

Caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido de un profesor universitario en la enseñanza de las Leyes de Newton

Characterization of Pedagogical Content Knowledge of a university professor in the teaching of Newton's Laws

Caracterização do Conhecimento Didático do Conteúdo de um professor universitário no ensino das Leis de Newton

Marco Vinicio López - Gamboa ¹

Resumen.

Se presenta la caracterización del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de un profesor de física, en un contexto universitario basado en el modelo de Gess-Newsome (2015). En concordancia a los obstáculos inclusivos del Desarrollo Profesional Docente (DPD) propuestos por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez y Mellado (2010) y las dimensiones técnica, práctica y crítica de la Hipótesis de la Complejidad (HC) presentada por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez y Mellado (2006, 2010). Asimismo, siguiendo el paradigma de la complejidad evolutiva, dentro de una línea cualitativa, en la cual el profesor expone un CDC mediante un cuestionario en línea, plasmando una trascendencia entre las dimensiones práctica y crítica, porque lejos de enfocarse únicamente en la resolución de ejercicios, utiliza insumos importantes en el desarrollo de sus clases como videos y simulaciones, sin dejar de lado su preocupación por las emociones de los estudiantes. A través de esta investigación, se pone en manifiesto la necesidad de analizar el CDC en profesores universitarios de cursos de Física, para visualizar entre otros aspectos su forma de enseñar, su interacción con los estudiantes; además de las necesidades y habilidades requeridas para potenciar su mediación pedagógica.

Palabras clave.

Conocimiento Didáctico del Contenido, Obstáculos en la Enseñanza, Leyes de Newton, Emociones.

¹ Universidad de Costa Rica, marcovinicio.lopez@ucr.ac.cr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4477-6487>

Abstract.

The characterization of the Pedagogical Content Knowledge (PCK) of a physics teacher is presented, in a university context based on the Gess-Newsome model (2015). In accordance with the inclusive obstacles of Teacher Professional Development (DPD) proposed by Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez and Mellado (2010) and the technical, practical, and critical dimensions of the Complexity Hypothesis (HC) presented by Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez and Mellado (2006, 2010). Likewise, following the paradigm of evolutionary complexity, within a qualitative line, in which the teacher exposes a CDC through an online questionnaire, capturing a transcendence between the practical and critical dimensions, because far from focusing solely on solving exercises, uses important inputs in the development of his classes such as videos and simulations, without neglecting his concern for the emotions of the students. Through this research, the need to analyze the PCK in university professors of Physics courses is revealed, to visualize, among other aspects, their way of teaching, their interaction with students; in addition to the needs and skills required to enhance their pedagogical mediation.

Keywords.

Pedagogical Content Knowledge, Obstacles in Teaching, Newton's Laws, Emotions.

Resumo.

Apresenta-se a caracterização do Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC) de um professor de física, em contexto universitário, com base no modelo de Gess-Newsome (2015). De acordo com os obstáculos inclusivos do Desenvolvimento Profissional Docente (DPD) propostos por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez e Mellado (2010) e as dimensões técnica, prática e crítica da Hipótese da Complexidade (HC) apresentada por Vázquez-Bernal, Jiménez-Pérez e Mellado (2006, 2010). Da mesma forma, seguindo o paradigma da complexidade evolutiva, dentro de uma linha qualitativa, em que o professor expõe um CDC por meio de um questionário online, refletindo uma transcendência entre as dimensões prática e crítica, pois longe de focar apenas na resolução de exercícios, utiliza insumos importantes no desenvolvimento de suas aulas como vídeos e simulados, sem deixar de lado a preocupação com as emoções dos alunos. Através desta pesquisa, revela-se a necessidade de analisar o CDC em professores universitários de cursos de Física, para visualizar, entre outros aspectos, sua forma de ensinar, sua interação com os alunos; além das necessidades e habilidades necessárias para potencializar sua mediação pedagógica.

Palavras-chaves.

Conteúdo Didático Conhecimento, Obstáculos no Ensino, Leis de Newton, Emoções.

Fecha de recepción: 15/11/2022

Fecha de aceptación: 15/05/2023

Introducción

La presente investigación se enmarca en un estudio de caso, realizado a un profesor de Física, en que se analiza el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) sobre la enseñanza de las Leyes de Newton, con el fin ampliar los estudios sobre CDC en el área de la Dinámica. Además del conocimiento de la disciplina, en la enseñanza de la Física es importante considerar las emociones y concepciones intrínsecas de los docentes, ya que son aspectos determinantes tanto al inicio de su formación y desarrollo profesional. De ahí que, se han desarrollado diversas concepciones del CDC, desde Shulman (1986), que lo planteaba como una “amalgama del contenido de la disciplina y la pedagogía intrínseca del profesor”, o la configuración de elementos como creencias y orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, tales como el conocimiento curricular, de la evaluación y comprensión de los estudiantes resaltados por Magnusson *et al.*, (1999). Por otro lado, la consideración de los recursos tecnológicos da apertura al Conocimiento Didáctico Tecnológico del Contenido de Mishra y Koehler (2006), que lo exponen como “incorporación de la tecnología con la didáctica en el momento en que se desarrollan los contenidos”. Mientras que Gess-Newsome y Carlson (2013) que proponen el modelo Conocimiento Profesional del Profesor y Habilidad, y colocan como ejes principales a los conocimientos de la evaluación, la didáctica, el contenido, los estudiantes y el currículo. Posteriormente Gess-Newsome (2015) incorpora el CDC personal y CDC y Habilidad, enfocados a la reflexión sobre la acción (implícito) y al acto de enseñanza (tácito o explícito) respectivamente.

El objetivo de este estudio es el de caracterizar el CDC de un profesor en educación superior, fundamentando en el modelo de Gess-Newsome (2015), planteando así la siguiente pregunta de investigación: ¿cuál es el Conocimiento Didáctico del Contenido de un profesor de Física a nivel universitario en la enseñanza de las Leyes de Newton?

Marco Teórico

Conocimiento Didáctico del Contenido en Física (CDCF)

El Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) es planteado por Gess-Newsome (2015) como el “aspecto intrínseco de los profesores, integrado a un modelo de conocimiento profesional”, que lo hace correspondiente a un saber fundamental para el planeamiento de un tópico particular y su

eventual desarrollo en la clase. De ahí que, esta manera de entender el CDC depende de las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP), en conjunto con el Conocimiento Profesional del Tópico Específico (CPTe), asociado a las creencia, conocimientos previos y contexto en los que están inmersos tanto el profesor como los estudiantes, como se muestra en la Figura 1.

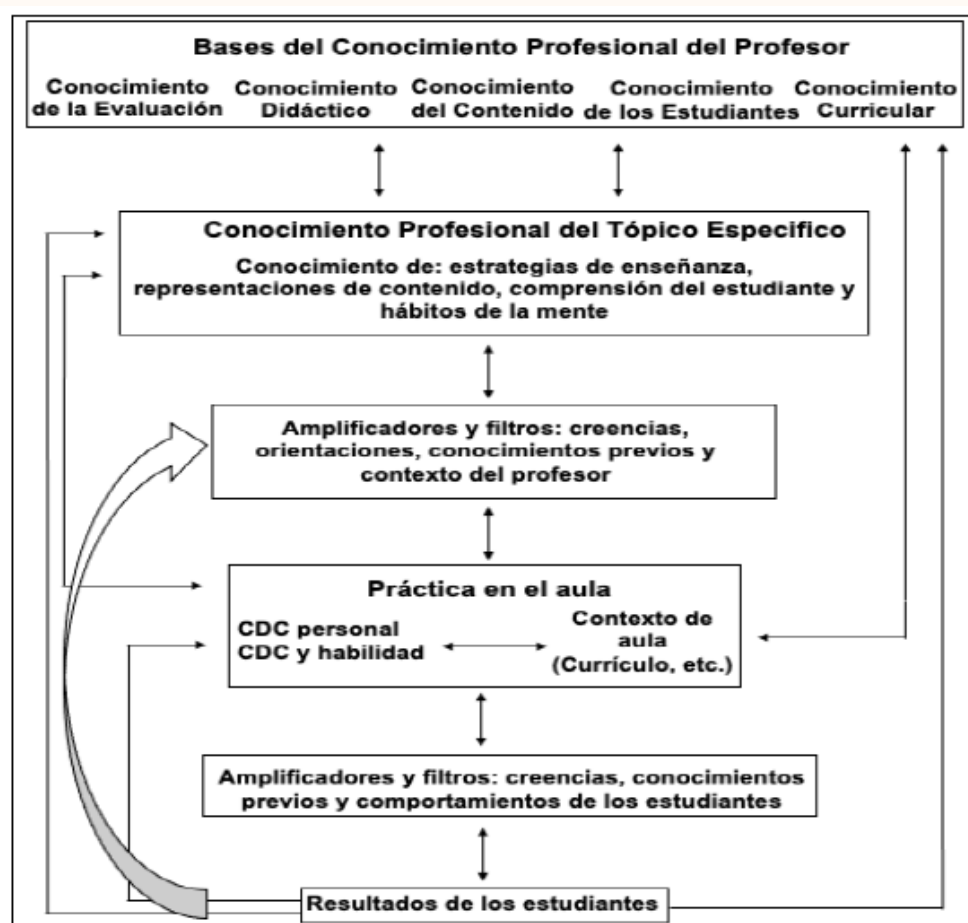


Figura 1. Modelo de CDC y BCPP. Fuente: Gess-Newsome (2015).

Basado en este modelo, se realiza un enfoque en el contexto de la enseñanza de la Física, en función de las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) que debe desarrollar un docente de esta disciplina.

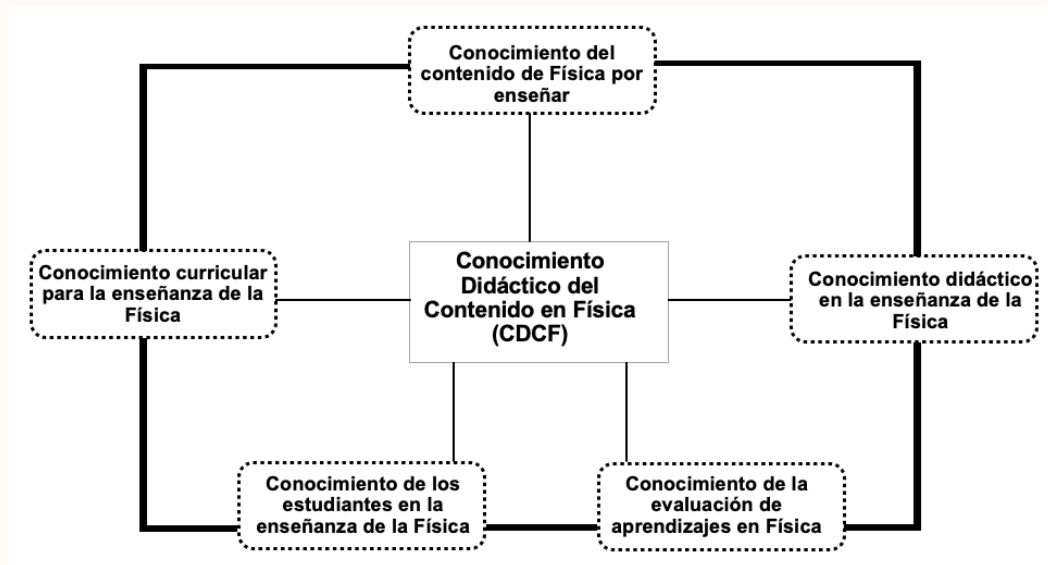


Figura 2. Modelo de CDC en Física. Elaboración propia.

Desarrollo Profesional Docente (DPD) y los obstáculos presentes en la mediación pedagógica

Vázquez-Bernal et al., (2010a) describen al Desarrollo Profesional Docente (DPD) como el “el saber que integra a la teoría como a la experiencia práctica, en una epistemología singular bajo un marco interpretativo específico”. Por tal razón, se enmarca al conocimiento del docente, en la didáctica, considerando además de lo enseñado durante en su formación, lo aprendido en su experiencia profesional, como el intercambio con colegas y estudiantes; sin enfocarse únicamente en los contenidos por enseñar.

En consecuencia, el Desarrollo Profesional Docente (DPD) se relaciona con el Conocimiento Profesional Deseable (CPD) de los profesores, puesto que abarca diferentes saberes, destacando los mencionados por Porlán et al., (1996), como los de “alumnos, el de las disciplinas y el de los libros de texto”. Asimismo, pueden asociarse estos a las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP), de la mano con las experiencias cotidianas, creencias ideológicas de los profesores y el conocimiento científico, de manera que se integran al CPD, como se refleja en la Figura 3.

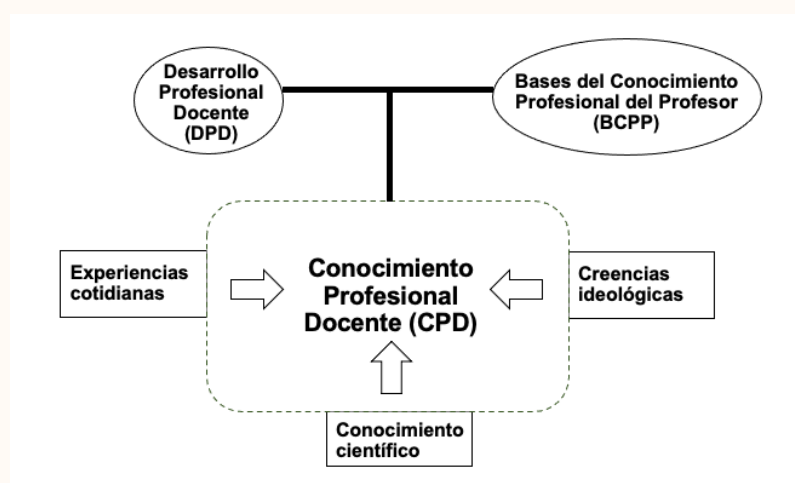


Figura 3. Integración del DPD, BCPP y otros factores al CPD. Fuente: Adaptado de Porlán et al., (1996) y Gess-Newsome (2015).

Con el pasar del tiempo emergen ciertos obstáculos en el Desarrollo Profesional Docente (DPD), explicados como las creencias y los conocimientos prácticos personales estables y consolidados en la actividad profesional, resistentes al cambio (Vázquez-Bernal et al., 2010a), además de asociarse a diversos factores, como la interacción con colegas, estudiantes y otros elementos del contexto educativo. En esta investigación, se tomará en cuenta la forma en que el profesor de Física aborda los obstáculos inclusivos en el DPD, de los cuales se detallan alguno en la siguiente Figura 4.

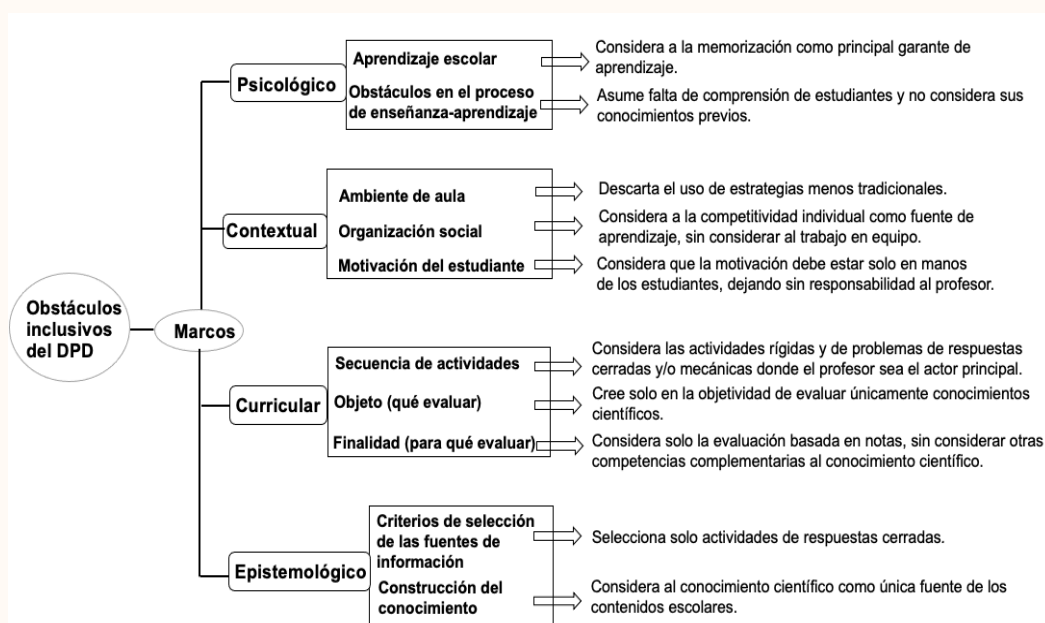


Figura 4. Obstáculos inclusivos del DPD. Adaptado de Vázquez-Bernal et al., (2010a).

Dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad

La Hipótesis de la Complejidad (HC) está conformada por tres dimensiones, la técnica descrita por Vázquez-Bernal et al. (2006, 2010b) como unidimensional, que hace uso de problemas cerrados y rutinarios, práctica que es bidimensional, con problemas abiertos, dando cabida a una coexistencia de problemas cerrados y abiertos, donde su resolución de invita a la reflexión, y la crítica, tridimensional, en la cual los problemas prácticos se hacen más complejos, y que pasan a un nivel de investigación del entorno socio-natural, a la vez una mayor reflexión, revisión de pensamientos e ideas entre pares o de forma individual. En adelante, se representarán a estas tres dimensiones con las letras λ (técnica), σ (práctica) y ρ (crítica). Asimismo, la HC es 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”, según Vázquez-Bernal et al. (2010b).

La HC se vincula con los obstáculos inclusivos del Desarrollo Profesional Docente (DPD), a partir de la manera en que los profesores los abordan y superan, lo que hace trasciendan entre dimensiones, de la técnica (λ) hacia la crítica (ρ) y permite caracterizar su Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), como se plasma en la Figura 5.

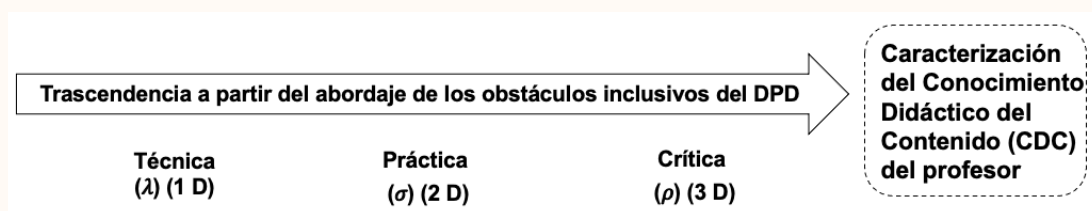


Figura 5. Trascendencia entre las dimensiones de la HC. Elaboración propia.

Metodología

La investigación se desarrolló a través de un estudio caso, entendido como algo específico que se centra seguir patrones de conducta consistentes y secuenciales (Stake, 2005), bajo una línea cualitativa y dentro del paradigma de la complejidad evolutiva, plasmado por de la Herrán (2003) como la forma en que se “abarca un nivel de razonamiento complejo que se traduce en madurez personal y social”.

El CDC del profesor se recolecto por medio de un cuestionario en línea diseñado en *Google Forms*, validado por criterio de expertos y utilizado en investigaciones similares, las preguntas están en función de las Bases del Conocimiento Profesional del Profesor (BCPP) y fundamentadas en las Representaciones del Contenido (ReCo) de Loughran, Mulhall y Berry (2004), las cuales son utilizadas frecuentemente para estudios similares sobre CDC. En la Tabla 1 se muestran parte de las preguntas que conforman el cuestionario.

Tabla 1. Preguntas del cuestionario.

BCPP	Preguntas
Conocimiento de la evaluación	1.¿De qué manera y con qué instrumentos evalúa y/o evaluaría el contenido de las Leyes de Newton?
Conocimiento didáctico	2. ¿Cuál es el rol del profesor y del estudiante durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y evaluación de las Leyes de Newton?
Conocimiento del contenido	3.¿Cuál es la secuencia didáctica que utiliza habitualmente para la enseñanza de las Leyes de Newton?, descríbala.
Conocimiento de los estudiantes	4.¿Qué dificultades presentan los estudiantes a la hora de trabajar las Leyes de Newton?
Conocimiento curricular	5.¿Qué recursos y/o referencias bibliográficas utiliza al momento de planificar la clase y explicar el contenido de las Leyes de Newton?

Nota: el cuestionario completo se puede observar a través de <https://forms.gle/zbXHz4HMWC2E9Dr77>

Estas interrogantes invitan a la reflexión y permiten la caracterización del CDC del profesor, a la vez que permiten percibir las formas en que aprenden y se comportan los estudiantes. Así como, la manera de cómo diseña y aborda su mediación pedagógica.

En cuanto al profesor, posee un bachillerato universitario en Física y una maestría en ingeniería e instrumentación nuclear, tiene una experiencia como docente de 11 años. Asimismo, el contexto educativo en el que labora actualmente y punto principal de esta investigación es el universitario, en una universidad pública de Costa Rica, impartiendo cursos de físicas generales (teoría y laboratorio) para carreras de ingenierías. En particular, se recolecto y caracterizo el CDC de este profesor en la enseñanza del tema de la Leyes de Newton, desarrollado en el curso de Física General 1.

Resultados y Discusión

A partir del cuestionario aplicado al profesor, se obtienen respuestas que permiten caracterizar su CDC e identificar los diferentes abordajes que realiza ante los obstáculos inclusivos del Desarrollo Profesional Docente (DPD). En la Tabla 2 se presentan parte de esas contestaciones.

Tabla 2. Respuestas del profesor.

BCPP	Respuestas
Conocimiento de la evaluación	1. Depende del semestre, ya que se puede evaluar con exámenes escritos, quiz, o con proyectos, pero depende de lo que establezca la cátedra del curso.
Conocimiento didáctico	2. El profesor es un facilitador de la materia y presenta los problemas, ayuda al estudiante a generar su propio criterio con lo que ocurre en la naturaleza, mientras que el estudiante está en la posición de preguntar y aclarar las dudas; con el fin de identificar los efectos que producen las fuerzas o la ausencia de estas en el movimiento de los cuerpos.
Conocimiento del contenido	3. Explicar una definición de fuerza, donde se recalca que toda fuerza tiene que estar dada por la interacción que tiene otro cuerpo sobre el que se está estudiando, luego se explica las leyes de newton a raíz de esto, resaltando que la segunda no es como se dice normalmente que $\sum F = ma$, sino como la suma de $F = dP/dt$, explicando el concepto de momento, esto con el fin de que si el estudiante llega a tener que aplicar cambios de masa con el tiempo, indicándole que eso es por si lo necesita más adelante, pero que en términos del curso solamente vamos a tratar casos en donde la masa permanece constante. Luego, se explican las fuerzas fundamentales, tomando principalmente el concepto de la fuerza de gravedad y por lo tanto el peso, así como las fuerzas normales, fuerzas de fricción, tensión y otras. Finalmente, se aplican los conceptos en los diagramas de cuerpo libre y resolución de problemas.
Conocimiento de los estudiantes	4. Falta de comprensión de los conceptos, la visualización de las diferentes fuerzas que hay en ciertos problemas, lo que implica que tengan dificultades a la hora de generar los diagramas de cuerpo libre, algunos tienen problemas con la matemática relacionada para la solución de sistemas de ecuaciones..
Conocimiento curricular	5. Se les da ejercicios (problemas) de diversas fuentes bibliográficas, así como diseñados o modificados por mí. Además utilizo videos para facilitar la comprensión la materia.

De lo resaltado en la Tabla 3, se puede resaltar la relevancia que el profesor le da a la concepción de la Segunda Ley de Newton en términos del momento, resaltando, que será un recurso que se desarrollará más

adelante, cuando se desarrolle el tema de momento lineal. Asimismo, explica las cuatro fuerzas fundamentales de la Física: fuerza nuclear fuerte, fuerza nuclea débil, fuerza electromagnética y la fuerza gravitacional; aprovechando esta última para dar cabida a las explicaciones de fuerza gravitatoria y peso, y demás conceptos útiles para las leyes de newton.

Abordaje a los obstáculos del Desarrollo Profesional Docente (DPD)

A partir de lo recolectado, se reconocen los abordajes del profesor los diferentes obstáculos del Desarrollo Profesional Docente (DPD), como generar un ambiente de confianza y seguridad en los estudiantes, dentro del marco contextual, por ejemplo, en el ambiente de aula; como se muestra en la Figura 6.

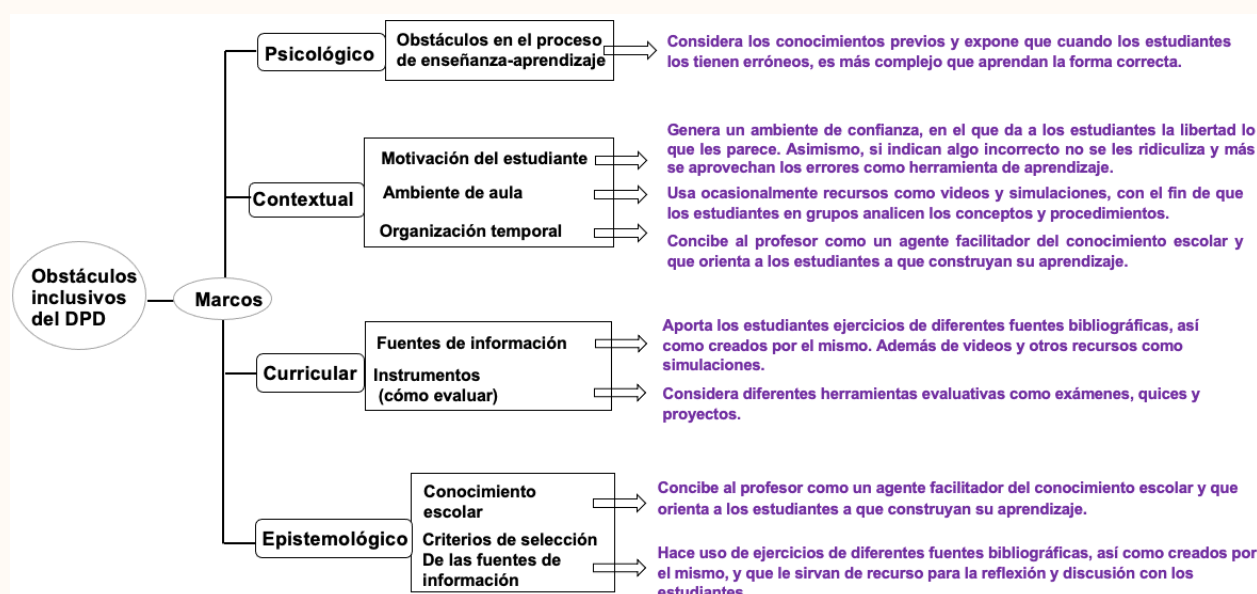


Figura 6. Abordaje de obstáculos del profesor.

La manera en que el profesor maneja cada uno de obstáculos define un Conocimiento Profesional Deseable (CPD), basado en creencias propias como la consideración de que es un facilitador en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En la figura 7, se plasma a CPD que presenta el profesor.

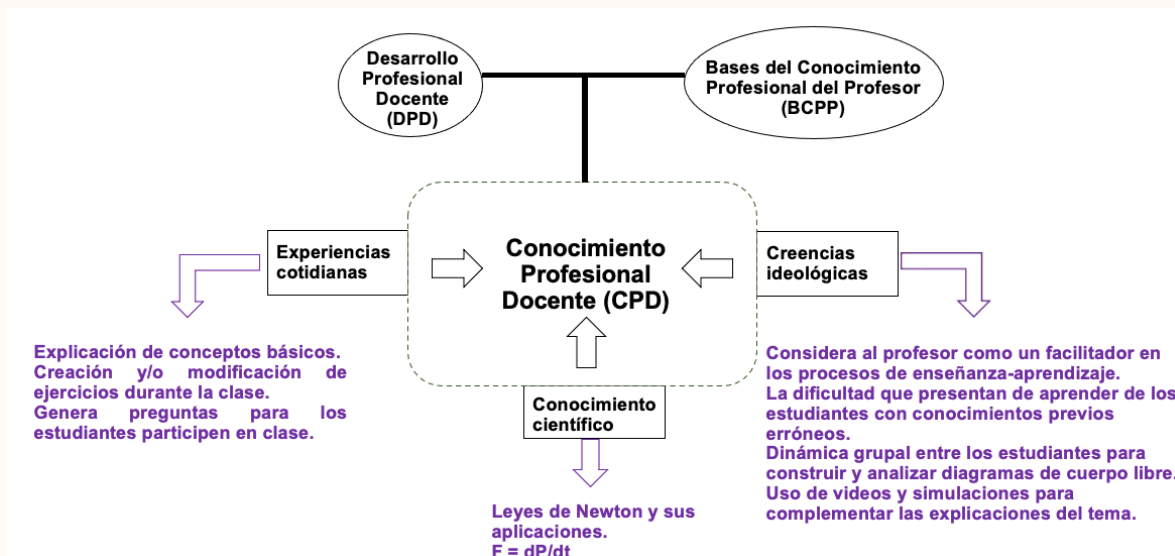


Figura 7. Conocimiento Profesional Docente del profesor de física.

Otro aspecto que se resalta es el de la generación de preguntas para promover la participación de los estudiantes en clase.

Caracterización del CDC del profesor

El profesor desprende un CDC caracterizado por su interés de dinamizar sus clases, las cuales además de explicar conceptos y problemas, previamente preparadas y seleccionadas (CDC personal) (ver Figura 8).



Figura 8. QR de acceso a presentación de clase.

También promueve la participación de los estudiantes por medio de la discusión y análisis, a la vez que crea y/o modifica los ejercicios, en función de las situaciones que se presenten de forma espontánea (CDC y Habilidad). Por otro lado, se tiene que los estudiantes presentan dificultades con las herramientas físicas y matemáticas necesarias para el

desarrollo de los problemas como lo son la construcción de los diagramas de cuerpo libre, como se destaca en la Figura 9.

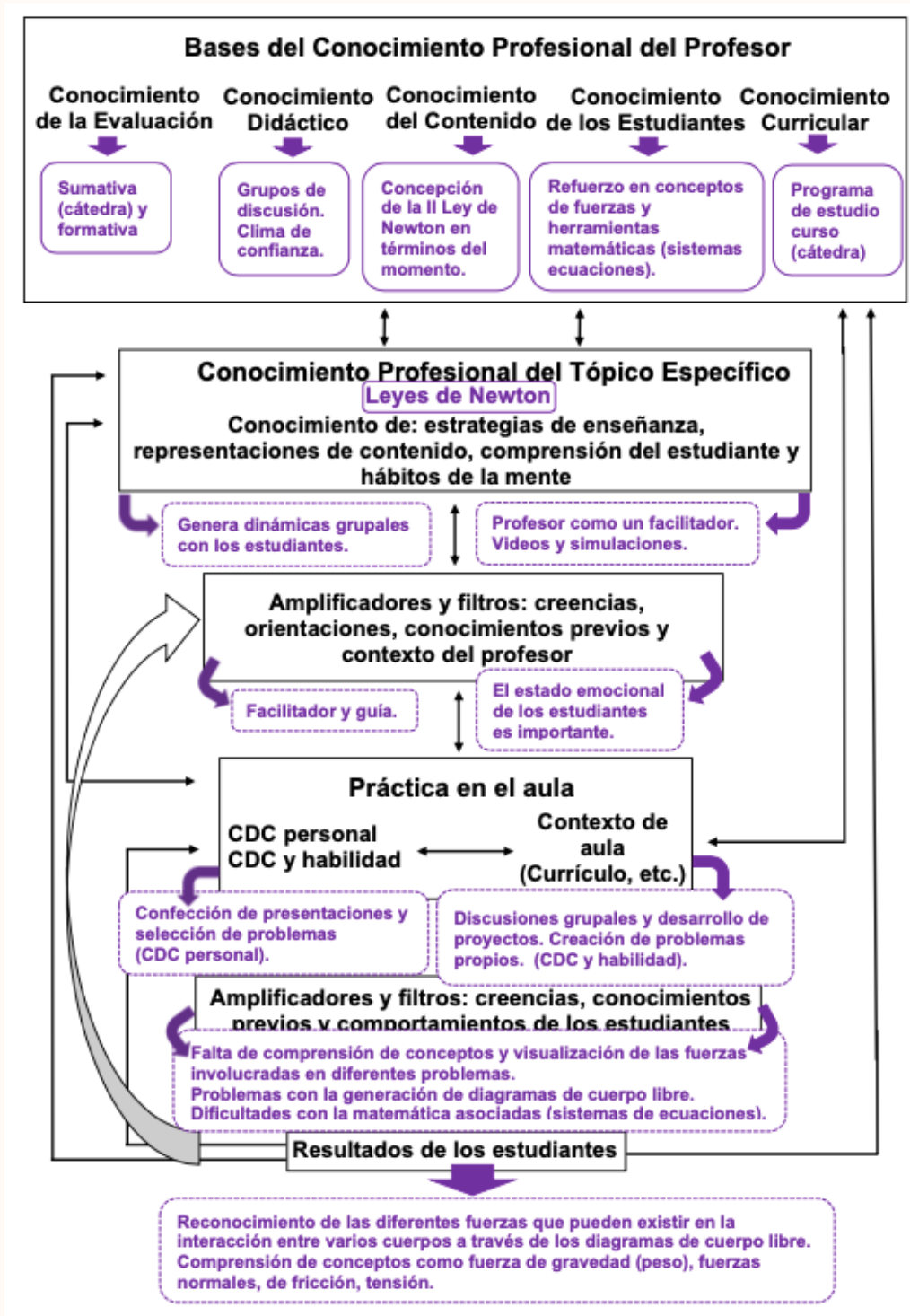


Figura 9. Modelo de CDC del profesor.

Por otra parte, en cuanto a la evaluación el profesor esta anuente a la implementación de diferentes herramientas de esta índole, aunque destaca que este aspecto está en función de lo que establezca la cátedra del curso. Sobresale, además, su interés por explicar la II Ley de Newton en términos del momento, como se plasma en la ecuación (1).

$$\sum \vec{F} = \frac{d\vec{P}}{dt} \quad (1)$$

Lo anterior, junto con lo expuesto en la Figura 9, definen un CDC en Física del profesor que se resume en la Figura 10.

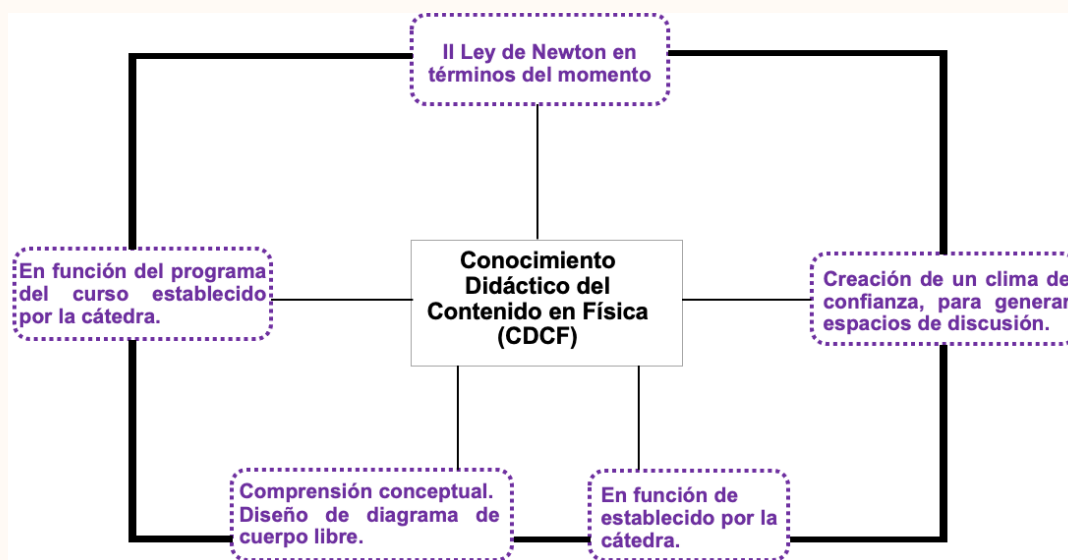


Figura 10. CDC en Física del profesor.

Trascendencia entre dimensiones de la Hipótesis de la Complejidad (HC)

Esta caracterización del profesor, refleja su trascendencia entre la dimensión práctica hacia la crítica, puesto que se identifica su interés por promover la participación y reflexión de los estudiantes; al tiempo que durante el desarrollo de las clases, modifica y/o crea nuevas situaciones problemáticas en los ejercicios que realizan de forma espontánea, para dinamizar y potenciar aún más las clases, lo que hace que el desarrollo de sus clases, no estén sujetas a un guion preestablecido, y más bien tengan un carácter espontáneo. De ahí que, sus clases se salgan del marco tradicional, resolver problemas basados en la recolección de datos, selección ecuaciones y sustitución de datos para obtener un resultado.

Conclusiones

El profesor refleja un CDC caracterizado por la planeación y selección de fundamentos teóricos y problemas para desarrollar en clase, al mismo tiempo que fomenta la participación y discusión grupal con los estudiantes. Asimismo, tiende a modificar o crear nuevos problemas durante el desarrollo de las clases, esto en función de la espontaneidad e inquietudes que se presenten en ese momento, lo que da entender, que el profesor, no se mantiene rígido a la estructura y solución definida previamente de los ejercicios. De ahí que, presente una trascendencia entre las dimensiones práctica (σ) hacia la crítica (ρ). Además, de que considera importantes las emociones que los estudiantes tengan, ya que destaca, que si tienen alguna situación de esta índole, no estarán enfocados en las clases de Física.

Finalmente, en lo que concierne a implicaciones investigativas, estudios de este tipo invitan a la reflexión sobre fomentar la importancia de que docentes formados en Física, desarrollen competencias en metodologías activas, como el aprendizaje basado en proyectos, gamificación, entre otros; para que así potencien en sus estudiantes habilidades para la vida, como el pensamiento crítico y sistémico, así como el trabajo en equipo, la comunicación asertiva, entre otras. Puesto que, por su formación en el contenido disciplinar, es muy amplia; y así podrán desarrollar los demás saberes como el conocimiento de los estudiantes, curricular, didáctico y de evaluativo.

Referencias Bibliográficas

- Gess-Newsome, J. y 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. In A. Berry, P. Friedrichsen, y 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.

- Loughran, J., Mulhall, P. y 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.
- Magnusson, S., Krajcik, J. y Borko H. (1999). 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* (pp. 95-132). Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher.
- Mishra, P. y Koehler, M.J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teacher College Record*, 106(9), 1017-1054.
- Porlán, R, Azcárate, P., Martín del Pozo, R., Martín, J. y Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 2, 23-38.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/bg52xz>
- Stake, R. E. (2005). Qualitative case studies. In N. K. Denzin, y Y. S. Lincoln. (Eds.) *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (pp. 443-466). Thousand Okas: SAGE Publications.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y Mellado, V. (2006). La Hipótesis de la Complejidad como integración reflexión-práctica. *Actas de XXII Encuentros Nacionales de Didácticas de las Ciencias Experimentales*. Universidad de Zaragoza. Zaragoza: España.
- Vázquez-Bernal, B., Jiménez-Pérez, R. y 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. y 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.

Forma de citar este artículo

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>