



EL CONOCIMIENTO PROFESIONAL DEL PROFESOR DE FÍSICA EN LA ENSEÑANZA DEL EFECTO DOPPLER DEL SONIDO: UN ESTUDIO DE CASO MEDIANTE LA MODALIDAD VIRTUAL

Autor. Oscar Alejandro Espinosa Suárez. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, oaespinosas@correo.udistrital.edu.co.

Tema. Eje temático 3.

Modalidad. 1. Nivel educativo Media vocacional.

Resumen. Este artículo hace parte de una investigación alrededor del conocimiento profesional del profesor (CPP), reconocido como un conocimiento integrador entre las dimensiones epistemológica-psicológica (Porlán, 1997). Sustentados desde el paradigma interpretativo y reconociendo la complejidad en la construcción de un CPP diferenciado, se entrelaza el conocimiento experiencial-racional como complemento. Bajo esta perspectiva, se analiza la práctica pedagógica del profesor de física, con el fin de caracterizar el CPP en la enseñanza del Efecto Doppler a estudiantes de bachillerato mediante sesiones virtuales: usando el método estudio de caso, la observación de la videograbación y el análisis de contenido. Se concluye que, el CPP de física se basa en una didáctica experiencial construida desde la enseñanza presencial del Efecto Doppler con actividades preelaboradas y adaptadas a la virtualidad desde la formalización matemática-conceptual.

Palabras claves. Enseñanza de la física, CPP, virtualidad, Efecto Doppler.

Introducción

La enseñanza de la física, como conocimiento científico, está comprendida desde la faceta de un saber escolar que, por su naturaleza, se enseña en la complejidad comprendida desde las dimensiones tanto teóricas como prácticas, cuya esencia resalta la importancia que implica el desarrollar una clase de física para la enseñanza del Efecto Doppler del sonido en la presencialidad de los actores profesor-estudiante y la interacción con el escenario idóneo para ello, como las acostumbradas salas de laboratorio. No obstante, cuando las condiciones no permiten el desarrollo de clases presenciales e imposibilitan el acceso a equipos de medición y montajes que se contemplan normalmente en estas clases presenciales, surge en el profesor la necesidad de elaborar nuevas estrategias y evaluar la estricta necesidad de las prácticas experimentales de forma presencial. De este modo surge el problema que atañe esta investigación, de reconocer cuáles son los elementos que el docente como profesional configura en su práctica para la enseñanza del Efecto Doppler a partir de una clase no presencial y a través de una sesión virtual. Por lo tanto, el objetivo es caracterizar el conocimiento profesional del profesor de física en la clase virtual a la luz de la propuesta del CPP de Porlán & Rivero (1997), reconociendo esos elementos indispensables para su práctica pedagógica en la enseñanza del Efecto Doppler.

Para esta investigación se asume la idea que al ejercicio práctico del docente se suma elementos del ambiente virtual, el contexto académico, la experiencia y todas aquellas creencias que desde la misma práctica ha llevado al profesorado a reelaborar metódica y sustancialmente el conocimiento científico. De aquí la idea de reconocer la práctica pedagógica del docente desde una perspectiva compleja, contemplando aquellos elementos de la virtualidad que intervienen e interactúa con el contenido y el ejercicio de enseñar. Morin (2011), en su introducción al pensamiento complejo, define la complejidad como la completad en el sentido explícito de la unidad múltiple y la nueva red de conocimiento que se teje desde la experiencia y lo racional, que para esta investigación será el CPP de física. Así lo expresa Martínez (2017) diciendo que,

esta especificidad del CPP se da no solo por el contenido, sino por su proceso de producción; cuestionando el carácter estático del conocimiento y asumiendo al profesor como conocedor de este y productor de uno nuevo.

Uno de los componentes más importantes en esta investigación, es analizar el contenido de los instrumentos de información, entre ellos la videograbación, a la luz de entender el CPP como lo propone Porlán y Rivero (1997), vista como la yuxtaposición de cuatro categorías: Saber académico, saberes basados en la experiencia, rutinas-guiones de acción, y las teorías implícitas. Según esta propuesta, para estudiar el CPP, se debe contemplar los saberes mencionados bajo dos principales dimensiones: dimensión epistemológica y dimensión psicológica. En este sentido debe señalarse que, según la propuesta, la dimensión psicológica oscila en lo explícito-tácito, y la dimensión epistemológica en lo racional-experiencial.

En este orden de ideas, el estudio de caso está focalizado en el análisis de contenido de la información e interpretación de aquellos elementos que el profesor de física elabora basado en recursos, metodologías, estrategias y discurso en la enseñanza, dando cuenta de su propio conocimiento profesional que construye alrededor de una sesión virtual de la clase de física en estudiantes de bachillerato de un colegio privado de la ciudad de Bogotá-Colombia con la enseñanza del Efecto Doppler como contenido.

Referente teórico

Para este trabajo es importante entender que, dentro de la disciplina escolar, la práctica de enseñar debe verse en el ejercicio mismo de reconocerse como una interacción humana que está sometida al cambio y cuya dinámica está condicionada al contexto en el que se trabaje, de aquí la importancia de examinar el elemento de una interacción no presencial, basado en la virtualidad y la complejidad que esto implica en la enseñanza.

En este sentido, es importante reconocer la perspectiva compleja del pensamiento como un concepto inacabado, el cual debe mantener en su desarrollo una linealidad circular, permitiéndole construir redes de conocimiento que lleve a reelaborar su cuerpo en términos de las nuevas emergencias que se encuentren en el ejercicio mismo de buscar el complemento entre sus partes y reconocer el cambio o la ruptura como la oportunidad para que surjan nuevas ideas. Así lo define Morin (2011), quien propone la complejidad en la lógica de reconocer la unidad múltiple a lo que llama como completad. Astolfi (1998), ofrece explicaciones de la complejidad del contenido y del aprendizaje usando variedad de conceptos, entre ellos destaca la transposición didáctica, esta última como una herramienta a la que acude el profesorado para adaptar el conocimiento científico y tomar dominio de su clase. Sin embargo, dentro de este argumento, se reconoce desde lo que Chevallard (1991) llama sistema de enseñanza *stricto sensu*, explicando que adicional a los tres elementos (los alumnos, el profesor y el saber) lo compone la Noosfera, que es el tamiz por donde se opera la interacción entre este sistema y el entorno. Razón por la cual, el profesor deberá contemplar el contexto en el que enseña, los medios y recursos para buscar la manera más adecuada y próxima en la enseñanza de conocimiento científico. No obstante, en el estudio del conocimiento profesional del profesor de física (CPPF) se contempla la existencia del vínculo que guarda, dentro de su elaboración, esta perspectiva del saber escolar, la complejidad del contenido y el papel de la transposición didáctica, aunque es necesario aclarar que no se abarcaran en este documento más allá del CPPF.

Bajo las anteriores consideraciones, se contempla que deba existir una diferencia entre el conocimiento del físico al del profesor de física. Esto significa que, el saber de los maestros parece estar basado en las constantes transacciones entre lo

que son (incluyendo las emociones, la cognición, las expectativas, su historia personal, etc.) y lo que hacen. (Tardif, 2014, p.13).

Para el interés particular de esta investigación, se trabajará bajo las fuentes y conocimiento profesional visto desde la propuesta de Porlán & Rivero (1997), quien contempla este ejercicio desde la dimensión meta disciplinar, desde lo racional y experiencial con cuatro categorías en cuanto al saber académico, las teorías implícitas, principios y creencias, y rutinas-guiones. Las anteriores cuatro categorías son producto de la intersección de dos dimensiones: la dimensión epistemológica y la dimensión psicológica. La primera en términos de dos niveles, el racional y experiencial, la segunda desde la dicotomía de lo explícito y tácito. Estas categorías, se definen como: el saber académico, vinculado a los contenidos disciplinares y meta disciplinares, entendido como todos aquellos saberes bajo el nivel explícito y en la línea del nivel racional. El saber de creencias y principios, producto de las ideas que se desarrollan en la experiencia de la misma profesión desde la enseñanza y aprendizaje, ubicándose bajo el nivel explícito y sobre la línea epistemológica experiencia. Las teorías implícitas, asociadas a las teorías que el profesor usa inconscientemente y que pueden dar explicación a su actuar, situándose en el nivel psicológicamente tácito y sobre la línea epistemológica-racional. Por último, emerge las rutinas y guiones de acción, la cual da razón a esas acciones que se repiten en la práctica de forma secuencial y que generan resistencia al cambio porque hacen parte de la conducta del profesional, bajo el nivel psicológico-tácito y en la línea racional de la dimensión epistemológica.

En este sentido, Reyes (2013) en su trabajo del CDC y enseñanza del campo eléctrico, asocia algunos elementos similares en torno a la práctica del profesorado de física en formación inicial, destacando contenidos de orden conceptual, procedimental y actitudinal como referente de indagación del CDC, finalmente organizándolo en cuatro niveles referenciales: acrítico, reflexivo lógico, innovador y reflexivo integral. Reyes (2013) desarrolla una hipótesis de progresión bajo unos niveles de referencia que, para su trabajo, son usadas como categorías: Fuentes académicas, tipo de contenidos, enfoque de organización, enfoque pedagógico y perspectiva epistemológica. Este trabajo concluye en la idea de asociar otros conocimientos que pueden explicar la complejidad y dificultades propias de la comprensión de la enseñanza del contenido.

Perafán (2005), en su trabajo, Epistemologías del profesor de ciencias sobre su propio conocimiento profesional, desarrolla una propuesta bajo la línea del conocimiento del profesor y la didáctica de las ciencias, afirmando que el conocimiento del profesor es construido histórica y epistemológicamente, que, al ser comprendida como una categoría particular, legitima su naturaleza en el campo del saber. Este trabajo desarrolla la idea de la transformación de currículo durante la enseñanza de las ciencias y abre la discusión, si verdaderamente en la escuela se enseña el saber sabio o creaciones didácticas basadas en el CPP. Ahora bien, el trabajo que hace Perafán (2005) se basa en la propuesta de Porlán y Rivero (1997), explicando que, el CPP surge en el ejercicio interactivo e integrador de las cuatro categorías mencionados promoviendo la transformación de saberes en la lógica de construir un nuevo conocimiento.

Metodología

En la oportunidad de contemplar algunas características que sustenten la identidad de la investigación, esta se enfoca desde la investigación cualitativa como un proceso socio crítico, multi metódico, naturalista e interpretativo, mostrando coherencia con el ejercicio de la propuesta de analizar e interpretar la práctica docente en el desarrollo de una clase virtual a la luz del CPPF que permita durante esta revelar datos valiosos para entender cómo el docente se desenvuelve en las circunstancias en las que se da la clase.

En este sentido la investigación se sitúa desde una postura basada en el paradigma interpretativo para el problema de reconocer el CPPF que se elabora en la clase virtual. Para ello, se propone el estudio como un método disciplinario y cualitativo de investigación. A razón de ello, se construye un caso a partir de una clase de física que desarrolló un docente para enseñar el Efecto Doppler del sonido a estudiantes de undécimo de un colegio privado de la ciudad de Bogotá-Colombia, que, bajo las condiciones establecidas por el Gobierno Nacional frente a la pandemia vivida a nivel mundial en el año 2020, tuvo que desarrollar de forma sincrónica a través de una sesión virtual. En esta clase se trabaja el concepto de sonido a través del estudio del Efecto Doppler, sin embargo la complejidad del caso radica en reconocer elementos de contexto, como la condición de la no presencialidad y el uso de los encuentros virtuales, también las estrategias que usa el profesor para adaptar la clase al nuevo contexto con recursos y metodologías de enseñanza, la elaboración de planeaciones basadas en el currículo y todos aquellos cambios de espacio y tiempo que se adoptaron en el colegio.

De este modo, la técnica que acompañó esta investigación con la interpretación de información fue el análisis de contenido, entendida desde Berelson (1952) como una técnica de investigación usada para la descripción objetiva en el análisis cualitativo de variables dentro del estudio de la complejidad de un fenómeno y la inferencia de conocimientos relativos a la producción de la información que se logre extraer de las videograbaciones, que para este caso representó el instrumento principal en la recolección de la información.

La videograbación seleccionada para ser tratada en la investigación, son rescatadas del registro y almacenamiento de la plataforma virtual que uso el profesor, posteriormente se filtró por un proceso de transcripción, en el cual tuvo lugar el uso de seudónimos y codificación de estos, y que junto con el video, alimentó el software de análisis en pro de efectuar un análisis sistemático basado en la descripción e inferencia de información en torno a las cuatro categorías establecidas desde el modelo de Porlán (1997): SA-Saber académico, TI-Teorías implícitas, CPA-Creencias y principios de actuación, RGA-Rutinas y guiones de acción. No obstante, durante el ejercicio de análisis de la información se toman cuatro instantáneas (cuadros) del material visual al que acude el profesor y donde se reconocen la codificación de algunas categorías específicas. Finalmente, a través del software de análisis cualitativo se organiza la información en diagramas de densidad categorial y tabulación de coocurrencia.

Resultados y discusión

Con el software de análisis cualitativo se organiza y representa la densidad categórica del CPPF con la siguiente tabla:

Tabla 1: (A) Conteo de unidades categorías y (B) registro de coocurrencia entre categorías de análisis.

Nombre	Enraizamien...	CPA:...	RGA:...	SA:...	TI: T...
TI: Teoría implícita~	38	31	21	31	38
SA: Saber académico~	31	31	3	5	7
CPA: Creencias, principios y accio...~	31	21	3	1	4
RGA: Rutinas y guiones de Acción~	21	31	5	1	5
TI: Te...	38	7	4	5	

(A)

(B)

Fuente. Propio.

Donde se encuentra un total de 121 unidades registradas que hacen alusión a episodios relacionados con el CPP propuesta bajo las categorías establecidas, reflejando las intensidad y proyección de cada una dentro de la sesión virtual que desarrolla el profesor de física: Las teorías implícitas-TI se reflejan como la categoría dominante con el 31.4%, en segundo lugar coinciden las categorías del saber académico-SA y las creencias y principios de acción-CPA con un 25.62% cada una y con la menor intensidad la categoría asociada a rutinas y guiones de acción-RGA con el 17.36%.

A continuación, se presentan algunos de los episodios que argumentan los resultados presentados.

Tabla 2: Registro de episodios del profesor relevantes para análisis, producto de la transcripción de la video grabación.

SA	TI	CPA	RGA	Episodio (Ep)
x	x	x		Ep.1: "Veníamos trabajando la mecánica ondulatoria, clasificándolas en ondas electromagnéticas y mecánicas. Asociamos dos ejemplos particulares, la luz y el sonido, en este momento estamos trabajando el sonido, para ello acostumbro siempre a hacer la práctica que hicimos que es la prueba de audición"
	x	x		Ep.2: "Si miramos el video del profe del campo tecnológico que yo les compartí inicialmente, él explicaba que la resonancia dependía de la caja donde se propagaba el sonido ... por eso los auditorios tiene esa forma muy particular de construcción, por eso algunos instrumentos cambian en la caja"
x	x			Ep.3: "El timbre es esa característica que me permite distinguir una nota de un instrumento de otro..."
	x		x	Ep.4: "Quiero que contestemos las preguntas que propusimos en el taller y que debimos haber solucionado con el video, recuerden que estas las calificamos. Entonces, primera pregunta, ¿Qué es el efecto Doppler?"
x	x			Ep.5: "El efecto Doppler se define como la variación de la frecuencia emitidas por la fuente en consecuencia al movimiento relativo del receptor y/o fuente"
	x	x		Ep.6: "Esta imagen que estamos viendo es del efecto Doppler en la luz".
x		x	x	Ep.7: "Vamos a trabajar esta fórmula para los cálculos en los talleres. Yo les propongo aprender a utilizar esta ecuación, tenemos 9 casos particulares, usted decide si se graban las 9 formulas o aprende como sacar la formula con la formula general"
x		x		Ep.8: "Debemos tener siempre la formula, ... si en el caso los dos vectores van en el mismo sentido, sea los dos hacia la derecha o hacia la izquierda, se van a restar, listo. Si los vectores van en contrasentido, va uno en dirección al otro, ya sea acercándose o alejándose los dos vectores, se suman"

Fuente. Propio.

De los episodios, como el Ep.3, Ep.5 y Ep.7 entre otros, donde el conocimiento que evidencia el profesor del Efecto Doppler se basa en definiciones y modelamientos matemáticos se puede inferir que, el CPP del profesor de física en la sesión virtual, se inclina por el uso de formalizaciones matemáticas-conceptuales, estrategias y metodologías que de forma inconsciente desarrolla bajo un criterio particular y que va mutando según la necesidad y condiciones de la clase virtual. Particularmente, en episodios del Ep.1-6, se evidenció diversas propuestas pedagógicas como, aprendizaje basado en problemas, aprendizaje por apropiación de significados, aprendizaje por indagación y aprendizaje basado en proyectos, evidencia que distancia al profesor de la idea de seguir una única propuesta pedagógica.

En especial con las teorías implícitas-TI, analizando actuaciones como las expresadas en Ep.1-4, se infiere la toma de decisiones en el uso de videos previos a la clase y situaciones contextualizadas en la construcción de explicaciones, generando espacios reflexivos dentro de la clase sin ninguna secuencia, lo anterior para argumentar la coherencia de algunos ejemplos traídos al caso por los estudiantes, lo que permite reconocer la didáctica que construye el profesor alrededor de la clase virtual. En este sentido, Reyes (2013) lo contempla desde su hipótesis en el estudio de progresiones

para el CDC como Nivel de referencia innovador. Este nivel explica que no hay ninguna postura epistemológica ni pedagógica destacada en la planeación y desarrollo de la clase (Reyes, 2013, p. 2982).

En cuanto a las categorías CPA y SA, las cuales comparten una misma densidad, se descarta una discusión de jerarquización ya que, según la tabla 1 (B), se encuentran como evidencias 5 unidades de registro que indican el saber académico explícito de forma simultánea con las creencias y principios de actuación, esto lo podemos evidenciar en Ep.1, Ep.7 y Ep.8 donde se reconoce prácticas y conductas potenciadas desde la experiencia del profesor en la enseñanza del Efecto Doppler, que según Porlán (1997) corresponden a niveles diferentes de la línea epistemológica: nivel experiencial (CPA) y nivel racional (SA), al igual que las TI. Este resultado coincide con las conclusiones de Perafán (2005), donde explica que, el conocimiento del profesor es construido históricamente de su experiencia y que aporta desde el CPP al saber pedagógico como al académico, por lo que se rescata como dos pilares para la caracterización del CPPF en el caso estudiado.

Finalmente se reconoce que, las rutinas y guiones de acción vistas por ejemplo en episodios como Ep.4 y Ep.7, donde se presentan métodos procesuales arraigados desde la presencialidad para la solución de talleres numéricos y evaluaciones conceptuales, son traídos a la sesión virtual persistiendo en el CPPF pese a su baja densidad presentada en la sesión virtual. Lo anterior se entiende, desde el nivel reflexivo integral, como alternativas de contenidos y secuencialidad dentro de la categoría procedimental de Reyes (2013), asociada a la solución de problemas y la predicción de comportamientos.

Conclusiones

Con base a los resultados y el análisis de contenido realizado de la clase virtual del profesor de física se concluye que:

El CPPF en la enseñanza del efecto Doppler durante la sesión virtual, se caracteriza por el uso de la didáctica de la física elaborada desde la experiencia del profesor durante las clases presenciales, haciendo uso de diapositivas que asocia ejemplos visuales, modelos matemáticas y prácticas adaptadas a la clase virtual caracterizando el CPPF desde varias propuestas pedagógicas, metodologías de enseñanza, recursos e ideas diversas de forma estratégica desde una postura consciente de la necesidad de la clase, pero inconsciente en términos de las teorías epistemológicas que ello implica como el aprendizaje basado en problemas, la apropiación de significados y aprendizaje por indagación.

No obstante, el saber experiencial que ha tenido el profesor de física en la enseñanza del efecto Doppler con sus clases presenciales, caracterizado dentro del CPP como creencias y principios de actuación (Porlán, 1997), le da la confianza en la sesión virtual para movilizar a través de sus actividades preelaboradas el conocimiento como saber académico y proyectar a los estudiantes la formalización conceptual y matemática de los distintos casos del efecto Doppler como producto del CPPF y la integración entre los componentes a nivel racional y experiencial.

Por último, el CPP de física en la sesión virtual, a pesar de desarrollarse en un contexto diferente, sigue obedeciendo, aunque en menor intensidad, a unos esquemas propios de la dinámica presencial, como talleres numéricos y evaluaciones conceptuales, que permite predecir el curso de la clase en términos procedimentales, evidenciando una resistencia al cambio y reconociendo parte del CPP que implícitamente el profesor traslada al contexto virtual ubicando esta evidencia como rutinas y guiones de acción según la propuesta de Porlán (1997).



Bogotá, 13 a 15 de octubre de 2021
Modalidad On Line – Sincrónico

Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED. Año 2021. Número Extraordinario. ISSN impreso 0121-3814. E-ISSN 2323-0126.
Memorias del IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias.

Lema.

¿Cuál educación científica es deseable frente a los desafíos en nuestros contextos latinoamericanos? Implicaciones para la formación de profesores.

Referencias bibliográficas

- Astolfi, J. P. (1998). Desarrollar un currículo multirreferenciado para hacer frente a la complejidad de los aprendizajes científicos. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, Vol. 16(3), pp. 375-86.
- Berelson B.& Lazarfeld P. (1948). "The analysis of communication content", University of Chicago and Columbia University, Chicago y Nueva York.
- Chevellard, Y. (1997). *La transposición didáctica: del saber sabio al saber enseñado*. Psicología cognitiva y educación., Argentina: Aique editorial.
- Martínez, C. (2017). Ser maestro de ciencias: productor de conocimiento profesional y conocimiento escolar (pp. 39-66). N°11 Series grupos Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia: UD Editorial.
- Morin, E. (2011). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona, España: Gedisa S.A.
- Perafán, A. (2005). La epistemología del profesor sobre su propio conocimiento profesional. *Enseñanza de las ciencias*, número extra. VII Congreso. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Porlán, A. R. & Rivero, G. A. (1997). Conocimiento profesional y epistemológico de los profesores I: Teorías, métodos e instrumentos. *Revista Enseñanza de las ciencias*, 15(2), pp. 155-172. Universidad de Sevilla
- Reyes, J. D. (2013). Conocimiento didáctico del contenido y enseñanza del campo eléctrico. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, pp. 2979-84.
- Tardif, M. (2014). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Editorial, Narcea, s.a. de ediciones, pp. 13-15. Madrid. España.