

Formación continua del profesorado de Física a través del conocimiento didáctico del contenido sobre el campo eléctrico en Bachillerato: un caso de estudio⁺

*Lina Melo*¹

*Florentina Cañada*²

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales
y las Matemáticas – Universidad de Extremadura
Badajoz – España

*Mabel Díaz*³

Departamento de Ciencias – Colegio Santa María
Bogotá – Colombia

Resumen

El estudio describe la evolución del conocimiento didáctico del contenido a través de un programa de intervención, como medio para la formación del profesorado de física basado en la reflexión. La investigación se llevó a cabo en Colombia con una profesora de física de Bachillerato de nombre supuesto, María, durante el periodo 2010-2012. Los resultados muestran que categorías como el conocimiento sobre el currículo, los estudiantes y las estrategias de enseñanza evolucionan después del programa de intervención a diferencia del conocimiento sobre la evaluación y las propias ideas que la profesora expresa sobre el campo eléctrico. Esto nos sugiere que los acercamientos a través de la reflexión sobre lo que la profesora declara, diseña y hace le permiten realizar acercamientos a una enseñanza-aprendizaje más centrada en una tendencia constructivista.

⁺ Continuous professional development of the Physics teachers through the pedagogical content knowledge on the electric field in High School

* *Recebido: abril de 2016.*
Aceito: fevereiro de 2016.

¹ E-mail: lina.viviana.melo@gmail.com

² E-mail: flori@unex.es

³ E-mail: mdleon.md@gmail.com

Palabras-clave: *Conocimiento didáctico del contenido; Formación del profesorado; Enseñanza del campo eléctrico; Profesorado de bachillerato.*

Abstract

The study describes the progress of the pedagogical content knowledge through an intervention program, as an alternative for the training of high school physics teacher based on reflection. The research was conducted in Colombia with a teacher with an assumed name, Maria, for the 2010-2012 periods. The results show that categories such as knowledge of the curriculum, students and teaching strategies progress after the intervention program. However, knowledge of evaluation and the ideas that the teacher has about the electric field change a little. The results also suggest that approaches through reflection on teacher says, designs and does, allow her to teach based on a more constructivist approach.

Keywords: *Pedagogical content knowledge; Training teacher; Electric field teaching; High School teachers.*

I. Introducción

A partir de los estudios de Shulman (1986) se han desarrollado de manera fecunda diversas investigaciones referentes a la naturaleza, características e implicaciones del *Conocimiento Didáctico del Contenido* (CDC) en el conocimiento profesional de los profesores. Tal como señalan Luft y Hewson (2014) en la revisión realizada alrededor del desarrollo profesional de los profesores de ciencias, existe una alineación entre las investigación que buscan cambios en el CDC y los programas de desarrollo profesional, ya que comparten metas comunes que buscan una vinculación más directa entre la teoría, la reflexión y la práctica sobre la enseñanza de contenidos concretos.

El conocimiento didáctico del contenido se ha estructurado a partir de conocimientos de diferente origen y naturaleza. Aunque no hay un modelo generalizado y único que describa este tipo de conocimiento, las investigaciones coinciden en que el CDC es un conocimiento específico del contenido que se enseña, que el profesor construye en el ejercicio profesional, el cual se inicia durante el proceso de formación inicial en la carrera docente, y se ve altamente influenciado por sus experiencias y recuerdos como estudiante, sus creencias, concepciones, valores y emociones (MELLADO *et al.*, 2014; MELO *et al.*, 2017).

La mayoría de los modelos sobre el CDC toman como referencia el trabajo presentado por Magnusson, Krajcik, y Borko (1999), donde se consideran cinco componentes para describir el CDC de los profesores de ciencias: orientaciones y concepciones sobre la enseñanza de las

ciencias; conocimiento curricular; conocimiento sobre el aprendizaje y las ideas de los estudiantes; las estrategias de enseñanza; y la evaluación. Todos ellos consideran al CDC como el corazón del conocimiento del profesor el cual se compone, además, del conocimiento de la disciplina que se enseña, el conocimiento del contexto y el conocimiento pedagógico general.

Las investigaciones sobre el CDC han demostrado que la reflexión juega un papel clave en su progresión, porque fortalece la integración y coherencia de los conocimientos y creencias que el profesor pone en juego cuando enseña un contenido específico (MELO *et al.*, 2017; NILSSON, 2008; PARK; OLIVER, 2008). Estos resultados fueron un aliciente para formular un programa de intervención para la mejora de la enseñanza del campo eléctrico en bachillerato con profesores de física colombianos en ejercicio, tomando como referente el Conocimiento Didáctico del Contenido. El programa de intervención se diseñó a partir del diagnóstico inicial del CDC de los profesores participantes, y se analizó su impacto a través del análisis del CDC después de la intervención.

El contenido campo eléctrico fue seleccionado por las dificultades remanentes que sigue teniendo en la educación colombiana y su relevancia dentro del conocimiento físico. Una de las razones que fundamentan la descontextualización del concepto en bachillerato se debe a que, no se utilizan representaciones y estrategias que den cuenta de situaciones electrostáticas desde las cuales se pueda aplicar el concepto de campo eléctrico. Como consecuencia, la ley de Coulomb y la ley de Biot-Savart son los únicos recursos necesarios para explicar cualquier fenómeno electrostático, y la carga eléctrica se convierte en el objeto principal a caracterizar (FURIÓ; GUIASOLA, 1998; VELAZCO; SALINAS, 2001). A continuación describiremos el papel del CDC en la formación del profesorado de física.

I.1 Influencia del CDC en la formación del Profesorado de Física

El campo de la formación inicial del profesorado es un tema clásico en el campo de la didáctica (MICHELINI; SANTI; STEFANEL, 2013; PERALES ET AL., 2014). Sin embargo, la inclusión del CDC como marco teórico para la formación del profesorado, frente a los nuevos requerimientos que competen a lo que significa aprender y enseñar física hoy, ha tomado mayor relevancia en los últimos años.

La inclusión del CDC en los programas de formación ha dado especial énfasis al carácter reflexivo del profesor dentro de comunidades de aprendizaje, destacando la importancia de la práctica de aula, cuestionando el conocimiento de la física *per se* por un conocimiento de la física *para la enseñanza*, y planteando la necesidad de una comprensión de los conocimientos académicos basados en la investigación en la didáctica de las ciencias.

A continuación, describiremos los elementos centrales de dos propuestas para la formación inicial del profesorado de física centradas en el CDC, las cuales han sido tomadas como modelos en el desarrollo de cursos y talleres para la formación continua con profesores en ejercicio (THOMPSON; CHRISTENSEN; WITTMANN, 2011) y el desarrollo del CDC (HENZE;

VAN DRIEL; VERLOOP, 2008; NILLSON; LOUGHRAN, 2012), las cuales han guiado nuestra investigación.

La primera propuesta es presentada por Etkina (2010), corresponde al programa de formación para profesores de física para secundaria y bachillerato en Rutgers. El aporte fundamental de este programa es que de forma explícita se involucra el aprendizaje del CDC y su posterior puesta en práctica durante el periodo de formación y dos años después de que el candidato a profesor ha finalizado el programa.

El programa de formación se sostiene sobre dos ejes que se desarrollan de forma simultánea, *curso-taller* y los espacios de práctica docente. Los dos ejes se fundamentan en la idea de una enseñabilidad de la física, construida vía aprendizaje activo, y bajo el foco de las investigaciones en las didácticas específicas. De esta manera, todos los conocimientos disciplinares contemplados para los distintos cursos, son pensados en función de la enseñanza y en proporcionar oportunidades que permitan al futuro profesor adquirir CDC sobre la enseñanza de la física. Los espacios de práctica docente buscan desde esta perspectiva brindar al profesor la oportunidad de: i) participar en espacios de enseñanza centrados en el estudiante que ya han sido planificados por otros, ii) diseñar y evaluar, bajo tutorización constante, espacios propios de enseñanza para múltiples escenarios, y iii) asumir de manera independiente espacios propios de enseñanza.

La segunda propuesta planteada por Michelini *et al.* (2013) destaca una formación del profesorado centrada en propuestas de enseñanza innovadoras. Las propuestas de enseñanza son entonces la fuente y el espacio que permite configurar el conocimiento del contenido, el pedagógico y didáctico, y el conocimiento didáctico del contenido. En la propuesta, la formación del profesorado se piensa a través de la integración de: i) la discusión crítica de las propuestas de enseñanza / aprendizaje, ii) el aprendizaje *in situ* con las mismas estrategias y procesos de enseñanza que se pretenden fomentar a los futuros profesores, y iii) la integración, discusión y socialización de proyectos innovadores implementados o experimentados por los futuros profesores. Las dos propuestas reconocen que la formación del profesorado de ciencias requiere un modelo transdisciplinar “*en el que las diferentes visiones que emanan de las disciplinas deben integrarse*” (PERALES *et al.*, 2014, p. 13)

II. Planteamiento del problema

El trabajo forma parte de una investigación longitudinal más amplia cuyo objeto es analizar la evolución del CDC de profesores Colombianos de física de bachillerato antes y después de un programa de intervención, considerando lo que los profesores declaran, lo que planifican y lo que hacen en el aula.

En este artículo nos centraremos en el caso de una profesora, María, a través del análisis las siguientes categorías: conocimiento sobre el currículo, las estrategias de enseñanza, la evaluación y conocimiento sobre los estudiantes, además del conocimiento que la profesora tiene sobre el campo eléctrico. Consecuentemente la pregunta de investigación es la siguiente:

- ¿Cómo evoluciona el conocimiento didáctico sobre el campo eléctrico de María, en términos de su tendencia tradicional-constructivista, como consecuencia de su participación en un programa de intervención basado en la reflexión continua de su praxis educativa en el aula?

III. Metodología

Nuestra investigación se sitúa dentro de los marcos metodológicos de la investigación cualitativa, especialmente los estudios de caso, aunque en algunos aspectos consideramos elementos de la investigación cuantitativa. Se seleccionó la metodología del estudio de caso por la especial importancia que ha cobrado en la investigación sobre la formación del profesorado, ya que permite profundizar más en el pensamiento y la acción de un número reducido de personas.

La información se recogió en dos momentos que se denominaron: primer año (2010-2011) y segundo año (2011-2012), correspondientes al período antes de la intervención (AI) y al período después de la intervención (DI), respectivamente. Durante el primer año 2010-2011 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 2011-2012, se realizó la caracterización final o con intervención del CDC, durante el cual se desarrollaron una serie de actividades antes de empezar el periodo de enseñanza del contenido de análisis y donde 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 son: a) un cuestionario de preguntas abiertas sobre lo que la profesora considera 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 de la profesora sobre la unidad de 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 la profesora sobre el proceso investigativo y i) diario de campo de la profesora.

Para desarrollar el esquema de codificación, se tomó como base el modelo de Magnusson *et al.* (1999). Las categorías consideradas y que están descritas ampliamente en los anexos 1 y 2 son: conocimiento sobre el currículo (CdC); conocimiento sobre las estrategias de enseñanza (CEE); conocimiento sobre la evaluación (CdE); conocimiento sobre los estudiantes (CEt) y conocimiento sobre el campo eléctrico (CCE). Para la descripción de las cuatro primeras categorías se consideraron las pruebas suministradas de la información analizada y las descripciones dadas, a estos aspectos, desde los modelos de enseñanza en didáctica de las ciencias experimentales (PORLÁN *et al.*, 2011; MELO *et al.*, 2016; SCHNEIDER; PLASMAN, 2011). Estas categorías fueron agrupadas en dos tendencias opuestas: tradicional centrada en el profesor (T), constructivista o centrada en los estudiantes (C), y una tendencia intermedia (I).

La categoría referida al conocimiento sobre el campo eléctrico se definió en función de los modelos de campo eléctrico utilizados por la profesora durante el transcurso de la investigación: campo como homólogo al espacio (E1); campo distinto al espacio (E2); campo como razón explicativa o argumento para justificar los fenómenos eléctricos (E3).

Además de la organización por tendencias, el análisis se subdividió según lo que la profesora declara, lo que dicen que hará o diseñan y lo que hacen o dice que hacen. Lo que *declara* es el resultado de la triangulación de los instrumentos a, c, g, h e i. Lo que *diseña* es el resultado de la triangulación de los instrumentos b, c, y d, y lo que *hace* en esencia lo conforman las grabaciones de clase, apoyado por el ReCo, el diario de campo y el cuestionario post grabaciones de clase (MELO *et al.*, 2013).

Finalmente la sistematización de todos los datos y su análisis se realizó siguiendo las técnicas de análisis de contenido, que incluye los siguientes pasos: a) identificación de las unidades información procedente de cada instrumento o herramienta utilizada para recolectar los datos; b) codificación de las unidades de información; c) categorización de las unidades de información; d) análisis de las unidades de información; e) incorporación de categorías emergentes a la descripción a partir de los análisis realizados. Todo este proceso fue apoyado por el software Nvivo-10. Para confirmar la fiabilidad de los resultados se llevaron a cabo varias rondas de análisis. Los resultados fueron validados por 3 investigadores en didáctica de las ciencias (MELO *et al.*, 2016).

La participante

El caso que relatamos en este artículo hace referencia a una profesora licenciada en física de la universidad Pedagógica Nacional de Colombia con el nombre supuesto de María. La profesora imparte clases en un colegio femenino en la ciudad de Bogotá, tiene una experiencia docente de 5 años en secundaria y sólo un año en bachillerato. Según las pruebas de selectividad, las estudiantes de este colegio mantienen un nivel muy superior en términos académicos, y los puntajes de física se mantienen por encima de la media nacional, aunque son más bajos si se comparan con los de química o matemáticas. La investigación se llevó a cabo en el último curso de bachillerato con estudiantes de edades entre 15 y 18 años.

La intervención

El programa de intervención se diseñó a partir del diagnóstico inicial del CDC. Asumimos que los procesos de intervención con el profesorado deben basarse en la reflexión continua, autorregulada y metacognitiva, a partir de su contexto de trabajo cotidiano y través de procesos de construcción de conocimiento compartido.

La decisión de los aspectos trabajados se consensuaron con la profesora según sus intereses desde tres fuentes: a) las reflexiones teóricas sobre las componentes del CDC; b) los intereses y dificultades de la profesora sobre la enseñanza del campo y la fuerza eléctrica; y c)

el análisis global de los datos, los cuales permitieron idear un perfil general sobre el CDC de María (MELO *et al.*, 2016).

La intervención con la profesora se centró en tres aspectos (MELO *et al.*, 2015): i) reuniones formativas (situaciones estáticas que requieren del campo eléctrico, estrategias de enseñanza, herramientas de evaluación, dificultades de aprendizaje y discusión de propuestas innovadoras sobre la enseñanza de la electrostática), ii) análisis con la profesora de sus grabaciones de las clases, la planificación, el ReCo, y la entrevista, iii) la preparación de la nueva unidad didáctica cuyo objetivo fue el integrar la mayor cantidad de elementos propios de las reflexiones.

IV. Resultados

Analizaremos en primer lugar la evolución las categorías: conocimiento sobre el currículo (CdC); conocimiento sobre las estrategias de enseñanza (CEE); conocimiento sobre la evaluación (CdE); conocimiento sobre los estudiantes (CEt), comparando los resultados respecto a lo que la profesora declara, diseña y hace antes y después de la intervención según la tendencia tradicional (T), intermedia (I) y constructivista (C). En la tabla 1 presentamos un resumen de los resultados.

En cada categoría se identificó la tendencia dominante o presente. Los casos en los que existe presencia de las distintas tendencias (tradicional-T, intermedia-I y constructivista-C) se han representado con una O, y simboliza que no hay una tendencia definida. Además resaltamos en gris los cambios (MELO *et al.*, 2017). Finalizaremos este apartado con los resultados de la categoría conocimiento sobre el campo eléctrico (E).

Tabla 1. Caracterización del CDC de María antes y después de la intervención y su evolución

Categorías	Subcategorías	Declara		Diseña		Hace	
		AI	DI	AI	DI	AI	DI
A. Conocimiento sobre el currículo (CdC)	A1. Objetivos de E-A	A1-C	A1-I	A1-T	O	A1-T	A1-T
	A2. Secuencia de los Contenidos	A2-T	O	A2-T	O	O	O
	A3. Fuentes y Recursos	A3-I	A3-I	O	O	A3-T	A3-T
B. Conocimiento sobre las es-	B1. Tipo de Actividades	B1-T	O	B1-T	O	B1-T	O
	B2. Secuencia de Enseñanza	B2-T	O	B2-T	O	B2-T	O

trategias de enseñanza (CEE)	B3. Representación de Contenidos	O	O	B3-T	O	B3-T	O
C. Conocimiento sobre la evaluación (CdE)	C1. Objeto de la Evaluación	O	O	O	O	C1-T	C1-T
	C2. Instrumentos, Técnicas y Diseño de la Evaluación	O	O	O	O	O	O
	C3. Calificación	C3-T	C3-T	C3-T	C3-T	C3-T	C3-T
D. Conocimiento sobre los estudiantes (CEt)	D1. Naturaleza de las ideas de los Estudiantes	D1-T	O	D1-T	O	D1-T	O
	D2. Dificultades de Aprendizaje	D2-T	O	D2-T	O	O	O
	D3. Participación	D3-T	D3-T	D3-T	D3-T	D3-T	D3-T
E. Conocimiento sobre el campo eléctrico (CCE)	E. Idea de Campo Eléctrico	O	E2	E3	O	O	O

AI: Antes de la Intervención; DI: Después de la Intervención; T: Tendencia Tradicional; I: Tendencia Intermedia; C: Tendencia Constructivista; O: Mezcla entre Tendencias

A. Conocimiento sobre el Currículo (CdC)

Para describir esta categoría utilizamos tres subcategorías: objetivos de E-A (A1), secuencia de los contenidos (A2) y fuentes y recursos (A3).

Objetivos de E-A: Antes de la intervención María plantea desde lo declarativo obje-

tivos conceptuales, procedimentales y actitudinales, estos últimos están referidos a la conciencia, uso y reciclaje de aparatos electrónicos, y la energía eléctrica (A1-C). Sin embargo, los objetivos considerados desde lo que diseña y hace en el aula tienen como fin resolver y predecir una situación planteada utilizando algoritmos y definiciones (A1-T).

Después de la intervención la profesora plantea como meta potenciar las observaciones cualitativas, y la detección de regularidades a través de objetivos conceptuales y procedimentales (A1-I), situación que traslada durante el diseño de sus clases pero no durante su práctica de aula donde el objetivo se limitó a resolver ejercicios utilizando el algoritmos de la ley de Coulomb y la intensidad del campo eléctrico (A1-T).

Secuencia de Contenidos: La secuencia de enseñanza descrita antes de la intervención desde lo que declara y diseña, parte de experiencias relacionadas con la electrificación por fricción y finaliza con las ecuaciones de la intensidad del campo. El hilo estructural sobre el concepto de campo va de lo “simple” (*carga eléctrica*) a lo “complejo” (*campo eléctrico*) a través de una secuencia lineal (A2-T). Sin embargo, durante las clases (lo que hace) la profesora presenta la fuerza como efecto del campo, a continuación se decanta por definir el campo y finaliza con la idea de fuerza eléctrica, mostrando aspectos de historia de la electrostática (A2-C).

La secuencia de contenidos en la cual la fuerza es el efecto del campo se potencializa después de la intervención a través del reconocimiento de la idea de campo que proyecta a sus estudiantes. La profesora deja de adoptar por la secuencia de contenidos de los libros de texto y la que ella misma vivenció en su formación universitaria, e intenta construir su propia secuencia considerando el conocimiento que tiene sobre sus estudiantes y las estrategias de enseñanza que conoce. Consideramos que los factores que influyen en la adopción de esta secuencia de contenidos son la realización del mapa conceptual durante el proceso de planificación, y la reflexión sobre las estrategias de enseñanza utilizadas. Al respecto declara:

[...] hasta este punto, no cuento con acciones suficientes que le apunten a la idea de campo y que por el contrario si se le da bastante relevancia a la visión mecanicista de acción a distancia que probablemente sea la que más recuerden posteriormente a pesar de hablarles acerca de las condiciones que la limitan, tal vez el poder presentar experiencias que ratifiquen la construcción de la idea de campo aporte en darle más peso a dicho aspecto, como las líneas de campo con imanes (ReCo, 2011-2012).

Fuentes y Recursos: La profesora declara un uso variado de recursos para la enseñanza del campo eléctrico cuyo fin es que las estudiantes construyan explicaciones (A3-C). Ejemplos de éstas son: experiencias prácticas sobre electrificación, líneas de fuerza, debates sobre el papel de los científicos en la construcción de la idea de campo, exposiciones por parte de las estudiantes, entre otras. Aunque reconoce que un desconocimiento sobre las fuentes y recursos específicos para la enseñanza de los contenidos campo y fuerza eléctrica influyen en la coherencia entre posturas de aprendizaje y enseñanza centradas en los estudiantes y las que

realmente lleva al aula, centradas en la exposición del profesor (A3-T). Situación que no varía después de la intervención. Consideramos que esa percepción de desconocimiento sobre las fuentes y recursos específicos para la enseñanza del campo eléctrico, la lleva a plantear elementos tanto de la tendencia tradicional como constructivista en lo que diseña (O).

B. Conocimiento sobre las Estrategias de Enseñanza (CEE)

Para describir esta categoría utilizamos tres subcategorías: tipo de actividades (B1), estrategias de enseñanza (B2) y representación de los contenidos (B3).

Tipo de Actividades: Antes de la intervención y como se muestra en la tabla 1, María describe desde lo que declara, diseña y hace una tendencia tradicional (B1-T) frente al tipo de actividades. Esta situación cambia después de la intervención, donde todas las categorías presentan descriptores de las tres categorías; tradicional, intermedia y constructivista, lo cual nos sugiere que la profesora en cuanto a las actividades no está anclada a una tendencia tradicional sino más bien avanza hacia una tendencia constructivista.

Secuencia de Enseñanza: María declara que *“la falta de tiempo, las exigencias sociales que la comunidad educativa impone a la profesora y la forma tradicional como las estudiantes y la profesora han sido enseñadas a ver las ciencias, justifican la exposición como eje central de su estrategia de enseñanza”* (B2-T). El uso de una secuencia de enseñanza tradicional se extiende a lo que diseña y hace en el aula antes de la intervención. Sin embargo, después de la intervención para la profesora es importante plantear acciones para motivar a sus estudiantes hacia el aprendizaje del campo eléctrico, debido a las dificultades asociadas a este contenido. Por ello, después de la intervención plantea una secuencia de enseñanza totalmente diferente a la de antes de la intervención como se muestra en la tabla 2. Esta secuenciación se recoge en su planificación y se replica en lo que declara, diseña y hace en el aula, y muestra rasgos de todas las tendencias (O).

La profesora considera que la introducción de ejemplos usuales relacionados con el campo magnético, como el de las limaduras de hierro y el imán, y la relación directa con los circuitos, permite una mayor comprensión hacia la idea de campo, en lugar de la inclusión de la idea de campo gravitacional y su posterior analogía con el campo eléctrico (B1-C).

Tabla 2. Secuencia de Enseñanza planteada por María en su Planificación.

Antes de la Intervención	Después de la Intervención
1. Problematizar la concepción de carga eléctrica, es decir responder a la pregunta ¿cómo se electrifican los cuerpos?	1. Problematizar la concepción de carga eléctrica, es decir responder a la pregunta ¿cómo se electrifican los cuerpos?
2. Introducir de la idea de Fuerza y definición de la ley de Coulomb.	2. Centrar la mirada en el medio e introducir el campo eléctrico como “mediador” de la interacción.

<p>3. Centrar la mirada en el medio e introducir el campo eléctrico como “mediador” de la interacción.</p> <p>4. Establecer la relación entre campo gravitacional y campo eléctrico.</p> <p>5. Definir la noción de Campo e introducir las líneas de fuerza.</p> <p>6. Introducir la idea de intensidad del Campo Eléctrico.</p> <p>(Tomado de la Unidad Didáctica, 2010-2011)</p>	<p>3. Mostrar sistemas que ejemplifiquen la acción de un campo, (ej. caso de las limaduras de hierro y el imán). Establecer generalizaciones a partir de lo observado.</p> <p>4. Proponer una situación de “conflicto eléctrico”, realizar el experimento de Oesterd, y mostrar la relación entre fuerzas eléctricas y magnéticas.</p> <p>5. Establecer relación entre las acciones 1, 2 y 3.</p> <p>6. Esbozar la relación entre las manifestaciones de la corriente y la electrificación de cuerpos.</p> <p>7. Definir la noción de Campo e introducir las líneas de fuerza, presentando la analogía con el caso magnético.</p> <p>8. Introducir de la idea de Fuerza y definición de la ley de Coulomb.</p> <p>9. Introducir la idea de intensidad del Campo Eléctrico.</p> <p>(Tomado de Unidad Didáctica, 2011-2012)</p>
--	---

Finalmente en cuanto al tipo de *representaciones de los contenidos*, la profesora declara antes y después de la intervención una tendencia indefinida, en la cual aparecen las tres tendencias (O) mientras en su diseño y acción muestra una tendencia tradicional (B3-T), la cual cambia después de la intervención a una mezcla entre tendencias (O). La amplitud representacional de la profesora en cuanto a los contenidos nos sugiere un intento establecer coherencias entre lo que declara, diseña y hace en el aula, y una intención de avanzada hacia la tendencia constructivista.

C. Conocimiento sobre la Evaluación (CdE)

La descripción de la categoría conocimiento de la evaluación se realizó a través de tres aspectos: objetivo de la evaluación (C1), instrumentos, técnicas y diseño de la evaluación (C2) y la calificación (C3). El análisis de cada categoría del CDC nos indica que la componente de la evaluación es uno de los dominios que menos unidades codificadas tiene, en comparación con las categorías anteriores (AUTOR ET AL., 2013).

Objeto de la Evaluación: Durante los dos años de la investigación la profesora muestra una mezcla de todas las tendencias respecto a lo que declara y diseña. Sin embargo, durante la práctica de aula (lo que hace) utiliza la evaluación para medir y comprobar lo que sus estudiantes han aprendido según las explicaciones dadas en clase, el reconocimiento o evocación de definiciones o conceptos, y la correcta realización de los ejercicios (C1-T). Al respecto comenta la profesora:

He mantenido la presentación del concepto de campo relacionado con el de fuerza eléctrica y por ende el de carga. Aunque se ha dado mayor énfasis a la construcción conceptual y al aspecto representacional, se mantiene la presentación de la definición operacional de los conceptos de fuerza y campo, e igualmente se mantiene que la evaluación se realiza alrededor de estos tres aspectos: La comprensión, explicación y aplicación del concepto, su representación vectorial y el uso adecuado de su definición operacional (ReCo, 2011-12).

Después de la intervención María reconoce la falta de continuidad frente a la evaluación respecto a lo que declara y hace en el aula. La profesora señala que se debe a que no establece diferencias entre una evaluación centrada en habilidades y otra centrada en contenidos. María también justifica su tendencia a describir una evaluación centrada en la tendencia tradicional, por “*el desconocimiento hacia otros mecanismos alternativos para propiciar una evaluación formativa, que se ajuste a las posturas de la institución y a una calificación práctica y objetiva para quien califica*”.

Instrumentos, Técnicas y Diseño de la evaluación: Durante los dos años de la investigación la profesora muestra una mezcla de todas las tendencias respecto a lo que declara, diseña y hace en el aula. Utiliza pruebas escritas cuya respuesta esperada es la información dada en clase, aunque no es el único instrumento para evaluar. Incluye momentos evaluativos individuales y grupales, y propone espacios de coevaluación y autoevaluación. María reconoce que lleva muchos años implementando las mismas rutinas sobre la evaluación, por tanto los medios y formatos siguen siendo los mismos año tras año, a pesar de establecer otras intencionalidades en su enseñanza según las exigencias institucionales. Es consciente de que la correcta resolución de la pregunta cerrada no provee una evidencia definitiva sobre el aprendizaje de un estudiante, aunque es uno de los instrumentos más utilizados en su enseñanza.

La categoría referida a la *calificación* es la menos discutida por María. En todos los ámbitos analizados sugiere que tiene una función comparativa y discriminatoria (C3-T). Asume que la calificación está dada por la institución y es compartido por el resto de profesores de ciencia de la institución educativa y por tanto no es elemento de discusión.

D. Conocimiento sobre los Estudiantes (CEt)

La descripción de la categoría conocimiento sobre los estudiantes se realizó a través de tres aspectos: naturaleza de las ideas de los estudiantes (D1), dificultades de aprendizaje (D2) y participación (D3).

Naturaleza de las Ideas de los Estudiantes: María declara en el 2010-11 una postura sobre el conocimiento de los estudiantes caracterizada por una tendencia tradicional la cual traslada a su diseño y acción. Esta postura se caracteriza por considerar que las estudiantes carecen de los conocimientos y nivel de razonamiento requerido para afrontar la idea de campo eléctrico (D1-T).

Los cambios después de la intervención de una tendencia tradicional a una mezcla entre tendencia, como se muestra en la tabla 1 desde lo que dice, diseña y hace, se presume que se deben a que sus declaraciones se fundamentan en las evidencias de las acciones realizadas durante el 2011, y no en deseos y consideraciones globales sobre la enseñanza de la física en bachillerato. También se debe a la ampliación de su conocimiento sobre las dificultades de aprendizaje sobre el campo, fuerza y carga eléctrica. Ejemplo de ello es:

- Sobre las ideas de las estudiantes es difícil identificarlas, más ahora, cuando usted pretende entonces que después de todo esto yo defina campo para la nueva unidad, pues no sé cómo hacerlo [Diario de Campo, 2010-2011].

- Lo que pasa es que uno puede introducir el concepto de campo, o no, a través de la analogía con campo gravitacional, entonces esa analogía con el campo gravitatorio pues no sé y no lo había pensado, a veces sí genera dificultad la idea de campo gravitatorio entonces a los estudiantes también le genera dificultad la idea de campo, porque ellos no lo ven y a veces se ponen a pensar en ello [Entrevista 2011-2012].

Dificultades de Aprendizaje: Desde lo que declara y diseña antes de la intervención María considera que las dificultades de aprendizaje (*diferencia entre fuerza y campo eléctrico, carga como energía, y la concepción de fuerza*), mayoritariamente procede del resultado de los exámenes escritos (D2-T). Después de la intervención la profesora cambia completamente su visión, identifica nuevas dificultades y predice otras, y en ocasiones describe sus causas, lo cual corresponde a una mezcla entre tendencias (O). Esta descripción de la mezcla entre tendencias si se evidencia en lo que hace durante los dos años, lo cual demuestra un mayor conocimiento de lo que realmente declara. Finalmente en cuanto a la *participación*, la profesora considera que las estudiantes que participan en clase son las únicas involucradas en el proceso de configuración de las explicaciones (D3-T).

E. Idea sobre el Campo Eléctrico

La idea de campo eléctrico se caracterizó a partir de tres modelos: campo como homólogo al espacio (E1), campo distinto al espacio, y en algunas condiciones se equipara a un sistema tal como un gas ideal (E2), y campo como razón explicativa, magnitud vectorial o argumento para justificar los fenómenos eléctricos (E3). Para identificar la presencia de cada modelo, se tuvo en cuenta la frecuencia de unidades de codificación tal como mostramos en la tabla 3.

Tabla 3. Idea sobre el Campo Eléctrico.

Categoría	Modelo	Subcategoría	Frecuencia (f) Unidades de Información						Frecuencia total		Diferencia (Aumento o disminución)
			Declara		Diseña		Hace		AI	DI	
			AI	DI	AI	DI	AI	DI			
E1. Campo= Espacio	Acción a Distancia	(E1-1) Escenario de la Interacción	1	1	0	2	21	6	22	9	
	Agente Pasivo	(E1-2) Mediador de la Interacción	4	0	0	6	0	10	4	16	
	Estado del Medio	(E1-3) Perturbación del Espacio	2	2	1	2	1	47	4	51	
		(E1-4) Condición del Espacio	1	2	3	0	2	6	6	8	
Frecuencia total de la categoría			8	5	4	10	24	69	36	84	+ 48
E.2 Campo≠ Espacio	Agente Pasivo	(E2-1) Mediador de la Interacción	0	7	2	1	13	6	15	14	
		(E2-2) Medio por el que viaja la fuerza	0	0	0	0	1	1	1	1	
	Agente Activo	(E2-3) Actúa sobre las cargas	3	6	2	5	9	0	14	11	
Frecuencia total de la categoría			3	13	4	6	23	7	30	26	- 4
E3. Argumento	Constructo Matemático	(E3-1) Magnitud Vectorial	2	1	12	6	8	33	22	40	
		(E3-2) Intensidad del Campo	0	0	9	0	11	14	20	14	
	Razonamiento Epistemológico	(E3-3) Razón que privilegia la existencia de Fuerzas Eléctricas	9	1	0	3	2	29	11	33	
Frecuencia total de la categoría			11	2	21	9	21	76	53	87	+34

AI: Antes de la Intervención; **DI:** Después de la Intervención.

María declara antes de la intervención estar de acuerdo mayoritariamente con la idea de campo eléctrico como argumento (E3, $f=11$) seguida de la idea de campo igual al de espacio (E1, $f=8$) caracterizado por ser el mediador de la interacción, pero durante el diseño prevalece la idea de campo como una magnitud vectorial desprovista de significado ($f=21$). Además, durante la planificación y la práctica de aula, María refuerza la idea: “sólo los dieléctricos se polarizan, y los conductores sufren una inducción”. Esta confusión entre el proceso (inducción) y el estado (polarización), sólo es reconocida por la profesora en la entrevista final después de la práctica de aula del segundo año de la investigación, analizando las ideas de los estudiantes sobre el campo eléctrico. Ejemplo de ello es:

[...] la conclusión a la que he llegado es que siempre hay polarización independientemente de que sea un material conductor o aislante que lo que sucede es que la polarización se da de manera distinta precisamente por la distribución electrónica del material, pero siempre hay polarización, entonces hay yo posteriormente vengo a caer en cuenta de que estoy generando una confusión en las niñas al hacerles esa

diferenciación, porque en verdad pues no existe. La inducción es el efecto de la presencia del cuerpo externo cargado pero siempre surge en el material una polarización de la carga (Entrevista de Valoración sobre el proceso investigativo, 2013).

Por otro lado, desde lo que hace la profesora utiliza los tres modelos de campo eléctrico E1 ($f=24$), E2 ($f=23$), E3 ($f=21$) de forma similar puesto que las frecuencias detectadas entre ellas son cercanas. Específicamente durante la práctica de aula, la profesora da más relevancia a la idea de campo como escenario de la interacción (E1-1), seguido de la idea de campo como medio de la interacción diferente del espacio (E2-1) y finalmente como magnitud representada por la intensidad del campo (E3-2).

Después de la intervención la profesora la profesora modifica los énfasis que da a cada modelo de campo eléctrico desde lo que declara, pues realiza mayor énfasis en la idea de campo diferente de espacio (E2, $f=13$). Sin embargo, desde el diseño privilegia la idea de campo igual al espacio (E1, $f=10$) y campo como argumento (E3, $f=9$), y desde lo que hace se decanta primero por la idea de campo como argumento (E3, $f=76$) y campo igual al espacio (E1, $f=69$). Estos resultados nos sugieren que aunque la profesora intenta modificar su idea de campo al modelo E2 desde lo que declara, su planificación y acción en el aula durante los dos años, privilegian el modelo E1 y E3.

Finalmente, si comparamos la frecuencia total para cada modelo E1, E2 y E3 antes y después de la intervención, tal como muestra la tabla 3, podemos observar que el modelo E1 presenta una frecuencia de 36, el E2 una de 30 y el E3 una de 53, lo que indica que la mayor frecuencia fue la del modelo E3. Después de la intervención el modelo E1 tiene una frecuencia de 84, E2 de 26 y E3 de 87, lo que indica E1 y E3 aumentaron su frecuencia, mientras que E2 la disminuyó. Si se compara el aumento de E1 y el de E3, se puede notar que el de E1 es muy superior al de E3. E1 tiene una diferencia de 48 y E3 una de 34, lo que revela una tendencia de E1 a manifestarse después de la intervención.

De forma particular Herrmann, Job y Arias (2014) especifican que adoptar la definición matemática del campo como distribución local de una magnitud física, y la definición física del campo como región del espacio con propiedades como sugieren los modelos E3 y E1, impulsa a la no diferenciación entre el concepto y la distribución de $\vec{E}(x,y,z)$ la magnitud física intensidad del campo eléctrico. Bradamante, Micheli y Stefanel (2006) señalan que para superar estas dificultades, el concepto debe presentarse como un elemento unificador en contextos estáticos y dinámicos, situación que debe tenerse en cuenta para posteriores programas de intervención.

VI. Conclusiones e implicaciones

Las caracterizaciones sobre el CDC pueden convertirse en un elemento de apoyo a la labor que muchos profesores realizan actualmente en solitario, y también un elemento de discusión sobre las fortalezas y necesidades de formación del profesorado de física en activo.

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. Consideramos que la profundidad de los resultados puede ayudar a complementar otro tipo de investigaciones en formación de profesorado. Sin embargo, somos conscientes de las limitaciones de esta investigación al ser un estudio de un caso, ya que, aunque muchos puedan identificarse con los resultados, éstos no son generalizables.

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.

Profundizando en el objetivo de nuestro estudio, no se presentan cambios radicales en las concepciones declaradas por la profesora sobre el campo eléctrico, o el conocimiento sobre la evaluación. En términos globales, María reporta mayores cambios alrededor de su conocimiento sobre las estrategias de enseñanza, el conocimiento sobre los estudiantes y el currículo.

Los resultados que presentamos, muestran que el CDC en el diseño, es cada vez más elaborado en la medida en que la profesora adquiere mayor confianza en el contenido que enseña, adquiere una mayor comprensión de los contextos de enseñanza, revisa sus prácticas docentes y, planifica y crea nuevas formas de representación didáctica (STIPCICH, 2008). 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 la relación a la carga, fuerza y campo eléctrico. Nuestros resultados, demuestran la falta de coherencia entre lo que se dice, diseña y hace en el aula, y la alta resistencia al cambio sobre lo que se hace en el aula, aunque cambie lo que se dice.

Varios estudios apoyan nuestros resultados. Por ejemplo, Davis (2004) informó como un buen conocimiento de los contenidos que se enseñan ayuda a futuros profesores a la selección de estrategias de enseñanza adecuadas. Ogan-Bekiroglu (2009) reporta que los pocos cambios en la evaluación se deben a las creencias de autoeficacia sobre la capacidad para evaluar a otros, y el conocimiento sobre métodos efectivos para evaluar, que declara el profesorado. Además en concordancia con Van Driel, Berry y Meirink (2014) consideramos que todo proceso de formación del profesorado y evolución del CDC no se debe hacer en abstracto, sino sobre contenidos específicos.

Finalmente, estos resultados nos indican que la evolución de María, es su caso particular en el tiempo de desarrollo de este trabajo y ameritará más intervención para mejorar. Los resultados también nos sugiere que un posterior programa de intervención debe incidir más en aspectos como el conocimiento sobre la evaluación y los obstáculos y facilitadores del cambio entre lo que se diseña y hace en el aula.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Gobierno de Extremadura y al Fondo Social Europeo por la financiación recibida para la realización de esta investigación (Proyecto GR15009) y al Ministerio de Economía y Competitividad. Dirección General de Investigación (Proyecto: EDU2012-34140). El autor agradece a la Universidad de Extremadura la concesión de una beca predoctoral.

Referencias

ALONZO, A. C.; KIM, J. Declarative and dynamic pedagogical content knowledge as elicited through two video-based interview methods. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 53, n. 8, p. 1259-1286, 2016.

BRADAMANTE, F.; MICHELINI, M.; STEFANEL, A. Learning problems related to the concept of field. In SIDHARTH, B.G.; HONSELL, F.; DE ANGELIS, A. (Eds.) **Frontiers of Fundamental Physics**. Netherlands: Springer, 2006. p. 367-379.

DAVIS, E.A. Knowledge integrations in science teaching: analyzing teachers' knowledge development. **Research in Science Education**, v. 34, n. 1, p. 21-53, 2004.

ETKINA, E. Pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. **Physical Review Special Topics - Physics Education Research**, v. 6, n. 2, p. 0201101-26, 2010.

FURIÓ, C.; GUIASOLA, J. La enseñanza del concepto de campo eléctrico basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientado. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 319-334, 2001.

HERRMANN, F.; JOB, G.; ARIAS ÁVILA, N. **Conceptos obsoletos en física**. Bogotá: Editorial UD, 2014, v. 2.

HENZE, I., VAN DRIEL, J. H.; VERLOOP, N. Development of experienced science teachers' pedagogical content knowledge of models of the solar system and the universe. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 10, p.1321-1342, 2008.

LOUGHRAN, J.; MULHALL, P.; BERRY, A. In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, n. 4, p. 370-391, 2004.

LUFT, J. A.; HEWSON, P. W. Research on teacher professional development programs in science. En: ABELL, S.; LEDERMAN, N. (Eds.). **Handbook of research on science education**. Routledge: New York and London, 2014, p. 889-910, v. 2.

MAGNUSSON, S.; KRAJCIK, J.; BORKO, H. Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. En: GESS-NEWSOME, J.; LEDERMAN, N. (Eds.). **Examining pedagogical content knowledge. The construct and its implications for science education**. Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publishers, 1999, p. 95-132.

MELLADO, V. *et al.* Las emociones en la enseñanza de las ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, v. 32, n. 3, p. 11-36, 2014.

MELO, L.; CAÑADA, F.; MELLADO, V. Initial characterization of a Colombian High School Physics Teacher's Pedagogical Content Knowledge on Electric Fields. **Research in Science Education**, v. 47, n. 1, p. 25-48, 2017.

MELO, L.; CAÑADA, F.; MELLADO, V.; BUITRAGO, A. 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**, v. 13, n. 2, p. 459-475, 2016a.

MELO, L. *et al.* La evaluación como componente de análisis del conocimiento didáctico del contenido en el caso del campo eléctrico. **Campo Abierto. Revista de Educación**, v. 32, n. 2, p. 173-197, 2013.

MICHELINI, M.; SANTI, L.; STEFANEL, A. La formación docente : un reto para la investigación. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. Extraordinario, p. 846-870, 2013.

NILSSON, P. Teaching for understanding: the complex nature of pedagogical content knowledge in pre-service education. **International Journal of Science Education**, v. 30, n. 10, p. 1281-1299, 2008.

NILSSON, P.; LOUGHRAN, J. Exploring the development of pre-service science elementary teachers' pedagogical content knowledge. **Journal of Science Teacher Education**, v. 23, p. 699-721, 2012.

OGAN-BEKIROGLU, F. Assessing assessment: examination of pre-service physics teachers' attitudes towards assessment and factors affecting their attitudes. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 1, p. 1-39, 2009.

PARK, S.; OLIVER, S. Revisiting the conceptualization of pedagogical content knowledge (pck): pck as a conceptual tool to understand teachers as professionals. **Research in Science Education**, v. 38, n. 3, p. 261-284, 2008.

PERALES, J. *et al.* La reforma de la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria : propuesta de un diseño del currículo basado en competencias. **Enseñanza de Las Ciencias**, v. 32, n. 1, p. 9–28, 2014.

PORLÁN, R. *et al.* El cambio del profesorado de ciencias II: Itinerarios de progresión y obstáculos en estudiantes de magisterio. **Enseñanza de las ciencias**, v. 29, n. 3, p. 353-370, 2011.

SCHNEIDER, R. M.; PLASMAN, K. Science teacher learning progressions: a review of science teachers' pedagogical content knowledge development. **Review of Educational Research**, v. 81, n. 4, p. 530-565, 2011.

SHULMAN, L. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, v. 15, n. 2, p. 4-14, 1986.

STIPCICH, S. Las argumentaciones de estudiantes de polimodal sobre la interacción eléctrica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 397-423, dez. 2008.

THOMPSON, J. R.; CHRISTENSEN, W. M.; WITTMANN, M. C. Preparing future teachers to participate students' difficulties in physics in a graduate-level course in physics, pedagogy, and education research. **Physical Review Special Topic-Physics Education Research**, v. 7, n. 1, p. 0101081-11, 2011.

VAN DRIEL, J.; BERRY, A.; MEIRINK, J. Research on Science Teacher Knowledge. En ABELL, S.; LEDERMAN, N (Eds.). **Handbook of Research on Science Education**. New York and London: Routledge, 2014, p 848-870, v. 2.

VELAZCO, S.; SALINAS, J. Comprensión de los conceptos de campo, energía y potencial eléctricos y magnéticos en estudiantes universitarios. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 308-318, 2001.

Anexo

Anexo 1. Categorías para describir la evolución del CDC de acuerdo a su tendencia Didáctica.

Categ.	Subcategorías	Tendencia Tradicional	Tendencia Intermedia	Tendencia Constructivista
A. Conocimiento sobre el Currículo	A1. Objetivos de E-A	A1-T Conceptuales y procedimentales cuyo fin es resolver y predecir una situación planteada utilizando algoritmos y definiciones	A1-I Conceptuales y procedimentales cuyo fin es potenciar las observaciones cualitativas, y la detección de regularidades	A1-C Los objetivos son tanto conceptuales como procedimientos y actitudes. Estos últimos referidos a la conciencia, uso y reciclaje de aparatos electrónicos y la energía eléctrica
	A2. Secuencia de los Contenidos	A2-T El hilo estructural sobre el concepto de campo va de lo "simple" (carga eléctrica) a lo "complejo" (campo eléctrico) a través de una secuencia lineal.	A2-I Existe relación con otros contenidos y áreas de conocimiento, pero la secuencia de contenidos sigue siendo la del libro de texto.	A2-C Se presenta la fuerza como efecto del campo, mezclando aspectos de la construcción histórica de los contenidos.
	A3. Fuentes y Recursos	A3-T La exposición del profesor como fuente y recurso de aprendizaje.	A3-I Uso en algunas ocasiones de varias fuentes y recursos para facilitar la implementación y verificación de explicaciones.	A3-C Integración entre diversas fuentes y recursos, algunas veces resultado del consenso profesor-estudiante. Facilitan la elaboración de explicaciones.
B. Conocimiento sobre las Estrategias de Enseñanza	B1. Tipo de Actividades	B1-T Ayudan a asimilar mejor los contenidos, principalmente encaminados a movilizar y corroborar la información	B1-I Actividades variadas. Si hay escasez de tiempo se prescinde de las actividades prácticas	B1-C Actividades variadas; algunos promueven autonomía frente a aprendizaje y sobre todo tienen en cuenta las dificultades de los estudiantes.
	B2. Secuencia de Enseñanza	B2-T La exposición como eje central de su estrategia de enseñanza, busca: Informar- Chequear/Verificar- Practicar	B2-I Explorar/Introducir el concepto-Explicar-Aplicar el Concepto	B2-C Motivar – Explorar – Explicar – Desarrollar – Evaluar
	B3. Representación de Contenidos	B3-T Expresan el uso de analogías preestablecidas con poca reflexión en el contexto de enseñanza.	B3-I Se vincula el uso de analogías antropomórficas con la intención de hacerlo más familiar al estudiante.	B3-C Recoge el uso variado de distintas representaciones para dar cuenta del contenido según las necesidades de los estudiantes.
C. Conocimiento sobre la Evaluación	C1. Objeto de la Evaluación	C1-T La correcta realización de una tarea que propone el profesor. Se evalúa lo que se enseña	C1-I Se evalúa la evolución de las ideas de los estudiantes con escasas negociaciones de los criterios de evaluación con los estudiantes.	C1-C Se evalúa el proceso de enseñanza/aprendizaje no sólo los contenidos.
	C2. Instrumentos, Técnicas y Diseño de la Evaluación	C2-T Generalmente una prueba escrita individual, que coincide con las preguntas y respuestas, definidas en la clase.	C2-I Instrumento polifacético, por lo menos una prueba de carácter individual y otra grupal.	C2-C Las estudiantes participan en su propia evaluación

	C3. Calificación	C3-T La calificación tiene una función comparativa y discriminatoria. La evaluación se asume algunas veces como sinónimo de calificación	C3-I La calificación se presenta como una indicación provisional acompañada, de propuestas de actuación para su mejora.	C3-C La calificación supone tan sólo el reconocimiento de logros perseguidos. Incluye planes de mejora y de acuerdo al proceso seguido puede ser modificable.
D. Conocimiento sobre los Estudiantes	D1. Naturaleza de las ideas de los Estudiantes	D1-T Los estudiantes carecen de los conocimientos y nivel de razonamiento requerido para afrontar la idea de campo eléctrico.	D1-I El profesor debe reconocer las ideas o conocimientos previos del alumno, porque son una fuente de motivación.	D1-C Los procesos de mediación entre el conocimiento científico, escolar y cotidiano son fundamentales en el proceso de aprendizaje.
	D2. Dificultades de Aprendizaje	D2-T Las dificultades de aprendizaje provienen mayoritariamente de los exámenes escritos.	D2-I Se predicen e identifican las dificultades de aprendizaje pero no se utilizan en la planificación.	D2-C Se identifican las dificultades de aprendizaje según su naturaleza, hay un seguimiento durante el proceso de enseñanza y son utilizadas en la toma de decisiones.
	D3. Participación	D3-T Los estudiantes que participan en clase son las únicas involucradas en el proceso de configuración de las explicaciones.	D3-I La participación activa se entiendo como dejar participar a los estudiantes mientras transcurre el curso del profesor.	D3-C Se asume la participación activa como ceder el control de la clase a los estudiantes, e incluirlos en la toma de decisiones del aula.

Anexo 2. Categorización sobre la Idea de Campo Eléctrico

	Modelo	Subcategoría	Definición
E1 Campo=Espacio	Acción a Distancia	(E1-1) Escenario de la Interacción	Región en la cual actúan las fuerzas debido a los cuerpos cargados
	Agente Pasivo	(E1-2) Mediador de la Interacción	Región del espacio a través de la cual la interacción sólo viaja
	Estado del Medio	(E1-3) Perturbación del Espacio	Región del espacio que sufre alteraciones debido a las cargas eléctricas, similar a la perturbación generada en un medio material por una fuente con una cierta frecuencia
		(E1-4) Condición del Espacio	Estado particular del espacio debido a la presencia de cargas eléctricas
E2 Campo≠Espacio	Agente Pasivo	(E2-1) Mediador de la Interacción	Sistema portador de la interacción generada por cargas eléctricas en reposo o movimiento. Región o Volumen. No actúa necesariamente sobre los cuerpos cargados
		(E2-2) Medio por el que viaja la fuerza	Sistema físico (sustancia similar al éter) que permite que la fuerza viaje de un lugar a otro. No actúa sobre los cuerpos cargados
	Agente Activo	(E2-3) Actúa sobre las cargas	Sustancia inmaterial o , susceptible de sufrir la interacción y hacer que los cuerpos cargados y las corrientes lo experimenten
E3 Argumento	Constructo Matemático	(E3-1) Magnitud Vectorial	Cantidad vectorial, definida por una función matemática
		(E3-2) Intensidad del Campo	$E(r,t)$ entendida como entidad real una ley matemática
	Razonamiento Epistemológico	(E3-3) Razón que privilegia la existencia de Fuerzas Eléctricas	Argumento epistemológico que sustenta la acciones a distancia, indica un cambio de paradigma