

# Conocimiento Didáctico del Contenido sobre la Ley de Ohm: abordaje de un profesor de Física ante los obstáculos en su mediación pedagógica



ISSN 1870-9095

Marco Vinicio López-Gamboa<sup>1</sup>, Diego Armando Retana-Alvarado<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Facultad de Educación. Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca, Costa Rica.

E-mail: marcovinicio.lopez@ucr.ac.cr

(Recibido el 31 de mayo de 2023, aceptado el 30 de agosto de 2023)

## Resumen

Se muestran los diferentes abordajes que hace un profesor de Física durante la mediación pedagógica, caracterizando así su Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) [5], en un contexto de enseñanza secundaria y con el tópico científico de la Ley de Ohm, utilizando una entrevista semiestructurada como instrumento de primer orden. Asociando el modelo de CDC que presenta el profesor a la Hipótesis de la Complejidad (HC) y sus dimensiones técnica, práctica y crítica [7] y a los obstáculos del desarrollo profesional docente (DPD) [4]. Los resultados permiten reconocer una transcendencia del profesor entre la dimensión práctica y crítica, dejando de ser el único constructor del conocimiento y más bien potenciando el rol activo de los estudiantes, además ir más allá de la simple memorización de conceptos y ser un promotor del trabajo en equipo y de la investigación escolar durante la ejecución de las clases.

**Palabras clave:** Conocimiento Didáctico del Contenido, Ley de Ohm, Hipótesis de la Complejidad, Obstáculos.

## Abstract

The different approaches used by a Physics teacher during pedagogical mediation are shown, thus characterizing their Pedagogical Content Knowledge (PCK) [5], in a secondary education context and with the scientific topic of Ohm's Law, using a semi-structured interview as the primary instrument. By associating the teacher's PCK model with the Hypothesis of Complexity (HC) and its technical, practical, and critical dimensions [7], as well as the obstacles of professional teacher development (PTD) [4], the results allow recognizing a transcendence of the teacher between the practical and critical dimensions. The teacher ceases to be the sole constructor of knowledge and instead enhances the active role of students, going beyond mere concept memorization and becoming a promoter of teamwork and school research during class execution.

**Keywords:** Content Knowledge, Ohm's Law, Hypothesis of Complexity, Obstacles.

## I. INTRODUCCIÓN

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es plasmado como la unión entre el saber de una disciplina y el saber didáctico [1], es fundamental en la formación y desarrollo profesional de los profesores. Posteriormente, se propusieron enfoques sobre el CDC más orientados a la enseñanza de las Ciencias Naturales, adaptando sistemas de categorías en función de su enseñanza [2]. Considerando a la vez, un modelo que integre el conocimiento profesional del profesor y su habilidad en la enseñanza, en el que se sitúen los conocimientos de sobre la evaluación, la didáctica, el contenido, de los estudiantes y el curricular [3]. Asimismo, debe reconocerse que durante la mediación pedagógica, el profesor enfrenta diversos obstáculos, a los cuales tiene dos alternativas, abordarlos o simplemente mantenerse sujeto a estos, lo que impactará de forma significativa en su desarrollo profesional, definido como el saber que integra a la teoría como a la experiencia práctica, en una epistemología singular bajo un marco interpretativo específico [4]. De ahí que

conocer el CDC de un profesor, es imperante para determinar cómo aborda estos obstáculos, para eso se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el CDC de un profesor de Física de secundaria en la enseñanza de la Ley de Ohm?

## II. MARCO TEÓRICO

### A. Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC)

Es explicado como el cimiento para el conocimiento del diseño y planeación en la mediación pedagógica de un tópico particular, al lado de la habilidad para ejecutarlo en la clase [5]. Asimismo, lo anterior se complementa con las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) [5], que de forma conjunta con el Conocimiento Profesional del Tópico Específico (CPTE) [5], se integran con las creencias, afectos, orientaciones, conocimientos previos y contexto, siendo estos, otros elementos definitorios en el CDC del profesor. En la figura 1, se muestra el modelo propuesto por [5]:

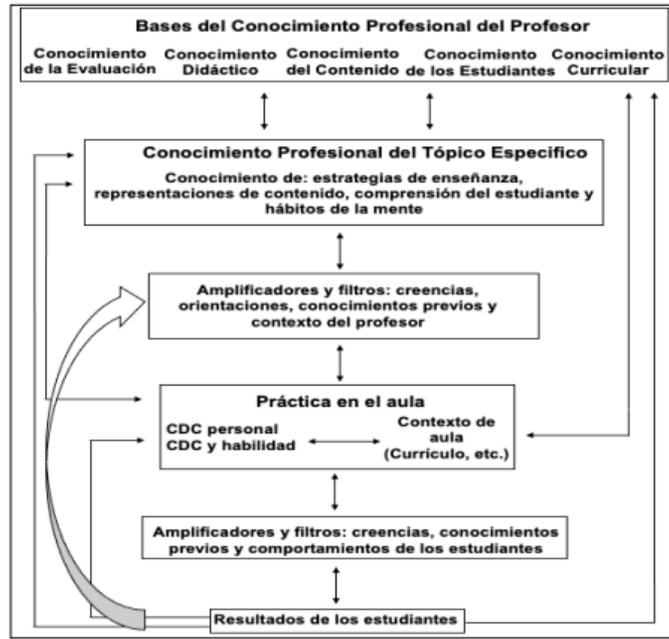


FIGURA 1. Modelo de CDC y BCPP. [5]

Se puede apreciar como las BCPP son las cimientos del conocimiento profesional del profesor, que serán desarrollados y aplicados, en su formación, además de la respectiva preparación y ejecución de la lección. A la vez, que estas bases son un saber genérico del profesor, que informa y es informado por el CPTE, involucrando al conocimiento de la disciplina, la pedagogía y contexto [6].

### B. Obstáculos durante la mediación pedagógica

Los obstáculos del desarrollo profesional docente (DPD) impactan en la reflexión y práctica de la clase [4], y la manera en que son abordados por el profesor de Física, los del tipo inclusivo son los que se analizan en este estudio. Se asocian a factores, como la interacción con otros profesores, estudiantes y el resto de miembros de la comunidad educativa. Además, de estar definidos por las creencias y conocimientos prácticos estables y consolidados dentro del quehacer del profesor [4].

En la figura 2 se exponen y definen estos obstáculos:

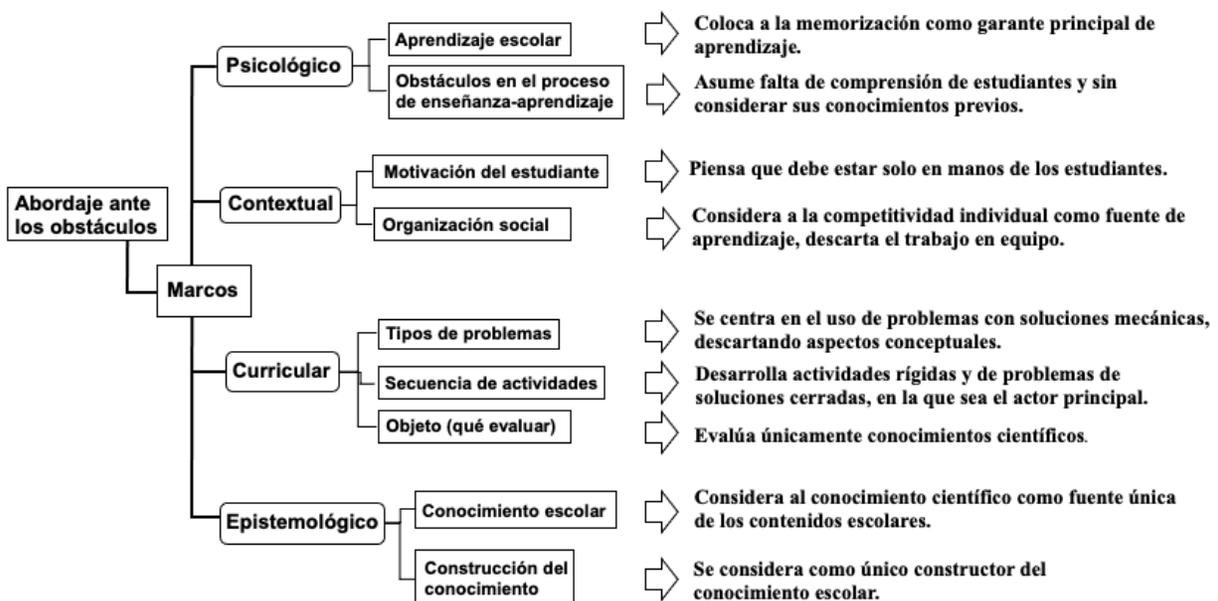


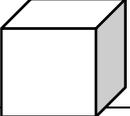
FIGURA 2. Obstáculos inclusivos del DPD, adaptados de [4].

### C. Hipótesis de la Complejidad (HC)

La HC es definida como la capacidad de interacción con el medio social o natural, en constante evolución, a través de la integración reflexión-práctica, incidente en aspectos

ideológicos, formativos, contextuales, epistemológicos y del currículo [7]. Está compuesta por tres dimensiones, con una complejidad creciente, la técnica ( $\lambda$ ), la práctica ( $\sigma$ ) y la crítica ( $\rho$ ). En la tabla I se exponen estas dimensiones:

**TABLA I.** Dimensiones de la HC.

Dimensión	Cuando el profesor	Representación
Técnica ( $\lambda$ ) (1 D)	Usa problemas cerrados, rutinarios; con carácter mecánico y memorístico.	—————
Práctica ( $\sigma$ ) (2 D)	Construye una coexistencia entre problemas cerrados y abiertos, da cabida a la comprensión de conceptos. Es flexible y se adapta al contexto de la clase.	
Crítica ( $\rho$ ) (3 D)	Potencia el pensamiento e intercambio de ideas de forma individual o entre pares de estudiantes, a partir de problemas y prácticas con mayor complejidad. Implica una mejora continua en su mediación pedagógica.	

Nota: Adaptado de [7, 8].

Cada una de estas, plasma la forma en la cual es ampliado el desarrollo profesional del profesor, en la manera en que se puede enfrentar a los obstáculos, superando la prueba y error, trascendiendo el contexto de su clase con un carácter liberador [8].

### III. METODOLOGÍA

La investigación consistió en un estudio de caso centrado en un físico con grado de maestría, así como con una licenciatura en docencia. Por otra parte, el contexto se sitúa, en educación

secundaria pública de Costa Rica, en el nivel de undécimo año, en una institución de corte científico.

El corte de la investigación es cualitativo, con una línea descriptiva y se enmarca en el paradigma de la complejidad evolutiva, aportando una visualización y percepción de la evolución del profesor, aportando un razonamiento complejo que se traduce en la madurez personal y social de este [9].

El CDC se recolectó por medio de una entrevista semiestructurada, conformado por preguntas que entrelazan a las representaciones de contenido (ReCo) [10] y las BCPP [5], algunos de estas se presentan en la siguiente tabla:

**TABLA II.** Preguntas que conforman parte de la entrevista semiestructurada.

Preguntas (ReCo)	BCPP
1. ¿De qué manera y con qué instrumentos evalúa y/o evaluará el contenido Ley de Ohm?	Conocimiento de la Evaluación
2. ¿Cuál es el rol del profesor y del estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de la Ley Ohm?	Conocimiento Didáctico
3. ¿De qué variables depende la Ley de Ohm, ¿cómo se relacionan estas variables? y ¿cuál es la forma de la dependencia entre ellas?	Conocimiento del Contenido
4. ¿Qué dificultades presentan los estudiantes a la hora de trabajar la Ley de Ohm?	Conocimiento de los Estudiantes
5. ¿Con cuáles otros contenidos de Física se relaciona la Ley de Ohm? ¿Dependen de esta para su explicación y aprendizaje?	Conocimiento Curricular

En base a las respuestas del profesor, se determinó no solo la forma en que confecciona y desarrolla sus lecciones, sino, además, la manera en que aborda los diferentes obstáculos en su mediación pedagógica, permeando así su CDC. En cuanto a la validación del instrumento primer orden, fue a través del criterio de ocho expertos distribuidos en campos de la Física y Didáctica de las Ciencias Experimentales de América Latina y España.

### III. RESULTADOS

En virtud de los ítems expuestos en la tabla II, se obtienen respuestas fundamentadas en la reflexión sobre la acción del profesor durante las etapas de planificación y ejecución de su mediación pedagógica, lo que permitió documentar su CDC y en abordaje de los obstáculos inclusivos del DPD. En la tabla III se presenta la transcripción de las respuestas:

TABLA III. Respuestas del profesor.

<i>Respuestas</i>	<i>BCPP</i>
1. A través de exámenes cortos y parciales, asimismo se realiza un proyecto, que consiste en construir un circuito eléctrico con materiales caseros. Además, he considerado incorporar laboratorios virtuales, como los de PhET.	Conocimiento de la Evaluación
2. Además de ser evaluador de los conocimientos acordados tanto al tema como al nivel en que se les enseñan a los estudiantes, debe ser de facilitador, ya sea para este tema o cualquier otro; en el que destaca la importancia para la vida diaria lo que enseña. Asimismo, debe explicar el fenómeno, debe potenciar a que el estudiante investigue lo que se le enseña por sí mismo, a través de otras fuentes ajenas al profesor. Mientras que del estudiante, es el de aprender, a la vez que está abierto a las explicaciones que le da el profesor. Lo ideal sería que vaya más allá de lo que se le enseñe, que investigue por su cuenta. En particular, cuento con un estudiantado que es muy estudioso, curioso e interesado por la investigación y experimentación por su propia cuenta.	Conocimiento Didáctico
3. De la forma que sea enunciada, la manera fundamental de esta ley, es la relación de la corriente con la conductividad y el campo eléctrico interno. Pero el problema de enunciarla de esa forma, es que recurre a variables que no son directamente medibles, es decir, uno no puede medir el campo eléctrico ni tampoco puede medir la densidad de corriente, lo que puede medir es el potencial y corriente. Por otro lado, la forma más típica de enunciar a la Ley Ohm, y más utilizada, es la que relaciona la corriente eléctrica, diferencia de potencial y la resistencia.	Conocimiento del Contenido
4. Que no tengan noción para qué sirve, a qué hace referencia, puesto que esas magnitudes no son tan evidentes, el potencial eléctrico no es tan evidente, la resistencia eléctrica no es tan evidente, la corriente eléctrica puede ser un poco más fácil de visualizar, pero igual tampoco es algo que sea completamente obvio de comprender. De ahí que, cuando se desarrolla este tema, lo que aprendió sobre la importancia de conservar las unidades de repente cambia, porque ahora en lugar de trabajar con kilogramos, metros y segundos, se trabaja con amperes, con volts y ohms; y los estudiantes lo pueden olvidar o no tienen la claridad sobre sus respectivas equivalencias, es decir no se acuerdan que un volt es un ampere por ohm ( $[V] = [I][R]$ ).	Conocimiento de los Estudiantes
5. Se relaciona con todo el tema de corrientes y potenciales, potencia eléctrica y circuitos resistivos. A nivel del Ministerio de Educación (MEP), se desarrolla en el contenido de circuitos con resistencias en serie y paralelo. También, hay que hacer algún tipo de cobertura con el tema de la Ley de Kirchhoff, que se desarrolla más a nivel universitario. La Ley de Ohm es algo que hay que explicar, después de ver corrientes y potenciales, hay que verlo antes de ver otros temas, como circuitos eléctricos, ya que uno es consecuencia del otro. Se debe explicar también a nivel cotidiano, a nivel tecnológico, como es que esta ley es importante para el estudio de los circuitos, como para el estudio de las propiedades de los conductores.	Conocimiento Curricular

A partir de lo anterior se resaltan aspectos del profesor como su rol de facilitador y promotor a que los estudiantes investiguen durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Asimismo, este identifica en los estudiantes la poca comprensión o confusión entre las equivalencias de las unidades de las variables utilizadas en la Ley de Ohm, entre otros aspectos que van definiendo el CDC del profesor. Mientras que para otros docentes, el objetivo de su enseñanza es la comprensión de contenidos para resolver exitosamente los exámenes [11]. Como también existe casos, sobre todo en

profesores ya consolidados en sus puestos, donde mantienen un tradicionalismo moderado, junto con una visión empiro-inductivista del ciencia [12], encasillándolos en la dimensión técnica ( $\lambda$ ). Lo anterior, resalta el CDC del docente de este estudio que se expone en la figura 3, ya que se sale del esquema tradicional de enseñar Física solo para que los estudiantes aprueben. Además de considerar nuevos recursos didácticos en sus clases y resaltar las aplicaciones de los temas que enseña en la vida cotidiana.

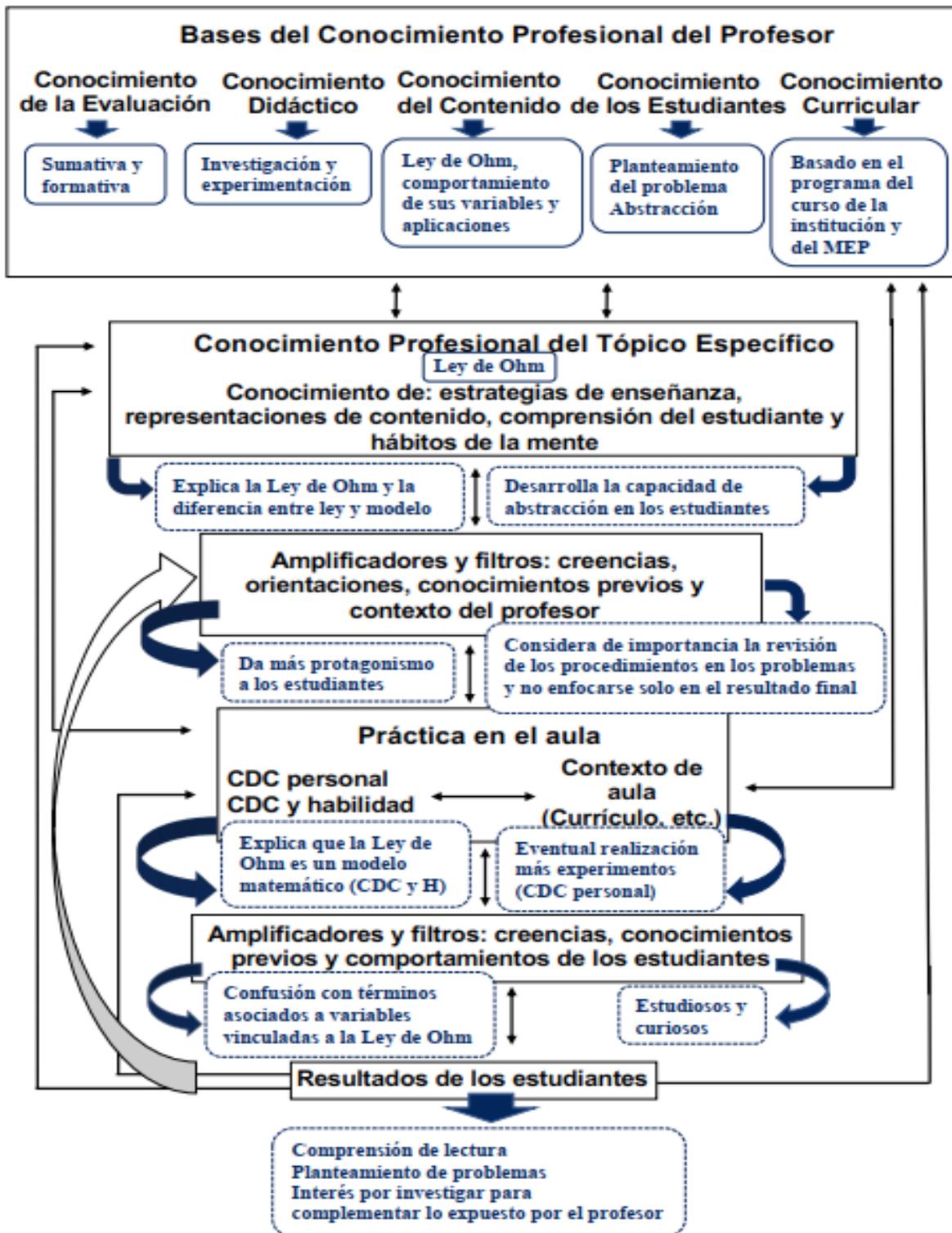


FIGURA 3. Modelo de CDC del profesor.

En cuanto a la manera en que el profesor aborda los obstáculos inclusivos del DPD, sobresale su interés en reflexionar y dejar de lado a la memorización de conceptos, su preocupación por crear un ambiente tranquilo y de respeto

al momento de invitar a los estudiantes a pasar a la pizarra a realizar problemas. Estos abordajes, junto con otros se pueden apreciar en la siguiente figura:

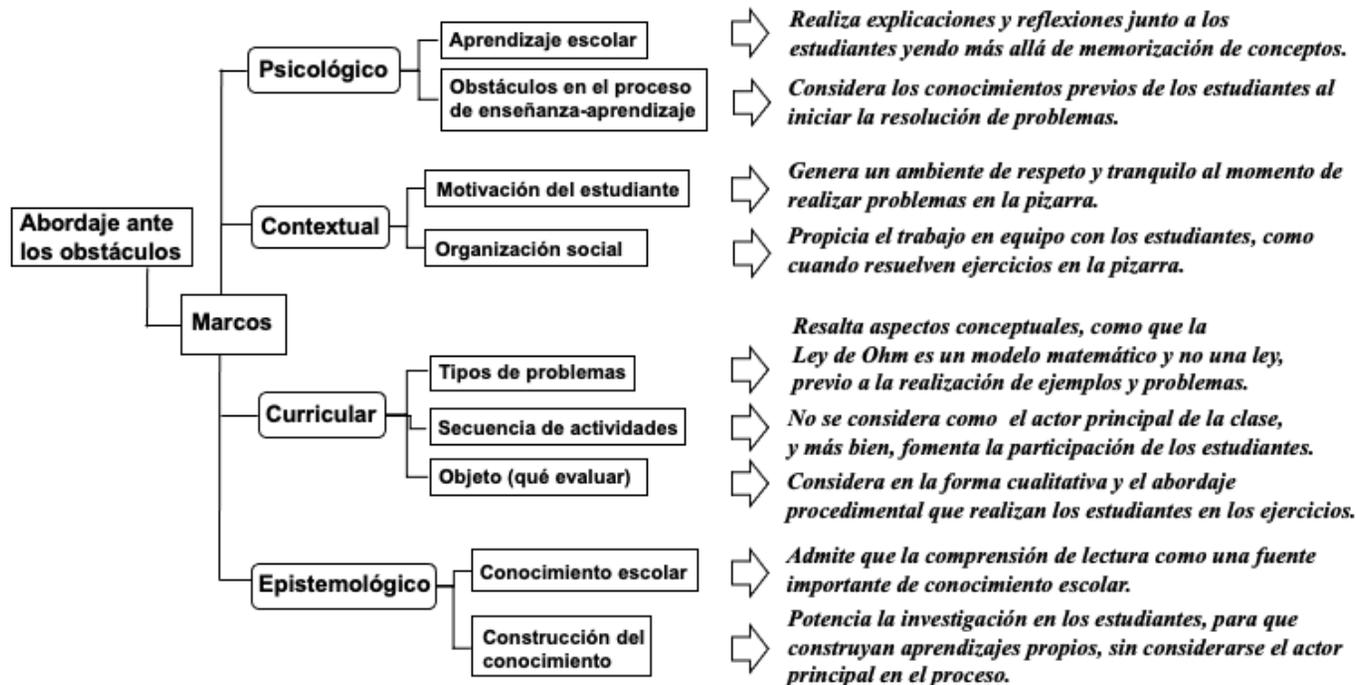


FIGURA 4. Abordajes del profesor a los obstáculos del DPD.

#### IV. CONCLUSIONES

El profesor marca un CDC caracterizado por dar un rol más activo a los estudiantes, enfocándose en aspectos como la revisión cualitativa de los problemas, en el sentido de revisar si el resultado está bien o no. Por consiguiente, analiza los procedimientos que se realizan, para así conocer el abordaje que hacen los estudiantes al momento de resolver problemas. Además, considera en su planeamiento la futura implementación de recursos complementarios a sus explicaciones como los laboratorios virtuales de PhET, dando un componente tecnológico a su CDC personal, definido como la forma de planificar [5]. De igual forma, el hecho en que explica que la Ley de Ohm, es más un modelo matemático, junto con el hecho de promover la participación de los estudiantes en sus clases, resaltan su CDC y H, plasmado como la forma de enseñar [5]. Así como, el hecho promover la que los estudiantes construyan sus propios aprendizajes, fomentando los procesos de investigación, a través de búsquedas literarias o de experimentos, colocan al profesor en una trascendencia entre las dimensiones práctica ( $\sigma$ ) y crítica ( $\rho$ ) de la HC. De ahí que, este tránsito entre estas dos dimensiones, es deseable, debido a que la dimensión crítica ( $\rho$ ) introduce además criterios sociales, éticos y ambientales en el discurso educativo, lo que añade complejidad a los problemas prácticos [13].

Finalmente, la investigación sobre CDC en el contexto de la enseñanza de la Física, resalta la importancia de conocer los diferentes aspectos que se caracterizan en la mediación pedagógica, como la forma en que aborda los obstáculos ya mencionados. Además de poner en evidencia, las incidencias de los profesores al momento de la planificación y ejecución de sus clases, en sus diferentes contextos.

Así pues, es de importancia considerar en la formación inicial que enriquezca al conocimiento profesional del profesorado de Física y de otras áreas en general, con el que luego pueda construir un conocimiento personal adaptable a sus realidades de práctica de aula [13]. Además de la capacitación continua en su mediación pedagógica, en el uso de recursos didácticos, en las que estimulen y desarrollen el pensamiento científico de los docentes, como el uso experimentos con materiales de fácil obtención, laboratorios virtuales, simulaciones y también la manipulación de instrumental de laboratorio como sensores, microcontroladores, cristalería, reactivos, entre otros.

Por otro lado, la integración de recursos tecnológicos en la didáctica de Física dando cabida al Conocimiento Didáctico Tecnológico del Contenido [14]. A la vez que se incentive la participación de los estudiantes por medio de metodologías activas como la gamificación, aprendizaje basados en retos, problemas, entre otras, de la mano del trabajo colaborativo. En las cuales los profesores sean guías y no transmisores de conocimiento. Para que así, los estudiantes no tengan un rol pasivo y más bien sean entes activos en la construcción de sus propios saberes, junto con sus pares [15].

#### REFERENCIAS

[1] Shulman, L., *Those who understand: Knowledge growth in teaching*, Educational Researcher **15**, 4-14 (1986). <https://doi.org/bg52xz>  
 [2] Magnusson, S., Krajcik, J., y Borko H., *Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching*, In J. Gess-Newsome y N. Lederman (Eds),

Examining Pedagogical Content Knowledge. The Construct and its Implications for Science Education Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher. Vol. 6. 95-132. (1999).

[3] Gess-Newsome, J. y Carlson, J., *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. (2013)

[4] Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. & Mellado, V., *Los obstáculos para el desarrollo profesional de una profesora de enseñanza secundaria en Ciencias Experimentales*, Enseñanza de las Ciencias **28**, 417-432. (2010)

[5] Gess-Newsome, J. *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. 28-42 (2015).

[6] Retana-Alvarado, D. A., & Vázquez-Bernal, B., *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**, No. 2 (2019). <https://doi.org/fss8>

[7] Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Mellado, V. & Taboada, M., *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, Jaén. Servicio

de Publicaciones de la Universidad de Jaén. Andalucía: España. 118-125 (2010).

[8] Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R., Matos, M. & Mellado, V., *Aprendizaje escolar y obstáculos. Estudio de caso de una profesora de ciencias de secundaria*, Ciência e Educação **15**, 1-19 (2009). <https://doi.org/bnp2vn>

[9] Herrán, A., *El nuevo "paradigma" complejo-evolucionista en educación*, Revista Complutense de Educación **14**, 499-562 (2003)

[10] Loughran, J., Mulhall, P., y Berry, A., *In search of pedagogical content knowledge in science: developing ways of articulating and documenting professional practice*. Journal of Research in Science Teaching **41**, 370-391 (2004).

[11] Melo-Niño, L., Buitrago, A., Cañada, F. & Mellado, V., *Conocimiento didáctico del contenido declarado durante la enseñanza de la fuerza eléctrica en bachillerato: estudio de caso*, Revista Tecné, Episteme y Didaxis **39**, 45-63 (2016).

[12] Ariza, L. & Parga, D., *Conocimiento didáctico del contenido curricular para la enseñanza de la combustión*, Educación Química **22**, 45-50 (2011).

[13] Vázquez-Bernal, B., Mellado Jiménez, V. & Jiménez-Pérez, R., *The long road to shared PCK: A science teacher's personal journey*, Research in Science Education **52**, 1017-1054 (2022).

[14] Mishra, P. & Koehler, M. J., *Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge*, Teacher College Record **106**, 1017-1054 (2006).

[15]. Mora, C., Moreira, M. & Meneses, J., *Aprendizaje activo y significativo de la ley de Ohm en estudiantes de nivel medio superior*, Revista Latinoamericana de Física Educativa **16**, 1-5 (2022).