



CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO SOBRE LA LEY DE OHM EN DOS PROFESORES DE FÍSICA: CARACTERIZACIÓN DESCRIPTIVA DESDE EL MODELO DE GESS-NEWSOME Y LA HIPÓTESIS DE LA COMPLEJIDAD

PEDAGOGICAL CONTENT KNOWLEDGE OF OHM'S LAW IN TWO PHYSICS TEACHERS: A DESCRIPTIVE CHARACTERIZATION FROM THE GESS-NEWSOME MODEL AND THE COMPLEXITY HYPOTHESIS

Marco Vinicio López-Gamboa (*)

Ministerio de Educación Pública de Costa Rica

Diego Armando Retana-Alvarado

Universidad de Costa Rica

Resumen

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es clave para comprender cómo el profesorado transforma el saber disciplinar en experiencias de enseñanza significativas. Este estudio de caso, desarrollado con dos docentes de Física de secundaria de un Colegio Científico de Costa Rica, analiza su CDC en la enseñanza de la Ley de Ohm mediante entrevistas semiestructuradas basadas en las Representaciones de Contenido (ReCo), validadas por especialistas y aplicadas en un momento específico del quehacer profesional de ambos docentes (diseño transversal). Se desarrolló un sistema de categorías que vincula el CDC con las dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad (técnica, práctica y crítica). Los resultados evidencian una progresión desde la dimensión práctica hacia la crítica, manifestada en la promoción de procesos investigativos, la atención a los núcleos conceptuales y la construcción de un CDC personal que posiciona a los docentes como facilitadores del aprendizaje, más que como transmisores mecánicos de contenidos.

Palabras clave: Conocimiento Didáctico del Contenido; Hipótesis de la Complejidad; Ley de Ohm; formación profesional; práctica pedagógica.

Abstract

(*) Autor para correspondencia:

Marco Vinicio López-Gamboa (*)
Ministerio de Educación Pública de Costa Rica,
Dirección Regional de Educación Peninsular
60105, Paquera, Puntarenas, Costa Rica

Correo de contacto:

marco.lopez.gamboa@mep.go.cr

©2010, Perspectiva Educacional
[Http://www.perspectivaeducacional.cl](http://www.perspectivaeducacional.cl)

RECIBIDO: 26.02.2026

ACEPTADO: 22.07.2026

DOI: 10.4151/07189729-Vol.65-Iss.2-Art.1914

Pedagogical Content Knowledge (PCK) constitutes a central construct for understanding how teachers transform disciplinary knowledge into meaningful teaching experiences. This case study, conducted with two secondary Physics teachers from a Scientific High School in Costa Rica, analyzes their PCK in teaching Ohm's Law, taking as a reference the Teacher Professional Knowledge Bases (TPKB) model proposed by Gess-Newsome (2015). Data collection was carried out through semi-structured interviews based on the Content Representations (CoRe) proposed by Loughran et al. (2004), validated by specialists in Science Education, and applied at a specific moment of both teachers' professional practice (cross-sectional design). A category system was developed from the participants' discourse, linking PCK with the technical, practical, and critical dimensions of the Complexity Hypothesis (Vázquez-Bernal et al., 2010), as well as with the strategies teachers employ to address obstacles in their pedagogical mediation. This analytical system allowed the identification of recurrent action patterns evidencing how each teacher articulates their Teacher Professional Knowledge Bases in a differentiated manner. The results evidence a progression from the practical toward the critical dimension in both teachers, manifested in the promotion of inquiry processes among students, explicit attention to conceptual cores, and the construction of a personal PCK that positions teachers as learning facilitators, rather than as mechanical transmitters of content. Teacher A develops abstraction ability through variable analysis, promotes active participation through experiments and simulations, and fosters data interpretation through graphing. This teacher also designs worksheets that guide the experimental process, formulates open-ended questions centered on variable variation, and conceives knowledge as a construction favored through classroom inquiry. In addition, she incorporates technological resources regularly due to the nature of the course and integrates them with

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO SOBRE LA LEY DE OHM EN DOS PROFESORES DE FÍSICA: CARACTERIZACIÓN DESCRIPTIVA DESDE EL MODELO DE GESS-NEWSOME Y LA HIPÓTESIS DE LA COMPLEJIDAD

active methodologies such as problem-based learning and inquiry, promoting a deep understanding of the content. These decisions evidence an active integration among content knowledge, student knowledge, and pedagogical knowledge, configuring an articulated and situated knowledge consistent with Gess-Newsome's (2015) TPKB. Furthermore, the presence of elements associated with Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) emerged recurrently, suggesting a conscious integration among disciplinary content, pedagogical strategies, and technological tools. Teacher B, promotes abstraction through problem posing and concept comprehension, emphasizes teamwork, and proactively addresses students' specific difficulties. Regarding didactic resources, he is not limited to using a single textbook but draws on various university-level bibliographical sources, suggesting a marked centrality of disciplinary knowledge within his PCK. His epistemological distinction between model and scientific law stands out, evidencing disciplinary mastery and a concern for the nature of scientific knowledge. Additionally, he expresses the intention to incorporate experimental activities in the future to complement theoretical explanations, which reveals an awareness of the value of practical work in meaningful learning. In both cases, the absence of traits associated with the technical dimension is observed, as neither structures his or her teaching exclusively around mechanical repetition or closed-ended problem solving, suggesting a level of professional complexity that transcends a strictly procedural approach. Consequently, both configure a PCK oriented toward content problematization and epistemologically informed understanding of Ohm's Law, consistent with teaching that transcends the mechanical application of formulas.

Keywords: Pedagogical Content Knowledge; Complexity Hypothesis; Ohm's Law; professional training; pedagogical practice.

1. Introducción

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) fue introducido y definido por Lee Shulman (1986) como la amalgama entre el conocimiento disciplinar y el saber didáctico. Con el paso del tiempo, múltiples investigaciones han contribuido a refinar y expandir este modelo (Carlson & Daehler, 2019; Gess-Newsome, 2015; Grossman, 1990; Magnusson et al., 1999; Melo-Niño, Buitrago et al., 2016; Parga-Lozano & López-Castillo, 2025; Park & Oliver, 2008; Vázquez-Bernal et al., 2019; Vergara et al., 2025), consolidándolo como un marco teórico que permite comprender cómo el profesorado transforma el conocimiento disciplinar —en este caso, la Física— en representaciones pedagógicas comprensibles, atendiendo a las características del estudiantado, los contextos socioculturales y las finalidades educativas propias de cada disciplina.

La presente investigación se focaliza en el CDC declarado en torno a la Ley de Ohm y en el abordaje de los obstáculos asociados a su enseñanza, mediante un estudio de caso con dos docentes de Física de secundaria de un Colegio Científico en Costa Rica. En el ámbito de la Física escolar, esta ley constituye un contenido fundamental para la comprensión de los fenómenos eléctricos y de la relación entre magnitudes como corriente, voltaje y resistencia, formando parte del eje temático de “Electricidad y Magnetismo” del currículo de Educación Diversificada en Costa Rica, que corresponde a los niveles de décimo y undécimo año.

Aunque existen investigaciones sobre CDC en diversos contenidos de Física escolar (López-Gamboa, 2023; Melo-Niño, Cañada et al., 2016; Melo-Niño et al., 2018; Reyes & Martínez, 2013; Rodríguez & López, 2020), persisten vacíos específicos en la literatura. En primer lugar, son limitados los estudios centrados en la enseñanza de la Ley de Ohm, particularmente en el contexto latinoamericano. En segundo lugar, si bien existen investigaciones con profesorado de secundaria, predominan los estudios en contextos universitarios o de formación inicial docente, por lo que el profesorado de secundaria en ejercicio sigue siendo un grupo menos atendido (Melo-Niño, Cañada et al., 2016; Ottogalli & Bermudez, 2024). En tercer lugar, son excepcionales los trabajos que integran de manera conjunta el modelo de Gess-Newsome (2015) y la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2010) como referentes analíticos. Es por eso, que esta investigación se sitúa en ese espacio de vacancia, al ofrecer una caracterización del CDC declarado por dos docentes de secundaria en el contenido específico de la Ley de Ohm, integrando ambos referentes teóricos y proponiendo un sistema de categorías emergentes transferible a otros contextos.

De ahí que esta limitación resulta significativa, pues caracterizar cómo los docentes configuran su CDC sobre la Ley de Ohm —considerando el conocimiento disciplinar como un componente

nodal de dicho conocimiento profesional— podría aportar elementos clave para el diseño de propuestas formativas más ajustadas a las necesidades reales del aula. Por tanto, el problema de investigación se centra en caracterizar el CDC de dos profesores de Física de secundaria sobre la Ley de Ohm, identificando las relaciones que establecen entre su conocimiento disciplinar, sus decisiones didácticas y las dimensiones técnica, práctica y crítica que subyacen a su práctica docente, así como la forma en que esta configuración se expresa en sus decisiones de mediación pedagógica, en el uso de recursos didácticos y en los roles que asumen docentes y estudiantes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este enfoque adquiere especial relevancia porque el CDC constituye un conocimiento de carácter personal, construido y refinado por el profesorado en la práctica misma de la enseñanza, lo que lo distingue del saber del especialista disciplinar y lo convierte en un componente clave de la formación inicial y continua (Retana-Alvarado et al., 2025).

En este marco, el presente artículo aporta una caracterización del CDC en la enseñanza de la Ley de Ohm, integrando la Hipótesis de la Complejidad (Vázquez-Bernal et al., 2009; Vázquez-Bernal et al., 2010) y las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (Gess-Newsome, 2015), a la vez que se propone un sistema de categorías emergentes que amplía las posibilidades metodológicas para el estudio del CDC en contenidos específicos de la física e incluso en otras áreas de las ciencias.

En coherencia con este planteamiento, se formula la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se caracteriza el Conocimiento Didáctico del Contenido sobre la Ley de Ohm por dos profesores de Física de secundaria, a partir del análisis de su discurso, considerando el modelo de Gess-Newsome (2015) y la Hipótesis de la Complejidad de Vázquez-Bernal et al. (2010)?

De esta, se desprenden los siguientes objetivos:

Objetivo general:

Caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido sobre la Ley de Ohm declarado por dos profesores de Física de secundaria, a partir del análisis de su discurso, con base en el modelo de Gess-Newsome (2015) y la Hipótesis de la Complejidad de Vázquez-Bernal et al. (2010).

Objetivos específicos:

Identificar los componentes del CDC que emergen del discurso de los docentes en torno a la enseñanza de la Ley de Ohm, así como los obstáculos que declaran en su práctica.

Describir las relaciones que los docentes establecen entre su conocimiento disciplinar, sus decisiones didácticas y las dimensiones técnica, práctica y crítica de la HC.

Proponer un sistema de categorías emergentes que permita caracterizar el CDC en la enseñanza de la Ley de Ohm y que amplíe las posibilidades metodológicas para su estudio en contenidos específicos de la física.

2. Referencial teórico

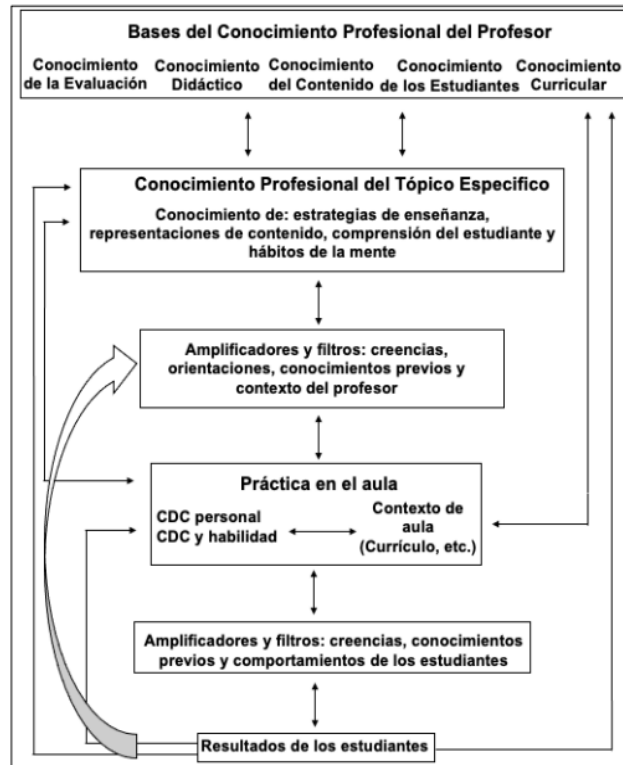
Según Vergara et al. (2025), el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) emerge como una respuesta a diversas problemáticas educativas asociadas al fortalecimiento de la profesionalización docente, la mejora del rendimiento académico y el cuestionamiento de los enfoques tradicionales de investigación en educación. En este sentido, el CDC se configura no solo como una categoría analítica para describir el conocimiento del profesorado, sino también como un marco interpretativo que permite comprender la toma de decisiones pedagógicas en contextos reales de aula, al articular saberes disciplinares, didácticos y contextuales, entre otros aspectos inherentes a los procesos de enseñanza y aprendizaje. En el ámbito de la didáctica de las ciencias, el CDC se concibe como la adaptación integrada de distintos saberes necesarios para el proceso educativo, incluyendo aquellos relacionados con la naturaleza y orientación de las ciencias, el currículo, las estrategias didácticas, la evaluación y la comprensión de los estudiantes (Magnusson et al., 1999; Park & Oliver, 2008).

2.1 Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) y Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP)

Por su parte, Gess-Newsome (2015) propone un modelo de CDC fundamentado en las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP), las cuales comprenden el conocimiento del contenido, el conocimiento didáctico, el conocimiento de los estudiantes, el conocimiento curricular y el conocimiento de la evaluación. En la Figura 1 se presenta este modelo, que permite visualizar la interacción entre dichas bases y su influencia en la práctica docente.

Figura 1

Modelo de CDC y BCPP



Nota. Adaptado de Gess-Newsome (2015).

Las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) se refieren al conjunto de saberes fundamentales que sustentan la labor docente, integrando el dominio disciplinar, el conocimiento pedagógico y las particularidades del contexto educativo en el que se desarrolla la enseñanza (Retana-Alvarado & Vázquez-Bernal, 2019). Estos saberes constituyen la base del conocimiento profesional docente, el cual se construye y reconfigura tanto durante el proceso de formación inicial como en los contextos específicos de planificación y ejecución de la práctica pedagógica.

Desde una perspectiva transformativa, dichas bases no operan de manera lineal ni acumulativa; por el contrario, interactúan de forma dinámica, situada y contingente, dando lugar a configuraciones particulares del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en función de las demandas del aula. En consecuencia, el CDC no se concibe como la aplicación directa de componentes previamente definidos, sino como una configuración emergente que se reorganiza en la acción pedagógica y en la toma de decisiones profesionales.

En este marco, Gess-Newsome (2015) distingue entre el CDC personal y el CDC de habilidad. El primero refiere al conocimiento que el docente declara y estructura en la planificación de un contenido específico, mientras que el segundo alude a su puesta en práctica efectiva durante la enseñanza. Esta distinción resulta clave para comprender que el CDC no se limita a un saber

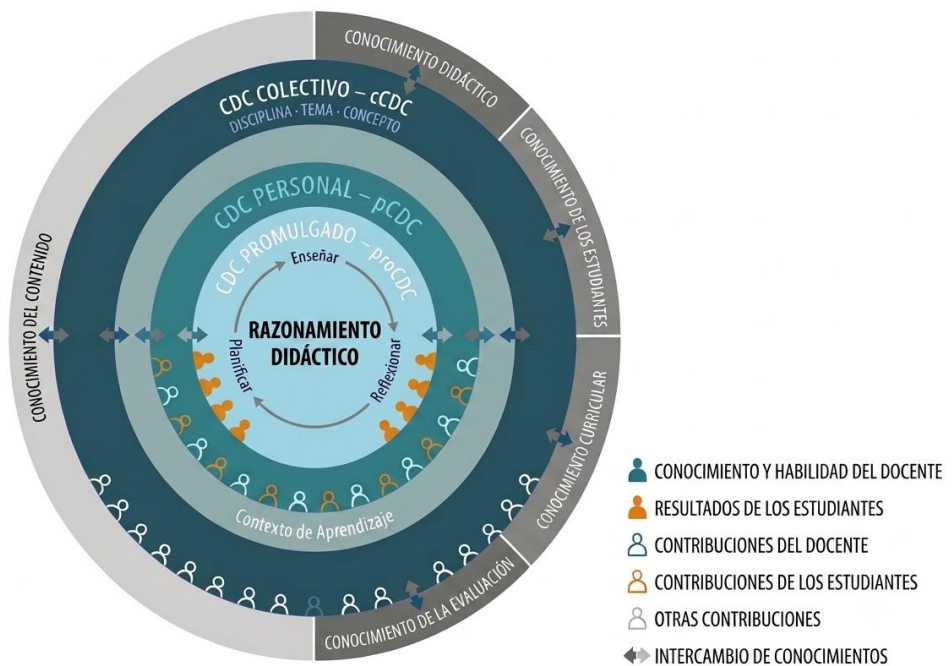
declarativo o planificado, sino que se reconstruye y resignifica en la interacción con el estudiantado y en las condiciones concretas del contexto educativo.

2.1. Una propuesta refinada de CDC

Carlson y Daehler (2019) proponen un modelo centrado en la enseñanza de las ciencias, conformado por tres tipos de CDC —promulgado, personal y colectivo— e integrado al contexto de aprendizaje. Asimismo, esta versión refinada del CDC reconoce y se fundamenta en las bases pedagógicas del conocimiento profesional planteadas por Gess-Newsome (2015). En la Figura 2 se expone este modelo.

Figura 2

Modelo de CDC y BCPP



Nota. Adaptado de Carlson y Daehler (2019).

Este modelo refinado de CDC se estructura en tres modalidades —promulgado, personal y colectivo— que se articulan en un contexto de aprendizaje, donde el saber personal del docente se vincula con el conocimiento compartido por la comunidad profesional (Carlson & Daehler, 2019). Además, Herrera-López et al. (2026) explican este modelo de la siguiente manera:

Se configura como una serie de círculos concéntricos, debido a que se identificó como la mejor forma para explicar la complejidad de las relaciones entre los

componentes del CDC, teniendo en cuenta que el conocimiento del profesor dependía de otros cuerpos de conocimiento. En este modelo, los profesores y estudiantes se encuentran en el centro, reflejando la atención en el acto de la enseñanza de la ciencia, además refuerza el valor del razonamiento pedagógico y la naturaleza dinámica del CDC en acción. (p. 2)

Esta visión dinámica y relacional de este modelo de CDC invita a concebir la enseñanza de las ciencias como un proceso de retroalimentación continua, donde el profesor no solo transmite conocimiento, sino que lo reconstruye en interacción con sus estudiantes y con la comunidad educativa.

2.2. La Hipótesis de la Complejidad (HC)

En lo que respecta a la Hipótesis de la Complejidad (HC), definida como “la evolución en la capacidad de interacción con el medio social y/o natural, a través de la integración reflexión-práctica y que afecta a aspectos ideológicos, formativos, contextuales, epistemológicos y curriculares” (Vázquez-Bernal et al., 2010, p. 2), esta se configura como un marco explicativo del desarrollo profesional docente desde una perspectiva no lineal, dinámica y progresiva de complejización. Además, está conformada por tres dimensiones, que se exponen en la Tabla 1:

Tabla 1

Dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad

Dimensión	Enfoque
Técnica (λ)	Predomina la implementación de problemas de estructura cerrada, cuya resolución enfatiza la aplicación mecánica de procedimientos y la memorización de fórmulas, relegando la profundización en la comprensión conceptual.
Práctica (σ)	Se implementa una combinación de problemas cerrados y abiertos que favorece la comprensión conceptual, al tiempo que otorga al docente mayor flexibilidad y capacidad de adaptación en el contexto del aula.
Crítica (ρ)	Se emplean problemas de investigación en el aula que potencian la calidad de la enseñanza, lo cual exige del profesorado un proceso de mejora continua en sus prácticas educativas.

Nota. Adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2010).

En este modelo, las dimensiones se organizan de manera progresiva. La dimensión técnica (λ) se configura como un nivel unidimensional —de menor complejidad—; la dimensión práctica (σ) adquiere un carácter bidimensional; y, finalmente, la dimensión crítica (ρ) alcanza una complejidad tridimensional. Esta estructuración orienta el desarrollo profesional docente en una trayectoria gradual que transita desde la dimensión técnica hacia la crítica.

De acuerdo con Vázquez-Bernal et al. (2009), esta progresión refleja el espectro profesional del profesorado, entendido como un proceso que va desde la superación de obstáculos básicos y la actuación sustentada en el ensayo-error, hasta la capacidad de problematizar la práctica y trascender el contexto inmediato del aula con una intencionalidad transformadora y emancipadora.

En articulación con el modelo de Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) y Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) propuesto por Gess-Newsome (2015), puede comprenderse que, en la dimensión técnica (λ), las bases del conocimiento tienden a manifestarse de manera fragmentada y centrada en procedimientos; en la dimensión práctica (σ), comienzan a integrarse con mayor flexibilidad y coherencia; mientras que en la dimensión crítica (ρ) se configuran como un entramado reflexivo que transforma cualitativamente el CDC. En este sentido, el tránsito entre dimensiones no implica únicamente un cambio metodológico, sino una reconfiguración profunda de la manera en que las BCPP se articulan y emergen en la práctica docente.

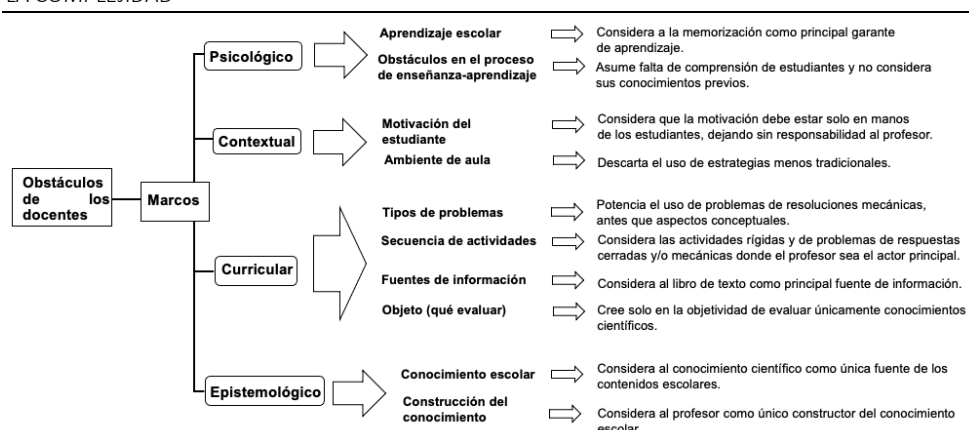
2.3. Obstáculos presentes en la práctica docente

Por su parte, los obstáculos que se presentan en la práctica docente, definidos por Vázquez-Bernal et al. (2010) como creencias y conocimientos prácticos personales estabilizados a lo largo de la trayectoria profesional y resistentes al cambio, se vinculan con factores contextuales, institucionales y relacionales. Desde esta perspectiva, dichos obstáculos no solo pueden limitar la acción docente, sino que también condicionan las posibilidades de emergencia de formas más complejas del CDC.

Estos esquemas se relacionan, además, con la dinámica profesional que el docente establece con colegas, estudiantes y otros actores del contexto educativo. En la Figura 3 se presentan los obstáculos considerados como referentes conceptuales para el análisis. Así, la manera en que el profesorado enfrenta y explicita estos obstáculos en sus declaraciones —en articulación con la Hipótesis de la Complejidad y sus tres dimensiones— permitirá caracterizar el CDC manifestado en la enseñanza de la Ley de Ohm.

Figura 3

Obstáculos que presentan los docentes



Nota. Adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2010).

2.4. Antecedentes de estudios de CDC en la enseñanza de la Física

En la enseñanza de esta materia, la investigación sobre CDC se ha centrado en contenidos como el Principio de Arquímedes, la carga eléctrica y el campo eléctrico, Leyes de Newton, entre otros, con un predominio de enfoques cualitativos que atienden a la concepción de los contenidos y a las experiencias que los docentes construyen en su formación y en su práctica de aula. La Tabla 2 presenta una síntesis de estos estudios sobre CDC en la enseñanza de la Física, elaborados por diversos autores, destacando su contexto y las conclusiones más relevantes.

Tabla 2

Estudios sobre CDC en la enseñanza de la Física

Contenido de Física	Contexto del estudio	Modelo de CDC abordado	Conclusiones	Autores
Leyes de Newton	Estudio de caso a un profesor de Física universitario de Costa Rica	Gess-Newsome (2015)	El profesor planifica fundamentos y problemas para la clase, fomenta la discusión grupal y modifica ejercicios según las inquietudes emergentes, mostrando flexibilidad. Ello evidencia un tránsito de la dimensión práctica (σ) a la crítica (ρ) y una atención a las emociones del estudiantado como factor relevante para su atención.	López-Gamboa (2023)
Movimiento Rectilíneo Uniforme (MRU)	Estudio de caso múltiple con siete profesores de Física de	Shulman (1987) y Porlán y Rivero (1998)	Predomina en los docentes una concepción de validación científica centrada en la	Rodríguez y López (2020)

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO SOBRE LA LEY DE OHM EN DOS PROFESORES DE FÍSICA: CARACTERIZACIÓN DESCRIPTIVA DESDE EL MODELO DE GESS-NEWSOME Y LA HIPÓTESIS DE LA COMPLEJIDAD

	secundaria de Chile		experimentación y el método científico, sostenida por enfoques tradicionales que se traducen en un uso reducido de fuentes para organizar la información y en la ausencia de consideración hacia la diversidad del estudiantado.	
Principio de Arquímedes	Estudio de caso múltiple con 21 profesores de Física de secundaria en formación de Colombia	Magnusson et al. (1999)	El CDC inicial de los futuros docentes se manifiesta en tres modelos cualitativamente diversos —tradicional, intermedio y ecléctico—, reflejando así su carácter singular y contextual, determinado por las formas de pensar, sentir y otras características propias de cada docente.	Melo-Niño et al. (2018)
Carga eléctrica.	Estudio de caso con un profesor de Física de secundaria de Colombia	Magnusson et al. (1999)	El CDC se amplía en cada profesor de forma particular y personal, lo que exige prestar atención tanto al conocimiento del contexto como a los componentes afectivos asociados al proceso de aprender a enseñar.	Melo-Niño, Cañada et al. (2016)
Campo eléctrico.	Estudio de caso con un profesor de Física de secundaria en formación (no menciona el país)	Etkina (2010) y Magnusson et al. (1999)	El profesor considera que los contenidos de enseñanza no se distinguen de los de la física en sí misma, por lo que asume que deben abordarse de forma lineal y acumulativa.	Reyes y Martínez (2013)

Nota. Adaptado de diversas publicaciones sobre CDC.

Lo expuesto en la tabla anterior evidencia elementos de especial interés para el presente estudio puesto que, en sintonía con dichas investigaciones, se enfatizará el análisis del saber declarado por los profesores respecto a la Ley de Ohm y al CDC vinculado con esta temática. Lo anterior, orientado a explorar las percepciones de los docentes en relación con la planificación y puesta en práctica de este contenido, además de su contexto particular y las representaciones que construyen acerca de sus estudiantes.

2.5. Entrelazamiento de concepciones teóricas

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) y la Hipótesis de la Complejidad (HC) constituyen dos marcos teóricos que, integrados, permiten caracterizar el desarrollo profesional del profesorado. Mientras el CDC refiere al núcleo del saber docente que articula el qué enseñar, cómo enseñarlo y a quién dirigir la enseñanza, la HC describe la trayectoria de desarrollo mediante la cual dicho conocimiento se moviliza y complejiza en la práctica, a través de sus dimensiones técnica (λ), práctica (σ) y crítica (ρ).

No obstante, esta relación no debe entenderse en términos instrumentales —como si el CDC fuese un repertorio estático y la HC una mera ruta de aplicación—, sino como una relación dialéctica en la que la complejidad reorganiza y resignifica continuamente el CDC en función de las demandas contextuales. En esta perspectiva, el CDC puede concebirse como el mapa conceptual del saber profesional, mientras que la HC representa la dinámica progresiva mediante la cual ese saber se reconfigura, se profundiza y se transforma en la acción pedagógica.

Por otra parte, las conceptualizaciones iniciales del CDC, a partir de lo planteado por Shulman (1986), quien propuso la integración del conocimiento disciplinar y pedagógico como eje del saber docente, sentaron las bases del constructo, pero fueron posteriormente cuestionadas por promover una visión relativamente estática y cognitivista del conocimiento profesional (Bolívar, 2005; Kind, 2009). En respuesta a estas limitaciones, Gess-Newsome (2015) plantea un modelo transformativo en el que el CDC no se concibe como la suma de componentes, sino como un nuevo conocimiento que emerge de la interacción compleja, dinámica y no lineal de las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP). Por su parte, Carlson y Daehler (2019) refinan este enfoque al distinguir tres modalidades del CDC —colectivo, personal y promulgado—, articuladas con contexto de aprendizaje, precisando los planos en que este saber se manifiesta.

Desde esta perspectiva, el CDC se configura como un proceso de construcción situada que se genera y adapta de manera singular en la mente del docente durante la práctica reflexiva, en interacción con el contexto, el estudiantado y las condiciones específicas del aula. Este enfoque permite comprender cómo el saber profesional no se aplica mecánicamente, sino que se reconstruye y transforma continuamente en la acción.

En coherencia con esta concepción dinámica y situada, el CDC se entiende como un conocimiento práctico-personal que responde al giro epistemológico señalado por Bolívar (2005). Asimismo, Sáez et al. (2022) lo caracterizan como una construcción personal y contextual que emerge de las experiencias áulicas. En este sentido, el modelo de Gess-

Newsome (2015) representa una profundización de esta perspectiva al conceptualizar el CDC como un conocimiento emergente producto de la integración compleja y contextualizada de saberes disciplinares y pedagógicos durante la práctica docente. Además, la distinción de planos propuesta por Carlson y Daehler (2019) complementa esta visión al diferenciar el CDC que el profesor posee de forma individual, del que moviliza en el aula y del que comparte con su comunidad profesional.

De este modo, el profesor es posicionado como un sujeto crítico capaz de investigar, problematizar y transformar su propia práctica, superando una concepción técnica basada en la aplicación de modelos predefinidos y reconociendo la enseñanza como un espacio de toma de decisiones contextualizadas, reflexión sistemática y transformación continua.

3. Metodología

La investigación se situó en un enfoque cualitativo, dentro del paradigma de la complejidad evolutiva propuesto por De la Herrán (2003), el cual permitió analizar cómo el razonamiento complejo se transforma en madurez personal y social. Se adoptó un diseño de estudio de caso, en coherencia con la tradición investigativa predominante en los estudios sobre Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), que suelen desarrollarse desde enfoques descriptivos y contextualizados (Fernández & Fernandes de Goes, 2014). Asimismo, este estudio se inscribe en un diseño de corte transversal, puesto que la información fue recolectada en un único momento (Hernández Sampieri et al., 2014), lo que permite caracterizar el CDC de los profesores en un punto específico de su trayectoria profesional, sin pretender dar cuenta de procesos de evolución o cambio a lo largo del tiempo.

Las preguntas de la entrevista fueron validadas mediante el juicio de expertos en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Asimismo, el instrumento se fundamentó en las Representaciones del Contenido (ReCo) propuestas por Loughran et al. (2004), lo que permitió operacionalizar el CDC de los docentes en coherencia con las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor planteadas por Gess-Newsome (2015).

Tabla 3

Algunas preguntas de la entrevista semiestructurada

Preguntas (ReCo)	BCPP
1. En su opinión, ¿qué situación problemática explica o resuelve la Ley de Ohm?, ¿qué estudia la Ley de Ohm?	Conocimiento del contenido
2. ¿Cómo inicia la primera clase sobre la ley de Ohm: con preguntas o situaciones problemáticas, muestra relaciones con la historia y naturaleza de la ciencia y/o relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad?	Conocimiento didáctico
3. ¿Cómo se secuencia la Ley de Ohm dentro del plan de estudios de	Conocimiento

CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO SOBRE LA LEY DE OHM EN DOS PROFESORES DE FÍSICA: CARACTERIZACIÓN DESCRIPTIVA DESDE EL MODELO DE GESS-NEWSOME Y LA HIPÓTESIS DE LA COMPLEJIDAD

Física? ¿Qué contenidos la preceden y cuáles la continúan?	curricular
4. ¿Qué dificultades presentan los estudiantes a la hora de trabajar la Ley de Ohm?	Conocimiento de los estudiantes
5. ¿A qué formas de evaluación (cualitativas y/o cuantitativas) han respondido los estudiantes de manera favorable o desfavorable en cuanto a sus resultados de aprendizaje?	Conocimiento de la evaluación

Nota. El resto de las preguntas se pueden visualizar en el Anexo 1.

Las particularidades de los docentes y del contexto educativo en el que se desempeñan se describen en la Tabla 4.

Tabla 4

Perfil profesional de los participantes

Docente	Características profesionales	Asignatura que imparte
A (profesora)	Posee un Bachillerato en Enseñanza de las Ciencias Naturales, una Licenciatura en Enseñanza de la Física y una Maestría en Tecnología Educativa. Cuenta con una experiencia docente de entre seis y diez años en el ámbito de la enseñanza.	Física con un enfoque experimental.
B (profesor)	Posee un Máster en Física y cursa una Licenciatura en Docencia. Cuenta con una experiencia docente de entre uno y cinco años.	Física con un enfoque teórico.

Nota. En adelante, para referirse a la profesora se utilizará la letra “A” y al profesor la “B”.

Ambos laboran en la misma institución educativa: un colegio científico perteneciente al Sistema Nacional de Colegios Científicos de Costa Rica. De acuerdo con el Reglamento General de los Colegios Científicos de Costa Rica, estos centros tienen como misión cumplir los objetivos de la Educación Diversificada, con énfasis en la formación científica (Decreto Ejecutivo N.° 19059, 1989, art. 2).

La selección de los dos docentes participantes se realizó de manera intencional, ya que el investigador puede seleccionar ciertos casos para su análisis y, posteriormente, incorporar casos adicionales con el propósito de confirmar o refutar los resultados iniciales (Creswell, 2013, citado por Hernández Sampieri et al., 2014), destacando los siguientes criterios: ser docente activo de Física en Educación Diversificada en un colegio científico, contar con experiencia y desempeño activo en la enseñanza de la Ley de Ohm, además de tener disposición voluntaria para participar en el estudio.

Ambos docentes firmaron un consentimiento informado en el que se explicitaron los objetivos del estudio, el carácter voluntario de su participación, el anonimato de los datos y el uso exclusivamente académico de la información recabada. Posteriormente, para el análisis de la

información, las entrevistas fueron transcritas íntegramente y sometidas a un proceso de análisis temático de contenido, estructurado en las siguientes fases: lectura flotante de las transcripciones para obtener una visión global del discurso de cada docente; seguido de una codificación abierta, segmentando el texto en unidades de significado y asignando códigos preliminares; luego una codificación axial, agrupando los códigos en categorías temáticas en función BCPP; seguido de una codificación selectiva, integrando las categorías en torno al CDC con las dimensiones de la HC; y finalmente validación de las categorías mediante triangulación y saturación teórica.

4. Resultados y discusión

La información recabada a través de la entrevista semiestructurada aplicada a ambos docentes permitió caracterizar el CDC que ponen en juego en la enseñanza de la Ley de Ohm, evidenciando cómo dicho conocimiento se expresa en sus decisiones pedagógicas y en el abordaje de los obstáculos que emergen durante la planificación e implementación de sus clases.

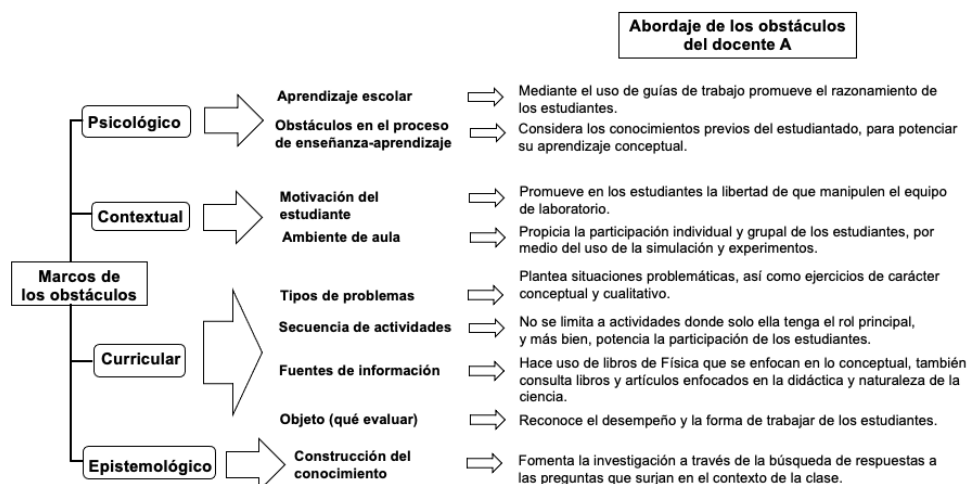
A partir de las respuestas obtenidas, se sistematizaron los distintos abordajes adoptados frente a los obstáculos identificados, junto con las manifestaciones específicas del CDC de cada profesor.

4.1. Abordaje de los obstáculos y CDC del docente A

En la Figura 4 se presenta el esquema correspondiente al docente A, donde se sintetizan los parámetros identificados y las relaciones entre los obstáculos y las estrategias de mediación desplegadas en su práctica.

Figura 4

Análisis de los obstáculos manifestados por el docente A



Nota. Adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2010).

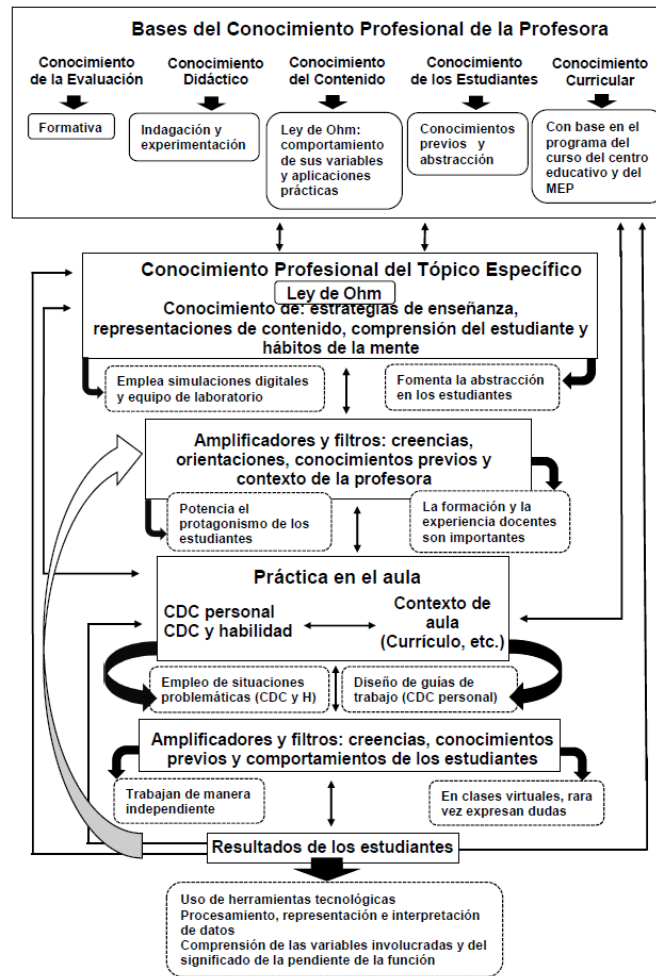
El docente A aborda los obstáculos de aprendizaje considerando las ideas previas del estudiantado y las dificultades inherentes al proceso de enseñanza-aprendizaje, al tiempo que promueve la motivación y el trabajo práctico en un ambiente participativo. Asimismo, incorpora problemas contextualizados y concibe el conocimiento como una construcción que se favorece mediante la indagación en el aula. Estas decisiones evidencian una integración activa entre el conocimiento del contenido, el conocimiento del estudiantado y el conocimiento didáctico, lo que permite inferir que su CDC no se limita a la transmisión de procedimientos, sino que se configura como un saber articulado y situado.

En términos de la Hipótesis de la Complejidad (HC), esta articulación sugiere una predominancia de la dimensión práctica (σ), con aproximaciones a la dimensión crítica (ρ) cuando el docente problematiza las relaciones entre variables y promueve la investigación conceptual.

La Figura 5 presenta el modelo de CDC del profesor A, describiendo los aspectos asociados a las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) en torno a la enseñanza de la Ley de Ohm como contenido específico. Destaca, por ejemplo, que en su práctica de aula emplea situaciones problemáticas propias de su CDC personal, tales como: “¿Qué ocurre si varío una variable en función de otra?”, “¿cómo se modifican las mediciones de voltaje o corriente si altero la resistencia?”.

Figura 5

Modelo de CDC del docente A



Nota. Adaptado de Gess-Newsome (2015) y López-Gamboa (2021). Y MEP significa Ministerio de Educación Pública.

Asimismo, diseña guías de trabajo (vinculadas al CDC de habilidad) que orientan el proceso experimental, como se ilustra en la Figura 6:

Figura 6

Guía de trabajo diseñada por el docente A

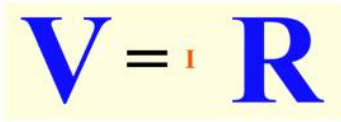
Reporte de:  INTERACTIVE SIMULATIONS 2020

Instrucciones:

1. Entrar al siguiente enlace:

https://phet.colorado.edu/sims/html/ohms-law/latest/ohms-law_es.html

Este le llevará a la simulación sobre la Ley de Ohm.



Tenga a mano los apuntes de las clases de física básica para responder a las preguntas.

Reporte de:  INTERACTIVE SIMULATIONS 2020

Responder a las siguientes preguntas para la entrega del reporte

1: Relación del voltaje y la corriente

Describe lo observado después de modificar el valor del voltaje suministrado al circuito manteniendo constante la resistencia ¿Qué sucede con el valor de la corriente al variar el voltaje de menor a mayor?

2: Relación de la resistencia y la corriente

Describe lo observado después de modificar el valor de la resistencia dada para el circuito manteniendo constante el voltaje suministrado ¿Qué sucede con el valor de la corriente al variar la resistencia de menor a mayor?

El docente A recurre al planteamiento de preguntas abiertas centradas en la variación de variables permite interpretar que el docente promueve la comprensión de relaciones funcionales por encima de la aplicación mecánica de fórmulas. Esto revela una orientación conceptual coherente con una enseñanza de mayor complejidad y con una progresión hacia formas más elaboradas de CDC.

4.2. Abordaje de los obstáculos y CDC del docente B

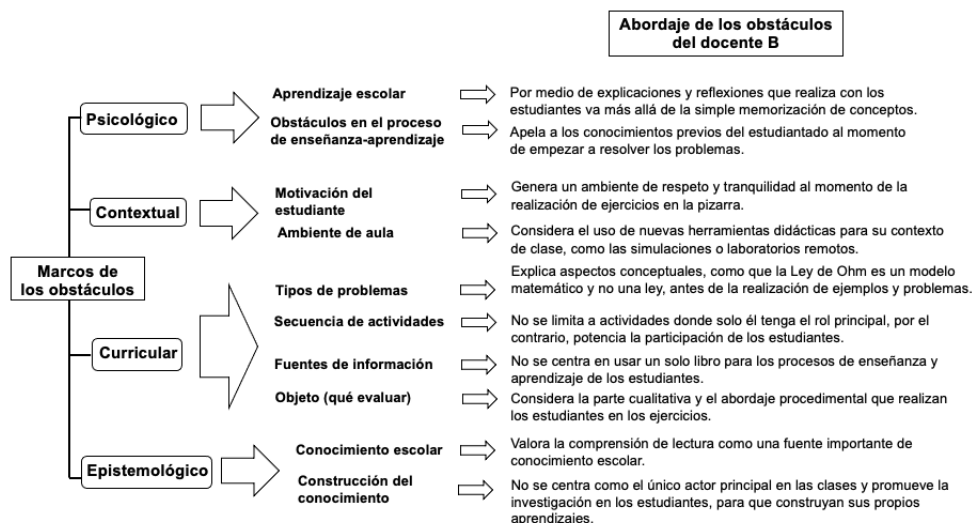
En cuanto al docente B, su abordaje de los obstáculos de aprendizaje enfatiza la superación de barreras propias del aprendizaje escolar mediante la activación de conocimientos previos y la promoción de la reflexión. Asimismo, destaca la generación de un ambiente de aula respetuoso y motivador como condición para favorecer la comprensión del contenido.

En relación con los recursos didácticos, no se limita al uso de un único texto, sino que recurre a diversas fuentes bibliográficas, entre ellas *Física Universitaria* de Hugh D. Young y Roger A. Freedman (conocido tradicionalmente como Sears-Zemansky), así como *Física* de Jerry D. Wilson, Anthony J. Buffa y Bo Lou. De estos textos resalta su nivel universitario básico y la claridad de sus explicaciones.

Esta selección bibliográfica permite inferir una marcada centralidad del conocimiento disciplinar dentro de su CDC, particularmente orientada a la formalización conceptual y a la precisión teórica, lo que sugiere una configuración del saber docente con fuerte énfasis en la estructura conceptual de la física.

A continuación, en la Figura 7, se presentan los abordajes de los obstáculos correspondientes a este docente.

Figura 7



Nota. Adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2010).

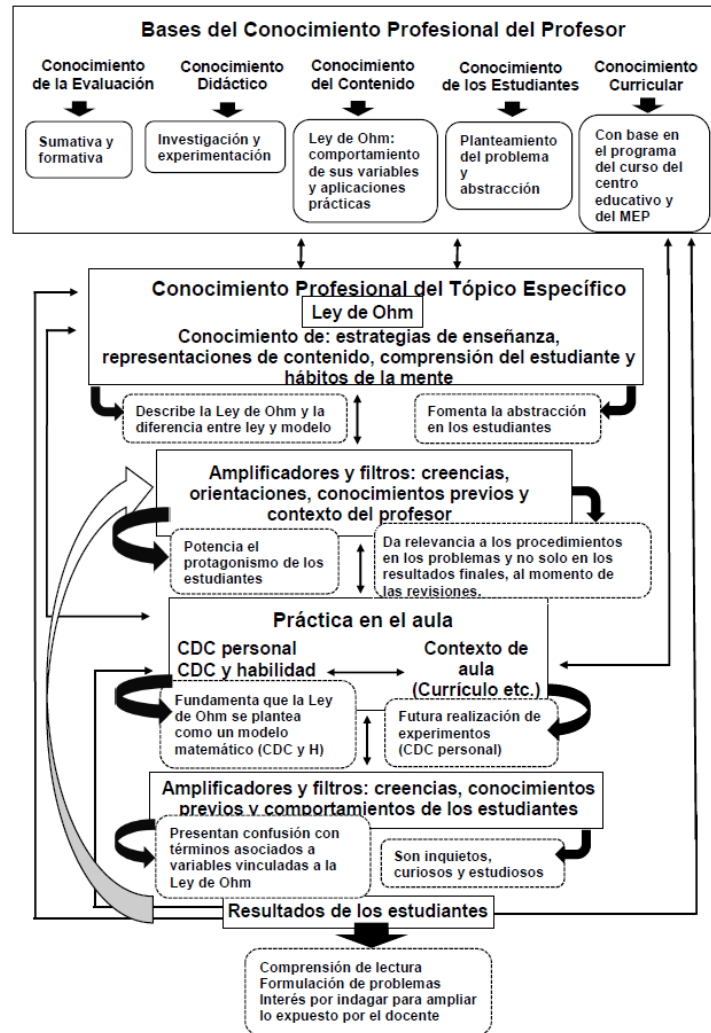
La Figura 8 presenta el CDC del profesor B, describiendo los aspectos vinculados a las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP). En lo que respecta al conocimiento profesional del tópico específico, el docente enfatiza la promoción de la abstracción en el estudiantado, así como la descripción conceptual de la Ley de Ohm y la diferenciación entre modelo y ley científica.

Esta distinción epistemológica no solo evidencia dominio disciplinar, sino también una preocupación por la naturaleza del conocimiento científico, rasgo característico de la dimensión crítica (p) en el marco de la Hipótesis de la Complejidad.

En cuanto a su CDC personal, destaca la intención de incorporar, en el futuro, actividades experimentales que complementen las explicaciones teóricas. Por su parte, en el plano del CDC de habilidad (CDC y H), sobresale la fundamentación de la Ley de Ohm como un modelo matemático al momento de explicarla en clase, enfatizando su carácter formal y su función representacional dentro de la física.

Figura 8

Modelo de CDC del docente B

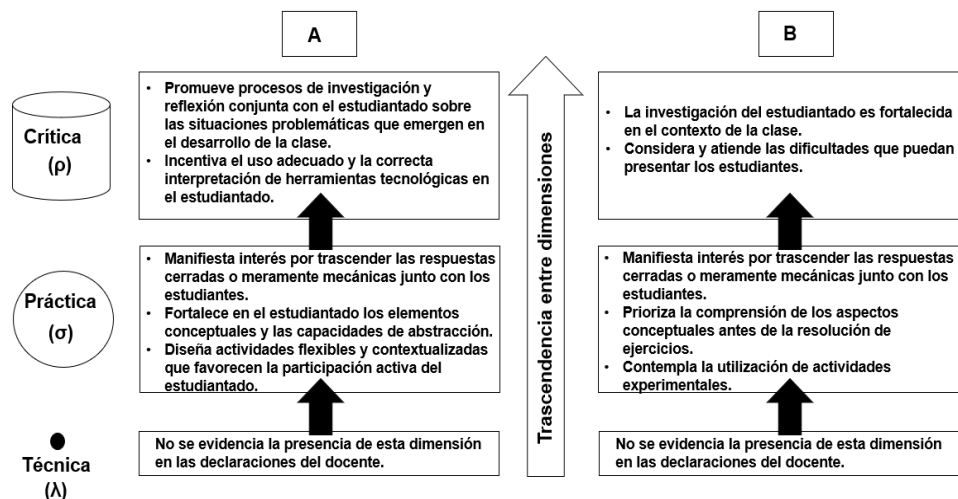


Nota. Adaptado de Gess-Newsome (2015) y López-Gamboa (2021). Y MEP significa Ministerio de Educación Pública.

En lo que concierne a la Hipótesis de la Complejidad (HC), en ambos docentes se observa una tendencia de tránsito desde la dimensión práctica (σ) hacia la dimensión crítica (p). Esta progresión evidencia no solo una preocupación por la aplicación pedagógica del conocimiento en el aula, sino también una reflexión sobre sus implicaciones, limitaciones y posibilidades de transformación dentro del contexto educativo, tal como se detalla en la Figura 9.

Figura 9

Dimensiones de la HC en ambos docentes



En la figura anterior se resumen aspectos como la priorización de lo conceptual sobre lo mecánico. En particular, el docente A señala, por ejemplo, en el contexto de la enseñanza experimental de la Ley de Ohm: “Una vez que ellos grafican, que puedan entender y comprender esos datos que graficaron, ¿cuál era la razón de graficarlos?”. Este énfasis en la interpretación por encima del cálculo evidencia una orientación hacia la comprensión profunda, característica de una dimensión práctica (σ) en su nivel más elaborado. Por su parte, el docente B, desde un enfoque más teórico, afirma: “Les digo que la Ley de Ohm es un modelo matemático, que no es una ley en sentido estricto, que es una fórmula, que existió un físico, Georg Ohm...”, y añade: “Él no tenía claro por qué era proporcional en esos materiales, ¿de qué dependía esa proporción?”. Esta problematización sitúa el contenido en su contexto histórico y epistemológico, y pone en discusión sus alcances y limitaciones, lo que revela una aproximación propia de la dimensión crítica (ρ).

En cuanto al fomento de la investigación y la reflexión en el estudiantado, el profesor B sostiene que “el estudiante puede ir más allá, es decir, puede investigar por qué la Ley de Ohm se cumple o por qué no se cumple”. De manera análoga, el profesor A implementa situaciones problemáticas como: “¿Qué pasa si cambio una variable en función de la otra?” o “¿qué ocurre con las mediciones de voltaje o corriente si modifico la resistencia?”. Aunque sus estrategias difieren —experimental en el caso de A, conceptual-epistemológica en el caso de B—, ambos docentes promueven preguntas que trascienden la aplicación directa de la fórmula.

En consecuencia, ambos configuran un CDC orientado hacia la problematización del contenido y no hacia su mera transmisión. Asimismo, se observa la ausencia de rasgos asociados a la dimensión técnica (λ), ya que ninguno estructura su enseñanza exclusivamente en la repetición mecánica o en la resolución cerrada de ejercicios. Esto sugiere un nivel de complejidad profesional que supera el enfoque estrictamente procedimental.

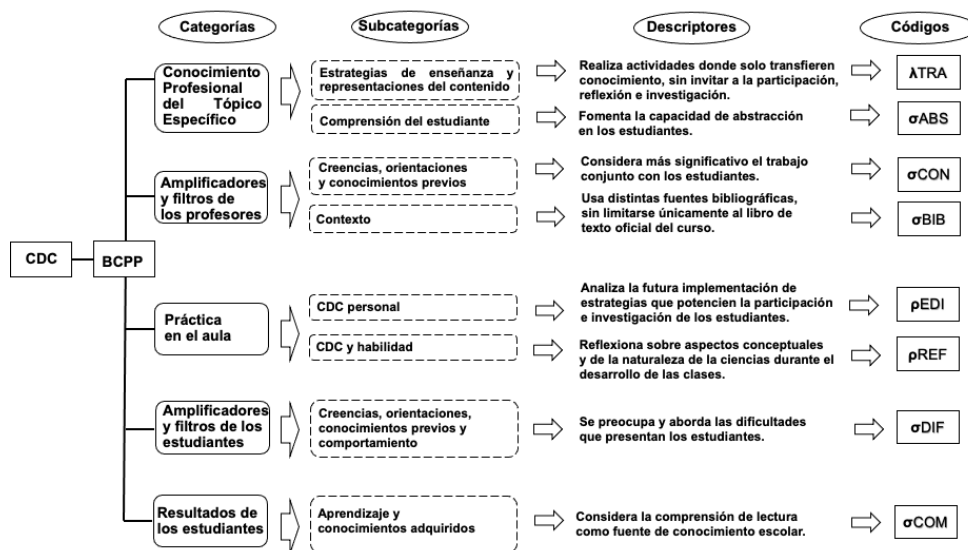
4.3. Un sistema de categorías emergente para el análisis del CDC

La información recolectada mediante las entrevistas semiestructuradas fue sometida a un análisis temático y categorial, fundamentado en el modelo de Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de Gess-Newsome (2015) y en la Hipótesis de la Complejidad (HC) de Vázquez-Bernal et al. (2010). Para ello, se implementó un proceso de codificación temática iterativa; posteriormente, los temas emergentes fueron contrastados con las categorías teóricas derivadas de ambos referentes, lo que permitió verificar tanto su coherencia conceptual como su recurrencia en los discursos de los participantes. En consecuencia, fue posible identificar relaciones significativas entre el conocimiento disciplinar, las decisiones didácticas y las dimensiones técnica (λ), práctica (σ) y crítica (ρ), evidenciando así la complejidad inherente al ejercicio docente en el aula de Física.

Ahora bien, más allá de su función organizativa, este sistema analítico permitió reconocer patrones de acción recurrentes que evidencian cómo cada docente articula sus Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) de manera diferenciada. Con este fin, la codificación se estructuró a partir de las letras griegas λ , σ y ρ —asociadas a las dimensiones técnica, práctica y crítica respectivamente de la HC—, las cuales fueron complementadas con tres letras adicionales que caracterizan acciones específicas derivadas de los descriptores analíticos. En la Figura 10 se presenta el sistema de categorías resultante.

Figura 10

Sistema de categorías



Por ejemplo, el código ρ REF se adscribe a la dimensión crítica (ρ), dado que ambos profesores reflexionan en torno a aspectos conceptuales y a elementos propios de la naturaleza de la

ciencia. En este sentido, la presencia compartida de este código confirma que el CDC de ambos docentes incorpora explícitamente esta dimensión desde un enfoque epistemológico, aunque operacionalizada de manera diferenciada en cada caso.

La Tabla 5 presenta los códigos construidos para analizar comparativamente el abordaje de los docentes A y B en la enseñanza de la Ley de Ohm. Cada código agrupa acciones y decisiones pedagógicas vinculadas a la configuración específica de su CDC.

Tabla 5

Códigos asociados al CDC y a la HC en el abordaje de los obstáculos en la mediación pedagógica de la Ley de Ohm

Código	A	B
σ ABS	Desarrolla la capacidad de abstracción en los estudiantes mediante el análisis de variables asociadas a la Ley de Ohm.	Potencia la abstracción a través del planteamiento del problema y la comprensión de conceptos.
σ CON	Promueve la participación activa y grupal de los estudiantes mediante el uso de simulaciones y experimentos.	Considera el trabajo en equipo con los estudiantes como fundamental, por ejemplo, al resolver ejercicios en la pizarra.
σ BIB	Utiliza diferentes libros de física, artículos enfocados en la didáctica de las ciencias y la naturaleza de la ciencia.	No se centra en utilizar un solo libro para los procesos de enseñanza y aprendizaje.
ρ REF	Plantea situaciones problemáticas y ejercicios de carácter conceptual y cualitativo.	Expone aspectos conceptuales (por ejemplo: la Ley de Ohm como modelo matemático) antes de realizar ejemplos y problemas.
ρ EDI	Promueve la investigación a través de la búsqueda de respuestas a las preguntas que surgen en clase.	Potencia la investigación del estudiante en el contexto de la clase para construir conocimientos.
σ DIF	Se encarga de la confección de guías de trabajo y atiende las dudas que manifiestan los estudiantes.	Considera y aborda proactivamente las dificultades específicas que puedan presentar los estudiantes.
σ COM	Se manifiesta en el procesamiento, graficación e interpretación de datos y funciones.	Considera la comprensión de lectura como una fuente importante de conocimiento escolar.

Nota: El código λ TRA se encuentra ausente, puesto que no hay presencia de la dimensión técnica en ninguno de los docentes.

Lo anterior evidencia que ambos docentes desarrollan la capacidad de abstracción en el estudiantado (σ ABS) y promueven el trabajo grupal y colaborativo (σ CON). Asimismo, el hecho de que el docente A fomente la interpretación de datos y funciones mediante la graficación, y que el docente B enfatice la comprensión lectora como fuente de conocimiento (σ COM), da cuenta de manifestaciones propias de la dimensión práctica (σ). Por otra parte, el fortalecimiento de los aspectos conceptuales en ambos casos (ρ REF), así como la promoción de la investigación en el aula (ρ EDI), constituyen expresiones de la dimensión crítica (ρ).

Este sistema de categorías puede emplearse para analizar el CDC y los abordajes que otros docentes despliegan frente a los obstáculos en la mediación pedagógica de la Ley de Ohm. En términos explicativos, los resultados sugieren que la complejidad del CDC no depende exclusivamente del tipo de recurso utilizado, sino del nivel de articulación reflexiva que el docente establece entre el contenido, los estudiantes y el contexto de enseñanza.

Los hallazgos de este estudio pueden ser interpretados también desde el modelo refinado de Carlson y Daehler (2019), que distingue tres modalidades del CDC: personal, promulgado y colectivo. En este sentido, el CDC personal de ambos docentes se manifiesta en sus declaraciones sobre planificación y concepciones del contenido; el CDC promulgado se infiere a partir de las estrategias que declaran implementar en el aula; y el CDC colectivo se vislumbra en la referencia a fuentes bibliográficas compartidas y en la influencia de la comunidad profesional en su práctica.

Además, la aplicación de estas categorías en futuras investigaciones permitirá reforzar la validez del sistema y afinar su capacidad para capturar el CDC en coherencia con la HC.

5. Conclusiones

Dado el diseño transversal del estudio, los hallazgos representan una caracterización del CDC declarado en un momento puntual y no dan cuenta de procesos evolutivos.

El CDC constituye un conjunto de saberes que se articulan de forma dinámica en la comprensión disciplinar del área que enseña el docente con sus conocimientos didácticos, curriculares, evaluativos y aquellos referidos al estudiantado. En coherencia con esta definición, el CDC de los dos profesores analizados se vincula con su formación y experiencia profesional, en los diversos escenarios donde transcurre su labor pedagógica y en las percepciones que poseen acerca de sus estudiantes. En consecuencia, el CDC no se aplica de manera estática, sino que se manifiesta de manera situada y contextual en la práctica.

En el caso particular de la enseñanza de la Ley de Ohm, este conocimiento va más allá de la transmisión mecánica de fórmulas y se orienta hacia la comprensión conceptual, la problematización y la investigación en el aula, adaptándose a las dificultades y a los contextos del estudiantado.

De igual manera, emerge como hallazgo relevante la presencia de elementos asociados al Conocimiento Tecnológico Didáctico del Contenido (CTDC): aunque esta dimensión no constituyó una categoría central de análisis inicial, los discursos docentes evidencian una tendencia recurrente hacia el diseño e implementación de propuestas didácticas mediadas por recursos tecnológicos y entornos digitales de aprendizaje. Aunado a ello, el docente A

incorpora recursos tecnológicos de manera habitual debido a la naturaleza del curso, mientras que el otro contempla su incorporación futura como complemento a sus explicaciones teóricas. Esta recurrencia sugiere que los participantes articulan de manera consciente los contenidos disciplinares, las estrategias didácticas y las herramientas tecnológicas, configurando una práctica coherente con lo planteado por Mishra y Koehler (2006) respecto a la integración sinérgica entre tecnología, pedagogía y contenido. En consecuencia, el CTDC puede interpretarse como una dimensión emergente que amplía la comprensión del conocimiento profesional docente identificada en este estudio.

En cuanto a las configuraciones del CDC declaradas, se evidencia que ambos docentes

articulan elementos propios de las dimensiones práctica (σ) y crítica (p), superando enfoques de enseñanza centrados exclusivamente en la ejecución mecánica. Además, la coexistencia de estas dimensiones en sus discursos da cuenta de un CDC complejo y elaborado, en el que las BCPP se integran de forma reflexiva y contextualizada. Por consiguiente, esta característica constituye un indicador relevante del nivel de complejidad del CDC evidenciado por ambos docentes al momento del estudio.

A partir de estas evidencias, el sistema de categorías propuesto constituye una herramienta metodológica pertinente para caracterizar y comparar el CDC en torno a contenidos específicos de física y de otras disciplinas.

Los hallazgos de esta investigación presentan similitudes con los reportados por Melo-Niño, Cañada et al. (2016) en lo que respecta a la centralidad del conocimiento disciplinar en la configuración del CDC de docentes de Física. No obstante, el CDC evidenciado por los participantes de este estudio es caracterizado por la articulación de elementos asociados a las dimensiones práctica y crítica en sus discursos. Bajo esta perspectiva, este resultado sugiere que el contexto institucional —en este caso, un colegio científico— y la trayectoria profesional podrían favorecer una mayor sofisticación en los casos analizados. Esta diferencia abre líneas de indagación futura sobre los factores que inciden en la configuración del CDC en profesorado de secundaria en ejercicio.

A partir de estos resultados se derivan diversas implicaciones formativas para la enseñanza de la física. En primer lugar, se destaca la integración de recursos tecnológicos en formación inicial docente, tales como prácticas experimentales con insumos de bajo costo, laboratorios virtuales y remotos, y la utilización pedagógicamente fundamentada de la inteligencia artificial. Asimismo, estas herramientas deben articularse con metodologías activas, como el aprendizaje basado en problemas o la indagación, para promover una comprensión profunda sobre el contenido. En este marco, resulta necesario que las instituciones formadoras impulsen

procesos sistemáticos de actualización académica que permitan profundizar en los saberes didácticos vinculados con las diferentes nociones del CDC (Ottogalli-Bermudez, 2024). Por otra parte, en el caso de docentes en ejercicio, la actualización continua se vuelve igualmente imprescindible, ya que, como señala Bouchée y Putter (2025), algunos profesores de secundaria carecen de experiencias prácticas sobre cómo enseñar algunos contenidos de física, pues su preparación se ha circunscrito al dominio conceptual de la disciplina. En consecuencia, en ambos escenarios se reafirma que el profesorado debe asumirse como mediador del aprendizaje y no como transmisor de contenidos.

6. Referencias

- Bolívar, A. (2005). Conocimiento didáctico del contenido y didácticas específicas. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 9(2), 1-39.
<https://www.ugr.es/~recfpro/rev92ART6.pdf>
- Bouchée, T., & De Putter, L. (2025). Exploring Teaching Strategies and Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Band Gap Concept in Secondary Education. En P. Logman (Ed.), *GIREP-EPEC 2025 Conference in Physics Education: Proceedings – Book of Extended Abstracts* (pp. 404-405). Leiden University.
<https://indico.cern.ch/event/1175859/page/39461-book-of-extended-abstra>
- Carlson, J., & Daehler, K. R. (2019). The refined consensus model of pedagogical content knowledge in science education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Eds.), *Repositioning pedagogical content knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (pp. 77-94). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2
- Costa Rica, Poder Ejecutivo. (1989, 8 de mayo). *Decreto Ejecutivo N.º 19059: Reglamento General de los Colegios Científicos de Costa Rica*. Sistema Costarricense de Información Jurídica. <https://url-shortener.me/BGZ0>
- De la Herrán, A. (2003). El nuevo “paradigma” complejo-evolucionista en educación. *Revista Complutense de Educación*, 14(2), 499-562. <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/RCED0303220499A>
- Etkina, E. (2010). Physics pedagogical content knowledge and preparation of high school physics teachers. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 1-26. <https://doi.org/10.1103/PhysRevSTPER.6.020110>
- Fernández, C. & Fernandes de Goes, L. (2014). Conhecimento pedagógico do conteúdo: estado da arte no ensino de ciências e matemática. En A. Garritz, S. Daza, & M. G. Lorenzo (Eds.), *Conocimiento Didáctico del Contenido. Una perspectiva Iberoamérica* (pp. 66-100). Editorial Académica Española.

Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK:

Results of thinking from the PCK Summit. In A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran (Eds.), *Re-examining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). Routledge.

Grossman, P. L. (1990). *The making of a teacher: Teacher knowledge and teacher education*. Teachers College Press.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Herrera-López, A. C., Vázquez-Bernal, B., De las Heras-Pérez, M. A., & Freire Dos Santos, L. M. (2026). Conocimiento didáctico del contenido en contextos ambientales: estado de la cuestión respecto a su configuración. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 23(1), 1-20.
http://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2026.v23.i1.1604

Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: potential and perspectives for progress. *Studies in science education*, 45(2), 169-204.
<https://doi.org/10.1080/03057260903142285>

López-Gamboa, M. V. (2021). Estudio de casos del Conocimiento Didáctico del Contenido sobre la Ley de Ohm en profesores de Física de Secundaria en ejercicio [Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica]. *Acta Académica*.
<https://n2t.net/ark:/13683/prDE/Pga>

López-Gamboa, M. V. (2023). Caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido de un profesor universitario en la enseñanza de las Leyes de Newton. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora (LadECiN)*, 2(1), 103-118. <https://doi.org/10.5281/zenodo.8115189>

Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>

Magnusson, S., Krajcik, L., & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of pedagogical

content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Kluwer.

https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_4

Melo-Niño, L. V., Buitrago, A., Cañada, F., & Mellado, V. (2016). Conocimiento didáctico del contenido declarado en la enseñanza de la fuerza eléctrica en bachillerato: estudio de caso. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 39, 45-57.

<https://doi.org/10.17227/01203916.4580>

Melo-Niño, L. V., Cañada, F., Mellado, V., & Buitrago, A. (2016). Desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en el caso de la enseñanza de la Carga Eléctrica en Bachillerato desde la práctica de aula. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 459-475.

https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i2.16

Melo-Niño, L. V., Cardona, G., Cañada, F., & Martínez, G. (2018). Conocimiento didáctico del contenido sobre el principio de Arquímedes en un programa de formación de profesores de Física en Colombia. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 23(76), 253-279. <https://ojs.rmie.mx/index.php/rmie/article/view/353/600>

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 106(9), 1017-1054. <https://rediie.cl/wp-content/uploads/Mishra-Koehler.pdf>

Ottogalli, M. E., & Bermudez, G. M. A. (2024). Conocimiento didáctico del contenido de formadores de profesores sobre didáctica de las ciencias. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De investigación Y Experiencias didácticas*, 42(3), 55-74.

<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.6112>

Parga-Lozano, D. L., & López-Castillo, J. C. (2025). Vacíos, limitaciones y aportes de investigaciones del CDC en Latinoamérica. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (58), 183-204. <https://doi.org/10.17227/ted.num58-22720>

- Park, S., & Oliver, J. S. (2008). National Board Certification (NBC) as a catalyst for teachers' learning about teaching: The effects of the NBC process on candidate Teachers' PCK development. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 812-834. <https://doi.org/10.1002/tea.20234>
- Porlán, R., & Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores: una propuesta formativa en el área de ciencias*. Diada Editora.
- Retana-Alvarado, D. A., & Vázquez-Bernal, B. (2019). Educación científica basada en la indagación: análisis de concepciones didácticas de maestros en ejercicio de Costa Rica a partir de un modelo de complejidad. *Revista Educación*, 43(2), 175-192. <https://doi.org/fss8>
- Retana-Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B., De las Heras-Pérez, M. A., & Jiménez-Pérez, R. (2025). Explorando el vínculo entre las emociones y el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en la formación inicial docente. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (57), 296-313. <https://doi.org/10.17227/ted.num57-20695>
- Reyes, J., & Martínez, C. (2013). Conocimiento didáctico del contenido en la enseñanza del campo eléctrico. *Revista Tecné Episteme y Didaxis*, 33(1), 37-60. <https://doi.org/10.17227/01213814.33ted36.60>
- Rodríguez, R., & López, J. (2020). Creencias y prácticas curriculares de docentes chilenos de Física en Educación Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 121-139. <https://doi.org/fstb>
- Sáez, G. A., Nocetti de la Barra, A., & Flores Lueg, C. (2022). El saber práctico del profesorado: una revisión sistemática de la investigación actual. *Perspectiva Educacional*, 61(3), 3-25. <https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.61-Iss.3-Art.1246>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/bg52xz>
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: The foundations of a new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Matos, M., & Mellado, V. (2009). Aprendizaje escolar y

obstáculos. Estudio de caso de una profesora de ciencias de secundaria. *Ciência e Educação*, 15(1), 1-19. <https://doi.org/bnp2vn>

Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., & Mellado, V. (2019). El conocimiento didáctico del contenido (CDC) de una profesora de ciencias: Reflexión y acción como facilitadores del aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias*, 37(1), 25-53. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2550>

Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Mellado, V. & Taboada, M. (2010). La Resolución de Problemas: ¿podemos cambiar el tipo de actividades en el aula? Estudio de un Caso. En A. M. Abril, & A. Quesada (Eds.), *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 118-125). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén. <https://bartolomevazquezbernal.webnode.es/trabajos-publicados-version-de-autor->

L

Vergara, C., Díaz, C., Saavedra, D., & Garcés, J. (2025). Análisis del Conocimiento Didáctico del Contenido en tres profesoras de Educación Básica. *Revista Praxis educativa*, 29(3), 1-17. <https://doi.org/10.19137/praxiseducativa-2025-290317>

Wilson, J. D., Buffa, A. J., & Lou, B. (2008). *Física* (6.ª ed.). Pearson Educación.

Young, H. D., Freedman, R. A., Ford, A. L., Sears, F. W., & Zemansky, M. W. (2013). *Física universitaria con física moderna* (Vol. 2, 13.ª ed.). Pearson.

Anexo 1

Preguntas de la entrevista semiestructurada

BCPP: Conocimiento del contenido:

En su opinión, ¿qué situación problemática explica o resuelve la Ley de Ohm?, ¿qué estudia la Ley de Ohm?

¿De qué variables depende la ley de Ohm?, ¿cómo se relacionan estas variables y cuál es la forma de la dependencia entre ellas?

¿Qué dificultades o limitaciones enfrenta usted como docente cuando enseña la Ley de Ohm?

¿Qué recursos y/o referencias bibliográficas utiliza y/o utilizará al momento de planificar la clase y explicar el contenido de la Ley de Ohm?

¿Existe otro factor que influya en la enseñanza y el aprendizaje sobre la Ley de Ohm? Explíquelo.

BCPP: Conocimiento didáctico:

¿Cuál es la secuencia didáctica que utiliza habitualmente para la enseñanza de la Ley de Ohm? Descríbala.

¿Qué otras estrategias o recursos se podrían diseñar o implementar para enseñar sobre Ley de Ohm?, ¿por qué?

¿Cómo inicia la primera clase sobre la Ley de Ohm: con preguntas o situaciones problemáticas, muestra relaciones con la historia y naturaleza de la ciencia y/o relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad?

¿Qué habilidades espera que los estudiantes desarrollen cuando usted enseña la Ley de Ohm?

¿Qué estrategias lleva a cabo y/o considerará implementar en la práctica para fortalecer el clima de clase con sus estudiantes?

¿Cuál es el rol del profesor y del estudiante durante el proceso de enseñanza, aprendizaje y evaluación de la Ley de Ohm?

BCPP: Conocimiento curricular:

¿Cómo se articula la enseñanza de la Ley de Ohm con los objetivos curriculares establecidos para el nivel de décimo y undécimo año?

¿Qué ajustes o adaptaciones curriculares ha realizado para enseñar este contenido en su contexto de aula?

¿Cómo se secuencian la Ley de Ohm dentro del plan de estudios de Física? ¿Qué contenidos la preceden y cuáles la continúan?

BCPP: Conocimiento de los estudiantes:

¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan sobre la Ley de Ohm?

¿Qué dificultades presentan los estudiantes a la hora de trabajar la Ley de Ohm?

¿Qué conoce acerca de las ideas previas o alternativas de los estudiantes sobre la Ley de Ohm?

¿Consulta las revistas de Didáctica de las Ciencias para informarse científicamente sobre esas ideas? ¿Utiliza esas ideas como punto de partida para hacerlas progresar a través de una secuencia de actividades?

¿Considera las emociones de los estudiantes en la mediación pedagógica?

BCPP: Conocimiento de la evaluación:

¿De qué manera y con qué instrumentos evalúa y/o evaluará el contenido de la Ley de Ohm?

¿A qué formas de evaluación (cualitativas y/o cuantitativas) han respondido los estudiantes de manera favorable o desfavorable en cuanto a sus resultados de aprendizaje?