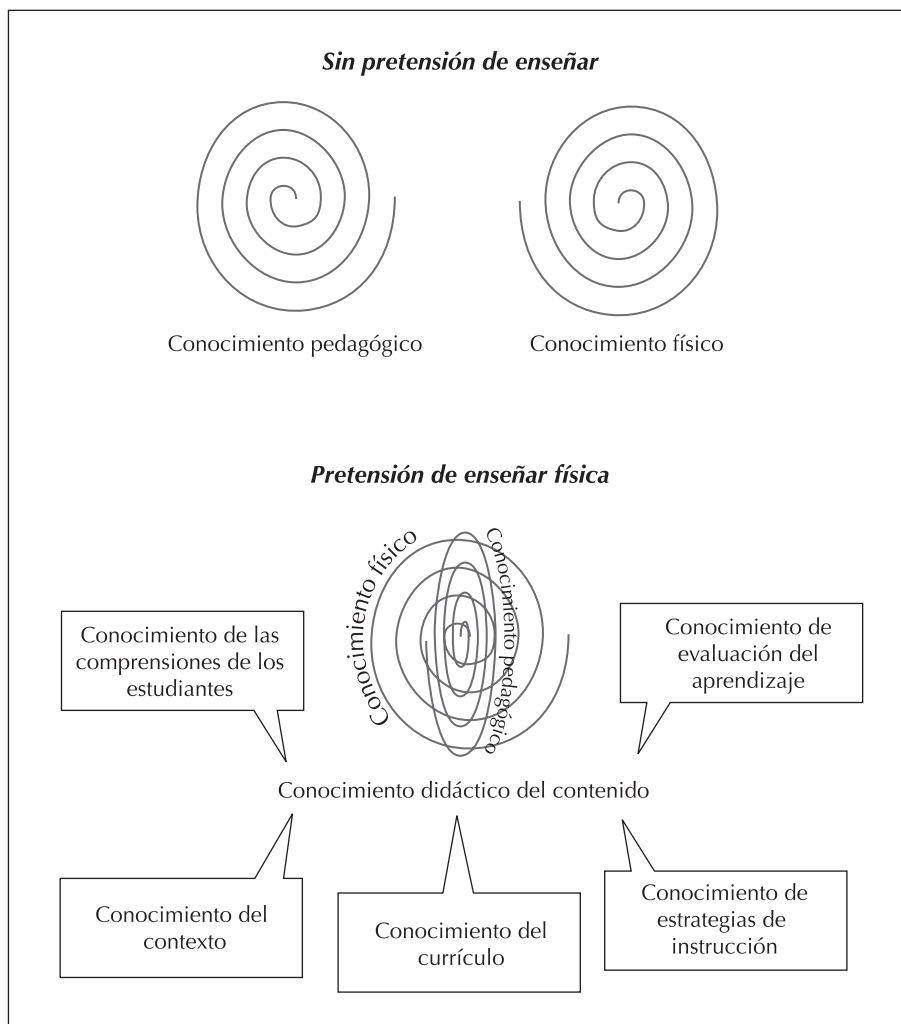
La idea de caracterización del CDC en el profesor de física

La caracterización del CDC implica un proceso de identificación de rasgos particulares que lo diferencian frente al conocimiento pedagógico general y al conocimiento físico como tal, para así poder formular al CDC como constructo (Hashweh, M., 2005; Park, S. y Steve, O., 2008; Abell, 2008) del profesor en formación, en el que se integran no solo estos dos saberes,

sino que hay una intención concreta de que los estudiantes comprendan la física. Es decir, en este trabajo se reconocerá que la caracterización del conocimiento didáctico de contenido se hace relevante por cuanto de ella se arroja información pertinente para reorganizar procesos de formación del profesorado, así como para destacar factores distintivos del conocimiento del profesor en formación que van más allá de las fortalezas en sus conocimientos físicos. Asimismo, la relevancia de la caracterización no debe entenderse solamente desde la perspectiva del para qué, sino también del cómo, ya que cuando se realiza el proceso de caracterización del CDC se hará especial énfasis en la determinación de las relaciones entre los componentes del CDC, de manera que la interpretación de tales relaciones permita una mirada más holística del CDC de los profesores en formación inicial. Así, el *¿cómo?*, se refiere a la especial manera (amalgama, en términos de Shulman) en la que los componentes del Conocimiento Didáctico del Contenido se ponen en juego no por sí mismos, sino a la luz de sus interrelaciones.

Un punto de partida para esta labor se puede relacionar con tres aspectos de la enseñanza:

- a. *el proceso de la planeación*: en el que se pregunta *¿qué componentes* (por ejemplo, criterios de selección y secuenciación de contenidos, tipos de tareas y actividades, inclusión de propuestas que permitan la detección de las ideas de los estudiantes, criterios y herramientas de evaluación) del conocimiento didáctico del contenido seleccionan los profesores de física en formación, en sus protocolos inherentes a la planeación? Estos pueden ser de diversa índole, en ocasiones se solicitan unidades didácticas en estricto, como lo ha venido planteando la corriente española de investigación (IRES) y de formación docente en el entendido de que esta herramienta permite organizar la planeación de la enseñanza. Sin embargo, no es obligatoria en un sentido estricto ya que los estudiantes de práctica docente no necesariamente la utilizan.
- b. *el desarrollo de las clases de física en la práctica docente*: en donde se pregunta por *¿cuáles son las posibles relaciones entre las características del CDC al desarrollar las propuestas de enseñanza de la física con estudiantes de bachillerato?*
- c. *el establecimiento de una interpretación de orden sintético*: en donde se pregunta por *¿cómo interpretar el CDC de los profesores de física en formación inicial?* y respecto a las relaciones entre los componentes del CDC caracterizados desde una perspectiva integradora.



Gráfica 1. Conocimiento Didáctico del Contenido como integrador del proceso con pretensión de enseñanza.

Un caso de estudio: la didáctica del campo eléctrico

Ya que el CDC está estrechamente relacionado con los contenidos específicos, se ha escogido como referente temático la electricidad y en particular el campo eléctrico, considerando en primer lugar, que este tema ha sido estudiado por los futuros profesores con quienes se va a realizar la investigación, tanto en la línea de formación disciplinar de la física en el curso titulado *Electricidad y Magnetismo*, como en la línea de formación disciplinar de la didáctica en el curso *Didáctica de la Física II*.

En segundo lugar, la enseñanza de la electricidad y en particular del campo eléctrico tampoco ha sido investigada desde la perspectiva del conocimiento profesional del profesor de física, más bien ha sido abordada desde las dificultades de aprendizaje de los estudiantes de bachillerato, asociadas principalmente con los niveles de complejidad simbólico y matemático, así como con la poca claridad en la diferenciación de la perspectiva de acción a distancia y la del papel del medio, es decir, en la conceptualización del concepto de campo como tal (Furió y Guisasola, 1998, 1999, 2001).

Desde estas interpretaciones de la problemática se plantean posibles caminos para la enseñanza, es decir que en estas investigaciones (que más bien son trabajos de grado en nuestro contexto) se ha dado prioridad a investigar sobre las ideas de los alumnos, pero no se ha considerado que investigar el conocimiento didáctico del profesor podría contribuir a mejorar o cuestionar la enseñanza del campo eléctrico, constituyéndose en un terreno fértil para investigar.

En tercer lugar, la idea de campo eléctrico en física resulta ser trascendental en los procesos de explicación e interpretación de fenómenos, especialmente aquellos que pretenden dar cuenta del fenómeno eléctrico, cuestionando lo que desde otras perspectivas se consideraba como las interacciones a distancia e instantáneas entre los cuerpos de la naturaleza y posicionando la discusión sobre el *papel del medio* como generador de explicaciones, tal como fue postulado por J. Maxwell (1888), quien al definir el campo eléctrico destaca que *“Finally, when we contemplate the region occupied by the medium as being a part of space in which electric phenomena may be observed, we shall call this region the Electric Field”*² (p. 36). Al respecto S. Jordi (2001) argumenta que en la mayoría de textos no se hace diferencia entre campos y fuerzas a distancia; la razón de ello es que el campo es un medio para calcular la fuerza, por tanto, no llega a adquirir un significado físico, en el cual se toma una acción local entre las partículas, convirtiéndola en una acción local entre la partícula y el campo existente en dicho punto. Además, llega a la misma conclusión de los autores Furió y Guisasola teniendo en cuenta que los *problemas que se presentaron para introducir un concepto, su evolución histórica y epistemológica y la didáctica de la ciencia, facilitará el aprendizaje significativo por parte de los estudiantes* y le dará al profesor mejores oportunidades para seguir los contenidos previstos.

2 En últimas, cuando consideramos la región ocupada por el medio haciendo parte del espacio en donde el fenómeno eléctrico puede ser observado, llamaremos a esta región el Campo Eléctrico.

Ahora bien, siendo coherentes con la perspectiva de investigación propuesta en este documento, cabe reflexionar entonces, sobre ¿cómo caracterizar el CDC del profesor de física en formación inicial y con el proceso de enseñanza del campo eléctrico, de manera que se contemple, entre otros aspectos, la perspectiva del papel del medio en la explicación del fenómeno eléctrico? La intención de la investigación en este punto puede contribuir también a la generación de estudios concretos sobre el conocimiento didáctico del profesor de física en Colombia y, a nivel internacional, en el desarrollo de la línea de investigación en conocimiento profesional, de manera que se trascienda de la sola indagación por el conocimiento físico o el conocimiento pedagógico general de los futuros profesores de física, a niveles mayores de profundización por la caracterización del CDC en términos de orden pragmático, mucho más reflexivos y consientes sobre su quehacer y su propio conocimiento, lo cual puede comenzar a atender lo que Abell (2008) ha planteado como *Challenges for PCK researchers* al formular la pregunta por la relación entre *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) –en términos de calidad y de cantidad– con la práctica profesional del profesor en la que algunos otros investigadores ya han venido incurriendo en la revisión de la coherencia entre planeación y práctica (Hollon, Roth y Anderson, 1991, en Porlán y Rivero, 1998).

En este sentido, el presente trabajo asumirá que a través de un proceso de interpretación de los componentes del CDC (criterios de selección y secuenciación de contenidos, tipos de tareas y actividades, inclusión de propuestas que permitan la detección de las ideas de los estudiantes, criterios y herramientas de evaluación) que manifiestan los profesores de física en formación inicial, tanto en su planeación como en sus acciones diarias de clase, se podrán caracterizar dichos componentes y sus relaciones intrínsecas, de forma que puedan generarse categorías distintivas del CDC frente a los conocimientos pedagógicos y los conocimientos de la física que se tienen. Estos componentes son transversales a la planeación y la acción de enseñanza, pues contemplan factores de pensamiento y de acción docente tanto en la planeación como en la interacción con los estudiantes, y son tomados como punto de partida básicamente por considerarlos tradicionales en la formación didáctica del profesor en el siguiente sentido:

- a. *Criterios de selección y secuenciación de contenidos*: se refiere al trabajo en donde el profesor en formación selecciona, jerarquiza, es decir, organiza los contenidos con algún criterio, y en tal sentido determina una secuencia de enseñanza de los mismos. Es un componente valioso por cuanto nos habla de la formación académica del sujeto, así como de su relación con las asignaturas tomadas en el terreno de la electricidad. La secuencia que organice también arroja información relevante en cuanto a sus concepciones y tipos de validaciones que hace de los contenidos conceptuales.

- b. *Tipos de tareas y actividades*: se refiere a la manera como el profesor en formación define las acciones a ejecutar por parte de los estudiantes, cuándo determina las tareas de clase y las actividades teórico experimentales con relación a algún interés de enseñanza (conceptual, actitudinal, procedimental). Este componente puede considerarse como el día a día del profesor en ejercicio, y en el contexto de esta investigación, para el caso del profesor en formación inicial conforma un gran porcentaje de sus preocupaciones, pues trasciende el aspecto de organizar los contenidos tratando de responder la pregunta eterna: ¿qué pongo a hacer a los estudiantes? Nos habla, por lo tanto, de la manera como se piensa al estudiante como sujeto de aprendizaje, nos indica a su vez la consideración que hace el profesor en formación del posible contexto de enseñanza. En igual sentido, este componente brinda información sobre la relación teoría-práctica y el estado del CDC en el proceso de transformación del conocimiento físico.
- c. *Inclusión de propuestas que permitan la detección de las ideas de los estudiantes*: se refiere a las consideraciones que haga el profesor en formación sobre las ideas de los estudiantes acerca del campo eléctrico y los conceptos asociados. En especial este componente se hace importante en la medida en que revela la perspectiva pedagógica de la enseñanza que se asume. Desde donde se consideren las ideas de los estudiantes, así como la manera en que se conciben las actividades de exploración de las mismas y aquellas relacionadas con sus referencias posteriores en el desarrollo de las clases, forman parte importante de la caracterización del CDC del profesor en formación inicial.
- d. *Criterios y herramientas de evaluación*: se refiere a las ideas que sobre evaluación subyacen a las propuestas de enseñanza. Tanto los criterios como las herramientas revelan el CDC en el sentido de los procesos de verificación de aprendizaje que en el contexto de la enseñanza de las ciencias atiende cualquier profesor.

Consideraciones finales

Aunque no todos estos aspectos forman parte del propósito principal en el presente proyecto, se afirma aquí que su distinción permitiría caracterizar al CDC en lo que Marcelo (1987) señala como “las fases que median entre la planificación y la enseñanza”, que trascienden los primeros estudios que sobre el pensamiento del profesor distinguían “las fases pre, inter y postactiva, en el proceso de enseñar” y contribuiría en lo que Shulman (1987) ha planteado en el sentido de que: “partiendo de esas fases conviene especificar otros procesos que se producen y que tienen que ver fundamentalmente con la transformación del contenido en materia enseñable”. Se toman en este proyecto estos referentes generales de la idea de enseñanza interactiva

en relación con los desarrollos que Perafán (2004) realizó en el contexto de la investigación sobre el pensamiento del profesor de física en Colombia y se refieren a la idea de interacción que se da entre el sujeto-epistémico-profesor con los estudiantes en los procesos de enseñanza de la física.

La aproximación que resulte de atender los problemas señalados, constituirán un aporte en el campo teórico a la definición del CDC que trascienda aquellas visiones de corte netamente experiencial y que lo ven como una capacidad (Veal, W.; Tippins, D. y Bell, J. 1999) o habilidad del maestro y no como un saber reflexionado, por el cual pasan las habilidades, pero no son el centro del mismo. De este modo se contribuye al desarrollo de la caracterización del CDC desde una perspectiva integradora de sus componentes y de sus relaciones intrínsecas, permitiendo trascender la visión instrumentalista, y de cierta manera posibilita la reflexión asociada con la problemática de la ausencia de investigación sobre el conocimiento didáctico que han elaborado tanto los estudiantes como los egresados de programas de formación de profesores de física, de manera que, a través de sus resultados, se puedan aportar reflexiones fundamentadas en la toma de decisiones sobre reformas curriculares y que estén asociados a una idea de calidad profesional que considera la relación entre:

el contenido que se aprende en la institución y la práctica de la enseñanza. Así, un programa será de mayor calidad, entre otros aspectos, en la medida en que se den oportunidades a los profesores en formación para realizar prácticas supervisadas en las que se guíe al estudiante a realizar la integración y aplicación de los componentes teóricos (Marcelo, C., 1992, p. 27).

En este sentido también se podrá aportar en lo que C. Marcelo (1992) ha señalado, recogiendo a Zeichner y Gore (1990), sobre la necesidad de profundizar en el conocimiento que se tiene acerca de los aprendizajes de los profesores en formación, especialmente cuando afirma que:

Lo que ocurre dentro de los cursos determina la contribución que la formación del profesorado tiene en el aprendizaje del profesor. Actualmente conocemos muy poco acerca de lo que ocurre dentro de los componentes profesionales o académicos de los programas de formación del profesorado (Marcelo, C., 1992, p. 33).

Bibliografía

- Abell, S. K. (2008). Twenty years later: does pedagogical content knowledge remain a useful idea? En: *International Journal of Science Education*, 30 (10), 1405-1416.
- Benejam, P. (1993). Los contenidos de la didáctica de las ciencias sociales en la formación del profesorado. En: L. Montero y J. M. Vez (Eds.). *Las didácticas específicas en la formación del profesorado*. Santiago de Compostela: Tórculo.
- Bolívar, A. (1993). Conocimiento didáctico del contenido y formación del profesorado. En: *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado* (16), 113-124. Enero-abril.
- _____ (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. [Pedagogical content knowledge and subject matter didactics]. En: *Revista de currículum y formación del profesorado*. Universidad de Granada: Profesorado.
- Carlsen, W. (1999). Domains of Teacher Knowledge. En: J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The construct and its implications for Science Education* (pp. 133-144). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Connelly, F. M. y Clandinin, D. J. (1984). Personal practical knowledge at Bay Street School: Ritual, personal philosophy and image. En: R. Haikes y J. K. Olson (Eds.). *Teacher thinking. A new perspective on persisting problems in Education* (pp. 134-148). Lisse: Sweets and Zeitlinger.
- Doyle, W. (1992). Curriculum and Pedagogy. En: P. W. Jackson (Ed.). *Handbook of research on curriculum: A project of the AERA* (pp. 486-516). Nueva York: Macmillan.
- Furió, C. y Guisasola, J. (1998). Dificultades de aprendizaje de los conceptos de carga y campo eléctrico en estudiantes de bachillerato y de universidad. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 131-146.
- _____ (1999). Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3), 441-452.
- _____ (2001). La enseñanza del concepto del campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. En: *Revista de Enseñanza de la Física*, 19 (2), 319-334.

- Gess-Newsome, J. (1999). Secondary teachers' knowledge and beliefs about subject matter and their impact on instruction. En: J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The construct and its implications for Science Education* (pp. 51-94). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Grossman, P. (1989). A study in contrast: Sources in Pedagogical Content Knowledge for secondary English. En: *Journal of Teacher Education* (40), 24-31.
- _____ (1990). *The making of a teacher. Teacher knowledge and teacher education*. New York: Teachers College, Columbia University.
- Gudmundsdottir, S. y Shulman, L. (1987). Pedagogical Content Knowledge in Social Studies. En: *Scandinavian Journal of Educational Research*, 31(2), 59-70.
- Hashweh, M. (2005). Teacher pedagogical constructions: a reconfiguration of pedagogical content knowledge. En: *Teachers and Teaching: theory and practice*, 11 (3), 273-292.
- Hollon, R.; Roth, K. y Anderson, C. (1991). Science teachers' conceptions of teaching and learning. En: J. Brophy (Ed.). *Advances in research on teaching* (2), 145-186. Greenwich.
- Jackson, P. W. (1986). *Life in Classrooms*. New York, Holt: Rinehart and Winston.
- Lucio, R. (1989). Educación y pedagogía, enseñanza y didáctica: diferencias y relaciones. En: *Revista de la Universidad de La Salle*, 11 (17), 35-46. Bogotá.
- Magnusson, S.; Krajcik, J. y Borko, H. (1999). Nature, sources and development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. En: J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The construct and its implications for Science Education* (pp. 95-132). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Marcelo, C. (1987). *El Pensamiento del profesor*. Barcelona: CEAC.
- _____ (1992). Cómo conocen los profesores la materia que enseñan. Algunas contribuciones de la investigación sobre conocimiento didáctico del contenido. Ponencia presentada al Congreso Internacional *Las didácticas específicas en la formación del profesorado* (Santiago de Compostela, 6-10 julio 1992).
- Maxwell, J. (1888). *An elementary treatise on electricity* (2a. Ed.). New York: Dover Publications (2005).

- Martin, J. y Solbes, J. (2001). Diseño y evaluación de una propuesta para la enseñanza del concepto de campo en física. En: *Enseñanza de las ciencias*, 19 (3), 393-404.
- Morine-Dersheimer, G. y Kent, T. (1999). The complex nature and sources of teachers' Pedagogical Content Knowledge. En: J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds.). *Examining Pedagogical Content Knowledge. The construct and its implications for Science Education* (pp. 21-50). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers.
- Park, S. y Oliver, S. (2008). Revisiting the conceptualization of Pedagogical Content Knowledge (PCK): PCK as a conceptual tool to understand teachers as professionals research and Science Education 38, 261–284.
- Perafán, G. (2004). *La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional* [Tesis Doctoral]. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional.
- Porlán, R. y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores. Una propuesta formativa en el área de ciencias*. Sevilla: Diada.
- Schön, D. (1992). *La formación de profesionales reflexivos. Hacia un nuevo diseño de la enseñanza y el aprendizaje en las profesiones*. Madrid: Paidós/MEC.
- Shulman, L. (1984). Paradigmas y programas de investigación en el estudio de la enseñanza: una perspectiva contemporánea. En: M. C. Wittrock (Comp.). *La investigación de la enseñanza I. Enfoques, teorías y métodos*. Barcelona: Paidós.
- _____ (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. En: *Educational Researcher*, 15 (2) , 4-14.
- _____ (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the New Reform. En: *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22
- Stengel, B. (1992). Pedagogical Content Knowledge: Usefully wrong? The Reform Agenda. Documento presentado en el encuentro anual de *The American Educational Research Association*. San Francisco, CA.
- Valbuena, E. (2007). *El Conocimiento Didáctico de Contenido Biológico. Estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN)* [Tesis Doctoral]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Vasco, C. (1990). *Algunas reflexiones sobre la pedagogía y la didáctica. Pedagogía, discurso y poder*. Bogota: Corpodric.
- Veal, W.; Tippins, D. y Bell, J. (1999). The evolution of Pedagogical Content Knowledge in prospective secondary physics teachers. *Report Research*, 143. USA: Indiana University.

Wittrock, M. C. (1989). *La investigación de la Enseñanza*. Tomos I, II y III. Barcelona: Paidós.

Zeichner, K. y Gore, J. (1990). Teacher Socialization. En: R. Houston (Ed.). *Handbook of research on teacher education* (pp. 329-348). New York: Macmillan.