

Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre Ley de Ohm y obstáculos en la enseñanza: estudio de caso desde la Hipótesis de la Complejidad.

Marco Vinicio López-Gamboa y Diego Armando Retana-Alvarado.

Cita:

Marco Vinicio López-Gamboa y Diego Armando Retana-Alvarado (2022). *Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre Ley de Ohm y obstáculos en la enseñanza: estudio de caso desde la Hipótesis de la Complejidad*. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora*, 1 (1), 404-417.

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/marco.lopez/21>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/prDE/4EB>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons.
Para ver una copia de esta licencia, visite
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>.

Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. *Acta Académica* fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.

Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre Ley de Ohm y obstáculos en la enseñanza: estudio de caso desde la Hipótesis de la Complejidad

Didactic Content Knowledge (CDC) on Ohm's Law and obstacles in teaching: a case study from the Complexity Hypothesis

Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) sobre a Lei de Ohm e obstáculos no ensino: um estudo de caso a partir da Hipótese da Complexidade

Marco Vinicio López - Gamboa

Universidad de Costa Rica, marcovinicio.lopez@ucr.ac.cr

ORCID: 0000-0003-4477-6487

Diego Armando Retana - Alvarado

Universidad de Costa Rica, diegoarmando.retana@ucr.ac.cr

ORCID: 0000-0002-9404-2070

Resumen.

A partir de un estudio de caso, se describe el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre la Ley de Ohm de una profesora de Física, fundamentado en el modelo de conocimiento profesional de Gess-Newsome (2015) y la Hipótesis de la Complejidad propuesta por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez y Mellado (2006, 2010). También, se distingue el abordaje de los obstáculos implicados en la enseñanza de este tópico. A través de una entrevista semiestructurada, la profesora muestra en su reflexión una tendencia entre las dimensiones práctica y crítica, declarando un CDC personal; que además de emancipador y trascender en el aula, supera los obstáculos en la enseñanza. De modo que, se pone en evidencia la importancia de analizar el CDC en el profesorado de Física, para conocer sus formas de enseñar, las maneras de aprender de los estudiantes, sus necesidades y habilidades requeridas para mejorar la formación inicial.

Palabras clave.

Conocimiento Didáctico del Contenido, Ley de Ohm, Hipótesis de la Complejidad, Obstáculos.

Abstract.

From a case study, the Pedagogical Content Knowledge (PCK) on Ohm's Law of a Physics teacher is described, based on the professional knowledge model of Gess-Newsome (2015) and the Complexity Hypothesis proposed by Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez and Mellado (2006, 2010). The approach to the obstacles involved in teaching this topic is also distinguished. Through a semi-structured interview, the teacher shows in her reflection a trend between the practical and critical dimensions, declaring a personal PCK; which in addition to transforming and transcending in the classroom, overcomes obstacles in teaching. Thus, the importance of analyzing the PCK in Physics teachers is evident, to know their ways of teaching, the ways students learn, their needs and skills required to improve initial training.

Keywords.

Pedagogical Content Knowledge, Ohm's Law, Complexity Hypothesis, Obstacles.

Resumo.

A partir de um estudo de caso, descreve-se o Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) sobre a Lei de Ohm de um professor de Física, com base no modelo de conhecimento profissional de Gess-Newsome (2015) e na Hipótese da Complexidade proposta por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez e Mellado (2006, 2010). Além disso, destaca-se a abordagem dos obstáculos envolvidos no ensino deste tópico. Por meio de entrevista semiestruturada, a professora mostra em sua reflexão uma tendência entre as dimensões prática e crítica, declarando um CDC pessoal; que além de emancipar e transcender na sala de aula, supera obstáculos no ensino. Assim, destaca-se a importância de analisar o CDC em professores de Física, para conhecer suas formas de ensinar, as formas de aprendizagem dos alunos, suas necessidades e habilidades necessárias para melhorar a formação inicial.

Palavras-chave.

Conhecimento Didático do Conteúdo, Lei de Ohm, Hipótese da Complexidade, Obstáculos.

Introducción

Las concepciones, emociones y el conocimiento son elementos determinantes en la formación inicial y el desarrollo profesional del profesorado de Ciencias Naturales. De ahí que, se han planteado diversos modelos de conocimiento, como el propuesto por Shulman (1986), el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), entendido como una amalgama conformada por la pedagogía propia del profesor y el contenido de la disciplina. Más adelante, Gess-Newsome y Carlson (2013) proponen el modelo Conocimiento Profesional del Profesor y Habilidad, colocando como ejes primarios los conocimientos sobre la evaluación, la didáctica, el contenido, los estudiantes y el currículo; los cuales informan y son informados por el conocimiento profesional sobre los tópicos específicos de Ciencias que definen un CDC personal que está relacionado con la reflexión sobre la acción (implícito) y CDC y Habilidad, definido a través del acto de enseñanza (tácito o explícito), permeado o amplificado por las creencias y afectos del profesor (Gess-Newsome, 2015). Precisamente, ese CDC se operacionaliza en la planificación y práctica de aula donde se genera un clima emocional que incide en el aprendizaje del alumnado.

Por otra parte, debemos reconocer que en la enseñanza se presentan diversos obstáculos epistemológicos, curriculares, afectivos y contextuales que dificultan o permiten fortalecer el Desarrollo Profesional Docente (DPD), explicado por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez y Mellado (2010a) como “el saber que integra a la teoría como a la experiencia práctica, en una epistemología singular bajo un marco interpretativo específico”. Por consiguiente, abarca el conocimiento base teórico del profesorado, tanto de los contenidos a enseñar cómo su didáctica específica, así como el conocimiento práctico profesional construido a partir del intercambio con otros colegas y estudiantes. El propósito de este trabajo es describir el CDC sobre la Ley de Ohm de una profesora de Física en la educación secundaria y distinguir el abordaje que realiza frente a los obstáculos en la enseñanza.

Marco Teórico

Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)

Gess-Newsome (2015) describe al CDC como un conocimiento base para el diseño y planificación en la enseñanza de un tema particular, además de la habilidad para ponerlo en práctica en el aula (figura 1). Asimismo, sostiene que está fundamentado en las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP), complementado por el Conocimiento Profesional del Tópico Específico (CPTe) que incluye las principales representaciones del contenido (ReCo), dificultades de los estudiantes y hábitos mentales.

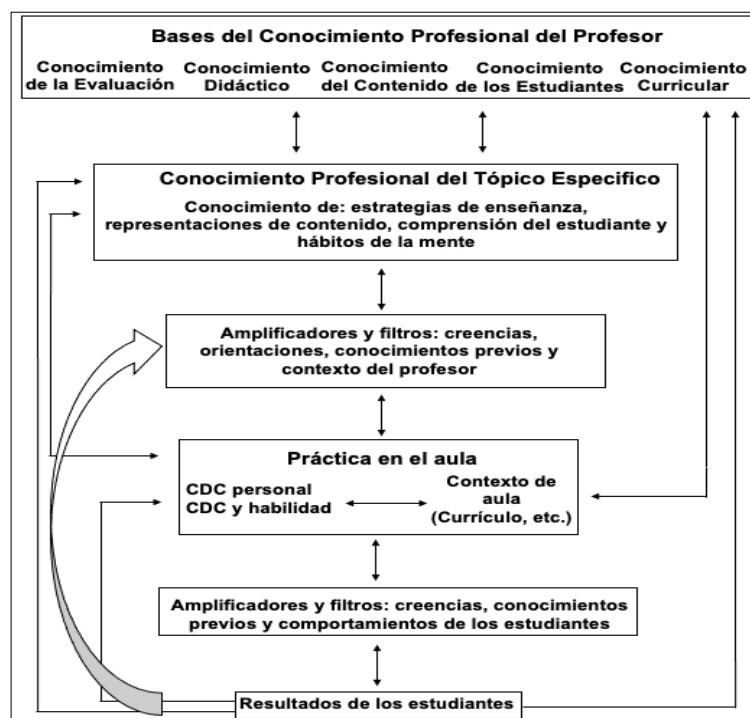


Figura 1. Modelo de Conocimiento Profesional del Profesor y Habilidad que incluye CDC.

Fuente: Gess-Newsome (2015).

Las BCPP representan los cimientos del conocimiento profesional, que serán desarrollados e implementados, tanto en su formación como en su contexto de preparación y desarrollo de la clase. Estas bases como resaltan Retana-Alvarado y Vázquez-Bernal (2019), corresponden a un saber genérico de la profesión docente, que se informa e instruye por el CPTe que involucra al conocimiento de la disciplina con la pedagogía y contexto donde esté inmerso. Sobresale, además, el CDC personal y el CDC y habilidad (CDC y H), que respectivamente corresponden a la manera de planificar y enseñar un tópico de forma y propósito particular (Gess-Newsome, 2015). A su vez, los estudiantes amplifican o filtran el conocimiento movilizado en el contexto de la clase a través de sus concepciones alternativas, emociones, actitudes y comportamientos que inciden en los resultados académicos. En ese modelo dinámico e iterativo se establecen relaciones entre todos los componentes y sirve como referencia para la mejora de la formación inicial universitaria.

De las BCPP y basado en la propuesta de Valbuena (2007) del CDC Biológico, para la enseñanza de la Física, López-Gamboa (2021) propone el CDC en Física, para vincular con más detalle el CDC propuesto por Gess-Newsome (2015) a la enseñanza de esta disciplina, como se muestra en la figura 2.

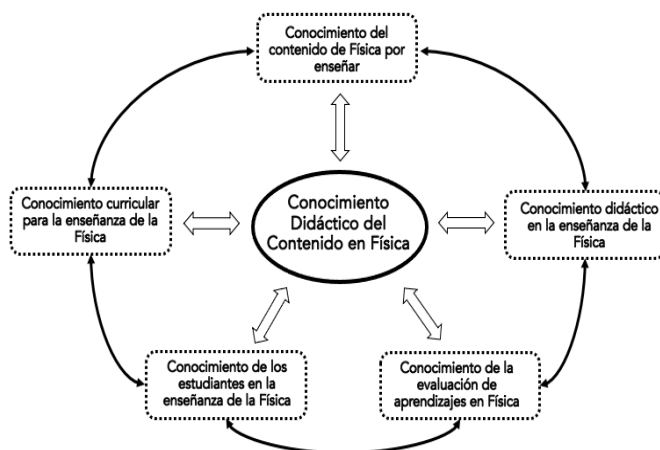


Figura 2. Modelo de CDC en Física. Fuente: López-Gamboa (2021).

Los componentes del CDC en Física están relacionados entre sí, mantienen como eje central el conocimiento del contenido, en el caso de este artículo, la Ley de Ohm. Además, para el conocimiento profesional del profesor y su correspondiente CPTe es fundamental que las conozca y enlace (López-Gamboa, 2021), para que así desarrolle una práctica de aula más dinámica e integradora en cuanto al conocimiento del contenido en Física, de los estudiantes y demás expuestos en la figura 2; para el mejoramiento de la enseñanza de esta disciplina y destacar como menciona Amórtegui (2018) el conocimiento, las habilidades y la práctica en el aula.

Obstáculos en la enseñanza

En esta investigación se analizan los obstáculos inclusivos, los cuales impactan en la reflexión y práctica de aula (Vázquez-Bernal et al., 2010a). Están clasificados en cuatro marcos analíticos, que se conforman por el psicológico, contextual, epistemológico y curricular. En la figura 3 se describe en qué consiste cada uno de estos obstáculos.

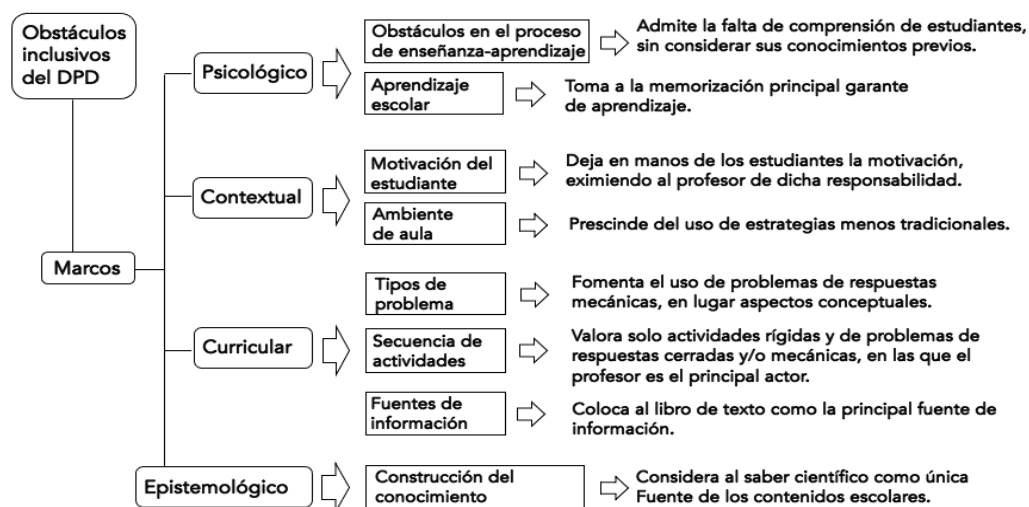


Figura 3. Obstáculos inclusivos del DPD. Nota: adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2010a).

Hipótesis de la Complejidad (HC)

La Hipótesis de la Complejidad (HC) corresponde a “la evolución en la capacidad de interacción con el medio social o natural, a través de la integración reflexión-práctica y que afecta a aspectos ideológicos, formativos, contextuales, epistemológicos y curriculares” (Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez, Mellado y Taboada, 2010b). Además, se compone de tres dimensiones de complejidad creciente, la técnica (λ), la práctica (σ) y la crítica (ρ), desarrolladas desde lo que se va a implementar en el aula (reflexión), hasta lo que se lleva a cabo en la práctica. En la figura 4 se representan estas dimensiones de manera gráfica y simbólica.

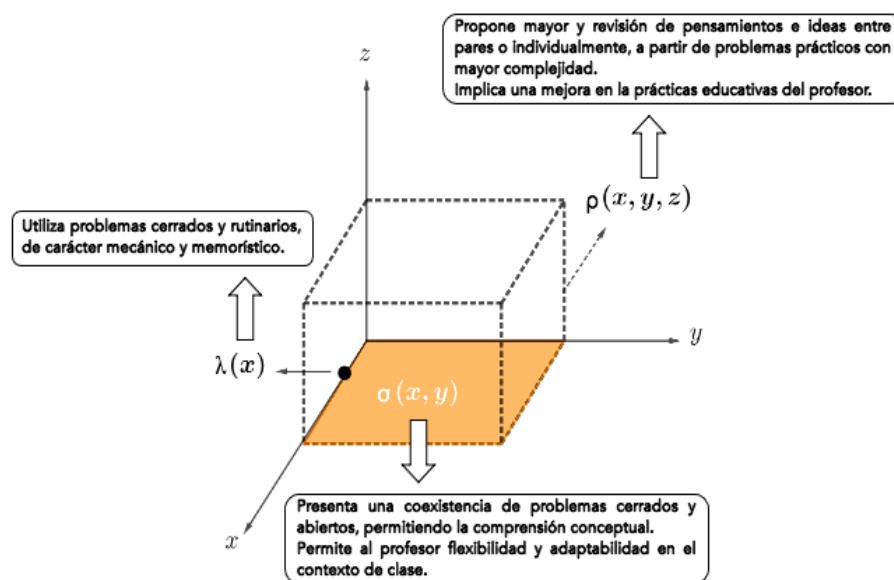


Figura 4. Representación de las tres dimensiones de la HC.

Nota: adaptado de Vázquez-Bernal et al. (2009, 2010b).

La figura 4 muestra el nivel de complejidad que abarcan las dimensiones, a manera de analogía se representa con un modelo tridimensional, donde la dimensión técnica (λ) es unidimensional, la práctica (σ) bidimensional y la crítica (ρ) tridimensional; reflejando así el espectro en que se amplía el desarrollo profesional de los profesores, en el sentido de enfrentar los obstáculos, superar el ensayo y error y trascender el contexto del aula con carácter emancipador (Vázquez-Bernal et al., 2009).

Aspectos metodológicos

La investigación cualitativa se inserta en el paradigma de la complejidad evolutiva porque aporta una visión y percepción de la evolución docente. En tal sentido, desde la perspectiva de la Herrán (2003) “abarca un nivel de razonamiento complejo que se

traduce en madurez personal y social”.

El estudio de caso se centró en capturar el CDC de la profesora cuando planifica y desarrolla el tópico Ley de Ohm en sus clases, cuenta con más de cinco años de experiencia en la enseñanza secundaria y universitaria. Además, de tener una formación variada, que va desde un Bachillerato en la Enseñanza de las Ciencias Naturales, una Licenciatura en la Enseñanza de la Física hasta una Maestría en Tecnología Educativa. La docente labora en un centro educativo público de secundaria (modalidad colegio científico) en San José de Costa Rica, donde desarrolla un curso de Física de carácter experimental (laboratorio), en el nivel de undécimo año (preuniversitario).

La recolección del CDC se realizó por medio de una entrevista semiestructurada, misma que fue validada por el criterio experto de ocho investigadores en Didáctica de la Física procedentes de universidades iberoamericanas (Costa Rica, Colombia, Chile y España) y el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica (MEP). Asimismo, la elaboración de los ítems abiertos se fundamentó en las representaciones del contenido (ReCo) de Loughran, Mulhall y Berry (2004), asociadas a las BCPP. En la tabla 1 se muestran algunas preguntas.

Tabla 1. Extracto de preguntas de la entrevista

BCPP	Preguntas (ReCo)
Conocimiento del contenido	En su opinión, ¿qué situación problemática explica o resuelve la Ley de Ohm?, ¿qué estudia la Ley de Ohm?
Conocimiento didáctico	¿Por qué es importante que los estudiantes aprendan sobre la Ley de Ohm?
Conocimiento curricular	¿Con cuáles otros contenidos de Física se relaciona la Ley de Ohm? ¿Dependen de esta, para su explicación y aprendizaje?
Conocimiento de los estudiantes	¿Considera las emociones de los estudiantes en la mediación pedagógica?
Conocimiento de la evaluación	¿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?

Estas interrogantes permiten motivar la reflexión de la profesora para documentar su CDC personal. Al mismo tiempo, admitten conocer cómo percibe las formas de aprender de sus estudiantes, la manera en que se comportan y por supuesto cómo planea y desarrolla sus lecciones. Los datos se analizan mediante análisis de contenido simple.

Resultados y Discusión

A partir de las preguntas basadas en las ReCo (tabla 1), la profesora aportó diversas declaraciones fundamentadas en su reflexión sobre la acción que permitieron documentar el CDC personal vinculado a la enseñanza de la Física y los obstáculos inclusivos del DPD. En este sentido, se resaltan aspectos como su rol de acompañante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje de sus estudiantes, potenciando la participación de estos. Asimismo, no usa un solo libro de texto y utiliza situaciones problemáticas para dinamizar sus clases de laboratorio. Por motivos de espacio, en la tabla 2 sólo se presentan algunas declaraciones acompañadas de interpretaciones.

Tabla 2. Reflexión declarativa de la profesora

Declaraciones (Unidades de Información)	Interpretaciones
<p>“Mi rol ha sido de acompañamiento, donde se les da ciertas pautas a seguir y permitiéndoles a los estudiantes un rol más activo. Van a su ritmo, durante sus clases, debido a la confección siguiendo los pasos de la guía, y si alguno tiene dudas con la manipulación del equipo, puedo ayudarle de forma más personalizada, mientras los demás trabajan”.</p>	<p>Destaca la participación del estudiante y ofrece un acompañamiento más detallado e implementación de guías de trabajo.</p>
<p>“Utilizo con esta población en general, varios textos para encontrar el balance, dependiendo del nivel en que están y su contexto. En particular, a esta población se le puede exigir un poco más, ya que han tenido un poco más de conocimientos previos en muchas áreas”.</p>	<p>No se limita a usar un libro en particular como fuente única de información, busca diversas referencias para complementar la planificación didáctica y el desarrollo de las clases.</p>
<p>“Mis clases están más enfocadas a la parte experimental, empiezo usualmente con una situación problemática, por ejemplo ¿qué pasa si cambio una variable en función de la otra?, o ¿qué pasa con esas mediciones que se hacen de voltaje, o de la corriente?”</p>	<p>Utiliza preguntas que estimulan la comprensión conceptual, sobre la Ley de Ohm y sus variables (corriente, voltaje y resistencia), en función de diferentes situaciones en el contexto experimental de estas, a la vez que promueve la participación de los estudiantes.</p>

CDC y CDC en Física de la profesora

Como se infiere de la entrevista, la profesora define un CDC personal caracterizado por dar más protagonismo a los estudiantes, el uso de diferentes libros de texto, profundización en aspectos conceptuales, hasta el uso de herramientas tecnológicas. En la figura 5 se expone mediante un modelo cómo interaccionan los diversos componentes del conocimiento profesional para definir el CDC. De este modo, se articulan aspectos fundamentales en las BCPP como el predominio de la evaluación formativa (conocimiento de la evaluación), el fomento de la indagación y experimentación (conocimiento didáctico).

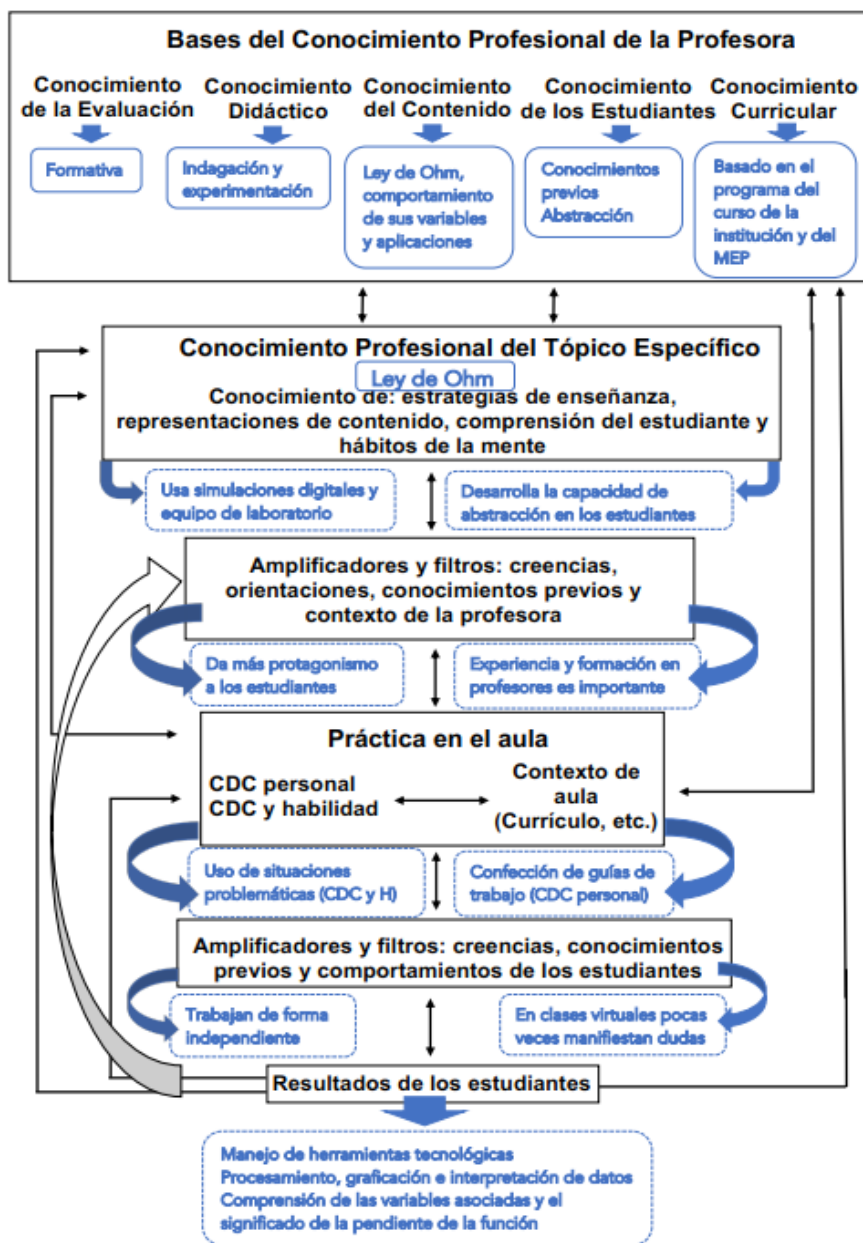


Figura 5. Modelo de CDC de la profesora.

Nota: adaptado de Gess-Newsome (2015) y López-Gamboa (2021).

En la práctica de aula sobresale la elaboración de guías de trabajo, como la expuesta en la figura 6.



Figura 6. Guía de trabajo utilizada por la profesora.

Por otra parte, el planteamiento de situaciones problemáticas, como complemento de estas guías, corresponde a una muestra del CDC y H manifestado por la profesora. Plasmando así, aspectos relevantes sobre los estudiantes a su cargo, por ejemplo, que trabajan de forma independiente y aprenden sobre el manejo de herramientas tecnológicas. En la figura 7 se representa el CDC en Física de la profesora.

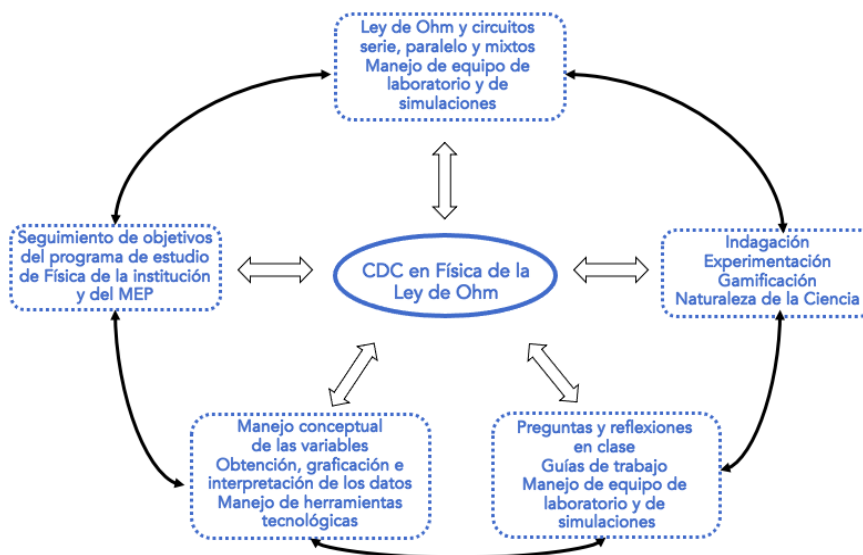


Figura 7. CDC en Física de la profesora. Fuente: López-Gamboa (2021).

Abordaje de la profesora ante los obstáculos inclusivos del DPD

En la figura 8, se muestran los abordajes de la profesora ante los diferentes obstáculos del DPD.

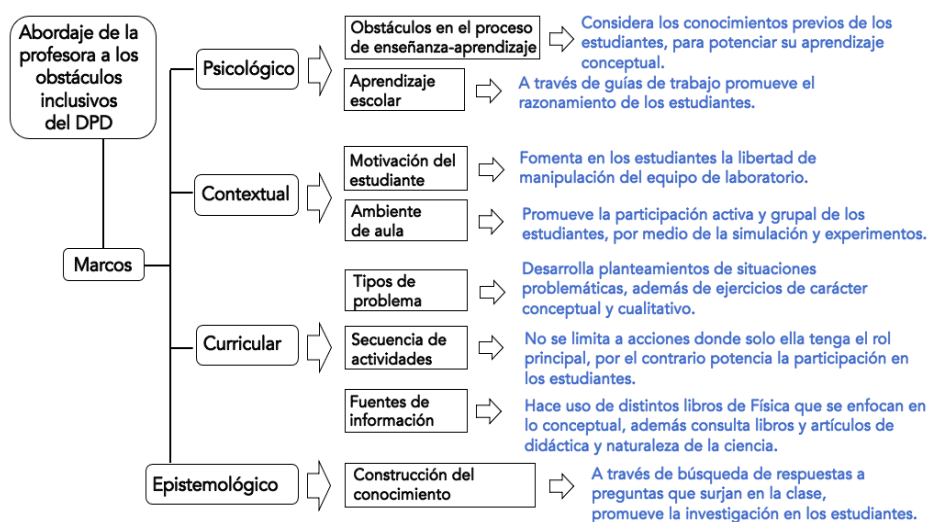


Figura 8. Abordajes de la profesora ante los obstáculos inclusivos del DPD. Elaboración propia

Desde el marco psicológico, la profesora concentra especial atención en el razonamiento de los estudiantes, sobre todo, cualitativamente; por medio de actividades que desarrolla en las guías de trabajo. En relación al marco contextual, fomenta la motivación y participación, pues permite a los estudiantes el uso de

diferentes equipos de laboratorio, siguiendo las normas de seguridad establecidas y el orden. En lo que corresponde al curricular, destaca el uso de situaciones problemáticas, en lugar de problemas y/o experiencias de resolución mecánica, no se limita a que los estudiantes solo armen el equipo y tomen datos, sino, que lo complementa con el análisis y razonamiento de los objetivos de las prácticas de laboratorio, de la mano con las preguntas que se van planteando durante el desarrollo de estas experiencias. Finalmente, en el marco epistemológico, se destaca cómo la profesora promueve la investigación en los estudiantes, por medio del cuestionamiento de ideas que surgen. Además, con apertura a un desarrollo menos tradicional de la clase, sin considerarse como la única fuente del contenido escolar propiciando la comunicación horizontal. Demostrando así, capacidad de adaptación, asimilando que todo es un proceso de aprendizaje para el momento y para la vida (Mosquera, Amórtegui y Gómez, 2019).

Dimensiones de la HC presentes en la reflexión de la profesora

En lo que respecta a las dimensiones de la HC, la profesora no presenta ninguna tendencia hacia la dimensión técnica (λ). Como se ha puesto de manifiesto, los resultados permiten reconocer el interés y el actuar de esta por fomentar diversos aspectos en sus clases, como su rol de facilitadora y potenciar el protagonismo de los estudiantes; evitando permanecer en un patrón rutinario, donde solo se limite a dar instrucciones básicas de armado de equipo y toma de datos, resolución mecánica y cerrada de problemas, obstáculos asociados a esta dimensión. La figura 9, expone los aspectos manifestados, que hacen trascender a la profesora entre las dimensiones práctica (σ) y crítica (ρ) de la HC, que dieron cabida a la estructuración de su CDC implícito y abordajes ante los diversos obstáculos presentes en su contexto de clase.

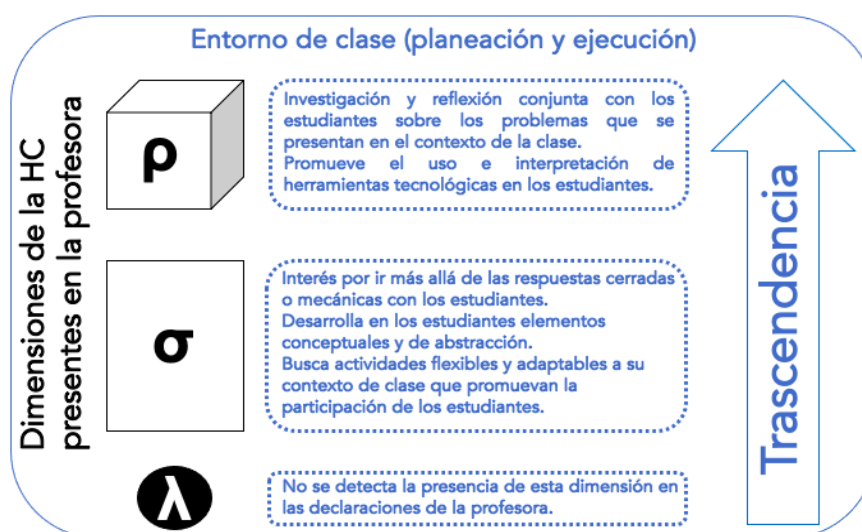


Figura 9. Dimensiones de la HC en la reflexión docente. Fuente: López-Gamboa (2021).

De lo anterior, se pueden apreciar detalles como el desarrollar elementos conceptuales y de abstracción, así como el hecho de realizar investigación y reflexionar de forma conjunta con los estudiantes. Colocando a la profesora en las dimensiones antes mencionadas, en su entorno y dinámica de clases.

Conclusiones

La profesora presenta un CDC personal en Física que sobresale por ofrecer un rol más activo a los estudiantes (tabla 2), haciéndola trascender de la dimensión práctica (σ) a la crítica (ρ), como se ilustró en la figura 9; puesto que va más allá de la simple realización de experimentos donde solo se toman datos, sino que, genera actividades que tienden a la investigación, análisis y reflexión, como las planteadas en las situaciones problemáticas y en las guías de trabajo. Propiciando un ambiente más dinámico, a través de los diferentes abordajes que hace ante los obstáculos en la enseñanza que se le presentan y que se detallaron en la figura 8, resaltando así las capacidades de trascendencia bajo una perspectiva de complejidad (Retana-Alvarado et al., 2021).

Asimismo, la apertura a utilizar varios libros de texto, sobre todo que resalten elementos conceptuales, para complementar lo desarrollado en las clases de laboratorio, sumado al fomento de la participación de los estudiantes, reflejan la intención de la profesora de no ubicarse como la única fuente de conocimiento científico escolar. Al mismo tiempo, que incorpora recursos tecnológicos como la simulación *PhET* en la que se basa la guía de trabajo de la figura 6, resalta la consideración y planeación de estrategias didácticas enfocadas en TIC, lo que da cabida al Conocimiento Didáctico Tecnológico del Contenido, entendido como la adhesión de la tecnología con la didáctica en el momento en que se desarrollan los contenidos (Mishra y Koehler, 2006).

En consecuencia, la profesora en su dinámica de planeación e implementación de estrategias didácticas, para interconectar los contenidos, junto con las actividades ya mencionadas, le permiten conocer la forma de aprender de los estudiantes, para determinar así la forma de evaluarlos. Generando así, como resaltan García (1998); Martínez-Rivera y Martínez-Rivera (2012) una conexión de los contenidos entre sí en coherencia con la hipótesis de la progresión y conocimiento escolar.

Finalmente, al investigar sobre CDC en el profesorado de Física desde su proceso formativo y laboral, permite construir una visión de las necesidades, habilidades y concepciones que son requeridas para potenciar la mediación pedagógica de esta área del saber en los tiempos actuales. Por ejemplo, la instrucción en manejo de equipo de laboratorio físicos, remotos, simulaciones y diseño de experimentos con materiales caseros. Resulta conveniente, la capacitación en temas de tecnología educativa y metodologías activas, para que los futuros profesores promuevan además

de la participación del estudiantado, la alfabetización digital, manejo de información y capacidad de análisis, las cuales son habilidades necesarias y requeridas en el contexto de docencia virtual.

Referencias Bibliográficas

- Amórtegui, E. F. (2018). *Contribución de las prácticas de campo a la construcción del conocimiento profesional del profesorado de biología. Un estudio con futuros docentes de la Universidad Surcolombiana (Neiva, Colombia)*. Tesis Doctoral, Universitat de València, Valencia, España.
- García, J. E. (1998). *Hacia una teoría alternativa, sobre los contenidos escolares*. (1ª Ed.). Sevilla: Díada.
- Gess-Newsome, J., & Carlson, J. (2013). The PCK Summit Consensus Model and Definition of Pedagogical Content Knowledge. The Symposium Reports from the Pedagogical Content Knowledge (PCK) Summit, ESERA Conference 2013. Nicosia, Chipre.
- Gess-Newsome, J. (2015). A model of teacher professional knowledge and skill including PCK: Results of thinking from the PCK Summit. En A. Berry, P. Friedrichsen, & J. Loughran. (Eds.), *Reexamining Pedagogical Content Knowledge in Science Education* (pp. 28-42). New York: Routledge.
- Herrán, A. de la. (2003). El nuevo "paradigma" complejo-evolucionista en educación. *Revista Complutense de Educación*, 14(2), 499-562.
- Martínez-Rivera, C. A., & Martínez-Rivera, V. G. (2012). El conocimiento escolar y las Hipótesis de Progresión: algunos fundamentos y desarrollos. *Nodos y Nudos*, 4(32), 50-64. <https://doi.org/gsvp>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 106(9), 1017-1054.
- Mosquera, J., Amórtegui, E. F., y Gómez, D. (2019). El conocimiento didáctico del contenido en la inserción profesional de una profesora de ciencias naturales. *Paideia Surcolombia*, 24(2), 14-39. <https://doi.org/g3kw>
- López-Gamboa, M. (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, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/84468>
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documentating

professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391.

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).

<https://doi.org/fss8>

Retana-Alvarado, D. A., Vázquez-Bernal, B., de las Heras Pérez, M. Á., & Jiménez-Pérez, R. (2021). Las causas del cambio emocional en el clima de aula desde la Hipótesis de la Complejidad. *Revista Interdisciplinaria Sulear*, 9, 170-190.

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. (2010a). Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en Ciencias Experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(3), 417-432.

Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Mellado, V. & Taboada, M. (2010b). La Resolución de Problemas: ¿podemos cambiar el tipo de actividades en el aula? Estudio de un Caso. En A. M. Abril y A. Quesada. (Eds.) *XXIV Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 118-125. Jaén. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Jaén. Andalucía: España.

Valbuena, E. (2007). *El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.

Recepción: 10/11/2021 - **Aceptación:** 12/02/2022

Para citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo

López-Gamboa, M. V., & Renata-Alvarado, D. A. (2022). Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre Ley de Ohm y obstáculos en la enseñanza: estudio de caso desde la Hipótesis de la Complejidad. *Revista Latinoamericana de Educación Científica, Crítica y Emancipadora (LadECiN)*, 1(1), pp. 404-417.