



PRÁCTICA DE ENSEÑANZA DE UN PROFESOR UNIVERSITARIO DE FÍSICA CUÁNTICA EN COLOMBIA, DIAGNÓSTICO.

Autor. Yeison Javier Cuesta Beltrán. Carlos Javier Mosquera Suárez. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia. yjcuestab@correo.udistrital.edu.co

Tema. Eje temático 5.

Modalidad. 1. Nivel educativo universitario.

Resumen. Esta investigación tiene como propósito caracterizar la práctica de enseñanza de un profesor que imparte física cuántica en un programa de formación inicial de profesores de física en Colombia, ejercicio profesional que impacta las futuras generaciones de maestros, motivo por el que consideramos relevante este estudio de caso. Para el diagnóstico se realizaron observaciones de clases, apoyadas en matrices de observación y en grabaciones de audio. Entre los hallazgos destacamos la importancia asignada por el profesor a la enseñanza del formalismo matemático de la física cuántica, también mantener la visión del conocimiento científico como elaboración jerárquica frente a otros saberes. Este diagnóstico a futuro permitirá elaborar un programa de formación continuada para el profesor participe.

Palabras claves. Práctica de enseñanza, formación permanente de profesores de física, profesor universitario de física cuántica.

Introducción

Esta investigación pretende realizar un diagnóstico sobre la práctica de enseñanza de un profesor que imparte física cuántica (FC) en la formación inicial del profesorado de física. La información encontrada permitirá en futuras investigaciones, preparar programas de formación permanente de profesores universitarios de ciencias, con el propósito de favorecer cambios didácticos (Mosquera, 2008), y por tanto, promover el desarrollo de conocimientos profesionales docentes (Martínez, 2017).

Referente teórico

Esta investigación reconoce que la práctica de enseñanza es la acción del profesor en el aula, pero coincide con Furió, Gil, Pessoa y Salcedo (1992) en cuanto que esta también comprende aquellas actividades que ha de desarrollar de manera explícita el profesor, como la creación y adaptación de materiales educativos. No obstante, la enseñanza involucra aspectos implícitos, como las prácticas poco reflexionadas que han sido influenciadas en la historia de vida del profesor cuando fue estudiante, así como algunas adquiridas en su experiencia profesional, aquellas actuaciones que se fundamentan más en las creencias que en la reflexión (Porlán y Rivero, 1998; Perafán, 2015). Motivos por los cuales es oportuno en el marco de la formación permanente del profesorado, favorecer reflexiones que conlleven a cambios en favor de la mejora de las prácticas. Mosquera Suárez y Furió-Más (2008) señalan que para cambiar la práctica profesional del profesor es necesario conocer los conocimientos, las actitudes y las prácticas previas. De manera que es clave realizar un diagnóstico que permita identificar puntos de partida, para el diseño e implementación de estrategias que favorezcan cambios didácticos. En específico, en este documento presentamos el diagnóstico de la práctica de enseñanza del profesor participe de la investigación, considerando que la práctica no solo corresponde a la rutinización del trabajo de aula, sino que ésta comprende la compleja interrelación e integración entre concepciones, actitudes y actuaciones.

Metodología

Se realizó una investigación cualitativa, en particular, un estudio de caso con un profesor universitario que enseña física cuántica en la formación inicial de maestros de física. Bajo esta orientación metodológica y con el objetivo de indagar en la práctica de enseñanza del profesor, se diseñó e implementó una matriz de observación, que cuenta con 112 criterios, configurados a partir de 156 indicadores, que son una serie de afirmaciones con un conjunto de posibles opciones que podrían darse en el marco de la práctica. Los indicadores se elaboraron siguiendo la estructura abordada en los trabajos de Mosquera (2008) y Zapata (2017). Para agrupar la información recolectada por las matrices se acudió a una matriz de agrupación de información. Así mismo, la recolección de información fue apoyada en apuntes de clase en los que se registraban observaciones, y en grabaciones de audio que posteriormente se revisaron para extraer apartados relevantes para su análisis. Cabe destacar que para el estudio de la información indagada se usó el análisis de contenido de Bardin (1996). La observación se realizó en 40 sesiones de clase bajo la orientación del mismo profesor, 20 en el curso de física moderna y 20 en el curso de mecánica cuántica.

Resultados y discusión

Algunos aspectos generales en el inicio y durante la clase

El profesor al inicio de su práctica de enseñanza poco indaga sobre las ideas previas de los estudiantes, pues habitualmente asume el rol de expositor, postura que se conserva durante un número importante de sesiones, permitiendo evidenciar que en la práctica se considera que el profesor es quien principalmente posee conocimientos, razón por la que este tiene la tarea de transmitirlos a sus educandos.

El maestro manifiesta conocimiento sobre la rigurosidad conceptual y el formalismo matemático de la FC. Sus explicaciones son expresivas y audibles, pero en repetidas ocasiones, principalmente cuando la explicación se fundamenta en los algoritmos, presenta demasiada prisa, hablando y escribiendo muy rápido en el tablero, dejando muy poco tiempo para que los estudiantes reflexionen sobre los conocimientos. De manera frecuente mantiene energía y otorga importancia a lo que enseña. No obstante, se infiere que su afán en la explicación de los temas está relacionado con el avance en los contenidos, pues él sostiene que entre mayor cantidad de temas se trabajen en el curso mejor este será, así no se les dedique mucho tiempo de estudio. Quizá esto tenga relación con que el profesor considere el proceso de enseñanza y aprendizaje como un proceso de sensibilización, en el que el cerebro, al enfrentarse a un nuevo conocimiento, va reconociendo consciente o inconscientemente aspectos sobre los contenidos, de manera que la próxima vez que los estudiantes los aborden, la sensibilización anterior entra en juego favoreciendo la comprensión. Se trata de una noción asociada a la repetición y a la asociación de conocimientos, motivo por el que en la enseñanza el maestro cree importante influenciar en sus estudiantes procesos reiterativos.

Las clases mantienen un enfoque principalmente algorítmico, el profesor en su práctica manifiesta de manera explícita y/o implícita que este tipo de orientación asigna seriedad al conocimiento científico, de manera que los ejercicios, las preguntas y los problemas propuestos principalmente tienen esta orientación, buscando que los estudiantes realicen y afiancen procesos fisicomatemáticos, en los cuales se exploran representaciones emergentes de la FC. En las sesiones se abordan algunas interpretaciones del formalismo matemático, pero no es una rutina habitual. Como señala Marshman y Singh (2017)



Lema.

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

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

probablemente esto puede conllevar a dificultades de aprendizaje en los educandos. Además, un enfoque exclusivamente calculista puede desmotivar (Johansson, 2018).

El profesor también trabaja con sus estudiantes aspectos conceptuales de la FC, sin embargo, le dedica menos tiempo que a lo algorítmico. Cuando aborda lo conceptual su ritmo de enseñanza es más lento, hablando pausado, realizando énfasis destacables, relacionando los conocimientos de la FC con el entorno práctico de los educandos, en particular, con aspectos que tienen que ver con la biología, las energías renovables y las telecomunicaciones. Cuesta Beltrán (2018) considera que en la enseñanza de la FC es pertinente la continua reflexión conceptual, en específico, por su naturaleza poco intuitiva.

En ocasiones en la práctica, el profesor es poco cuidadoso con los dibujos elaborados en el tablero, principalmente cuando enseña sobre los instrumentos de medición utilizados en la FC, ampliando la posibilidad de ser malinterpretado en sus explicaciones, sin embargo, en el caso de la representación gráfica de las partículas subatómicas es detallista y tiene en cuenta la dualidad onda partícula, algo destacable, pues según Fanaro (2009) algunos libros de texto refuerzan ideas inconvenientes en las representaciones de las partículas subatómicas.

El profesor orienta su clase principalmente a partir de un libro de texto. En el caso de la física moderna, clase en la que se abordan temas introductorios de FC como los fenómenos de interacción radiación-materia, el profesor utilizó el libro Física Cuántica átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas de Eisberg y Resnick (2013), un texto que aborda lo conceptual, lo algorítmico, lo histórico, lo epistemológico, así como reflexiones sobre este conocimiento, no obstante, el profesor abordó casi que exclusivamente el desarrollo algorítmico, ejercicios con esta orientación y algunos aspectos básicos del enfoque conceptual. En el caso de la clase de Mecánica Cuántica, asignatura que aborda el estudio de la notación Dirac y el problema de la medición en FC, el profesor utilizó el libro Principles of Quantum Mechanics de Shankar (1994), un texto con orientación principalmente matemática, con un aporte importante conceptual, que se destaca por mostrar de dónde emergen las ecuaciones fundamentales en la FC.

El profesor en la enseñanza se apoya en apuntes con base en el libro, una preparación de clase que contiene lo expuesto en el texto pero complementado con el desarrollo de los procesos matemáticos intermedios. En buena medida la organización temática de los cursos se adecúa a partir del orden propuesto por los libros de texto. Los ejercicios y problemas de refuerzo para los estudiantes se encuentran planeados en sus apuntes, actividades que con antelación fueron seleccionados del texto. Otras tareas emergentes surgen en la clase principalmente cuando los estudiantes no saben de un tema específico, razón por la que el maestro les deja la actividad de consulta. Por otro lado, el profesor en su práctica de enseñanza señala haber elegido el libro de Shankar porque según él, explica de manera pedagógica el formalismo matemático. Desde nuestra perspectiva se considera que él lo eligió, porque encontró en el texto desarrollos explicativos detallados sobre nociones algorítmicas que manifiestan de dónde surgieron ciertas ecuaciones importantes de la FC.

El profesor de manera frecuente lleva a cabo el proceso de enseñanza de lo más sencillo a lo más complejo, aunque es necesario destacar que la fundamentación matemática que solicita a sus estudiantes es de un nivel destacable, razón por la que requiere de estudio continuo. Es habitual que a lo largo de las sesiones el profesor demuestre interés por las preguntas de sus estudiantes, se esfuerza por responderlas demostrando seguridad, sin embargo, sus educandos poco participan cuando la orientación de la clase es principalmente algorítmica.

Espacios de enseñanza individual y grupal

Son pocos los espacios de la práctica de enseñanza donde se estimula el desarrollo del aprendizaje personalizado, aunque cuando este se otorga, el maestro asesora al estudiante, hace preguntas para indagar en la comprensión y retroalimenta la actividad. Sin embargo, poco explora actividades individuales para incentivar la apropiación de interpretaciones sobre la FC, y no realiza ninguna adaptación curricular para atender necesidades específicas del estudiantado.

Los espacios de enseñanza grupal son más frecuentes, en sesiones denominadas trabajo colaborativo, donde los estudiantes se reúnen en grupos y adelantan las actividades propuestas por el profesor, quien acompaña y asesora el proceso de los educandos. Sin embargo, no se proponen preguntas al interior de los grupos para generar discusiones, reflexiones y conflictos cognitivos, además, poco se retroalimenta el trabajo grupal.

Integración de aspectos históricos

El profesor aisladamente integra aspectos históricos en la clase. Cuando los aborda realiza la narración de los hechos de una manera anecdótica, en ocasiones cayendo en imprecisiones de tipo histórico que los estudiantes podrían reproducir en su futuro ejercicio profesional. El maestro no promueve lecturas sobre historia de la FC entre los educandos, y en su práctica poco se exploran aspectos relevantes de la vida de los científicos, como sus contextos, motivaciones y dificultades para el trabajo en ciencias. Lo anterior en contraposición con las ideas de Izquierdo et al. (2016), quienes consideran destacable la integración de aspectos históricos en la enseñanza de las ciencias.

Integración de aspectos epistemológicos

Fue escasa la integración de estos aspectos en las clases, sin embargo, se destaca que el profesor en su práctica hace referencia al cambio de paradigma al que se vio enfrentada la física después de 1900. Así mismo, se evidenciaron en general, algunas nociones del profesor sobre la elaboración de la física, en particular de la FC.

El profesor comparte con sus estudiantes su visión sobre cómo se construye la física, para él se trata principalmente de un proceso de modelización de experimentos, resultando que si un modelo se ajusta, es válido y reconocido como desarrollo científico. Aunque de manera aislada también manifiesta que se puede hacer al contrario, primero elaborar una hipótesis y luego mirar si se ajusta o no al experimento, de no hacerlo, la construcción perdería importancia científica.

Para el profesor la experimentación juega un papel fundamental en la elaboración de la física, considerando que el experimento es el último juez, el experimento es visto como el camino hacia la "verdad", una fuente de conocimiento que se encuentra por encima de otras. A continuación, se presenta un comentario del docente al respecto de la experimentación:

Profesor: ...pero cuando usted no tiene asiento en la medición termina haciendo unas argumentaciones ni las berracas, pero no tienen asiento en la experimentación, por tanto, no terminan siendo pertinentes, pueden ser moderadas, coherentes, hiladas pero no pertinentes, porque no tiene asiento en la experimentación, por eso es importante hablar con datos y con hechos, ya después de esto, ahí sí comenzar con la argumentación, ahí sí sería un valor bastante particular del análisis cualitativo.

Las nociones epistemológicas emergentes sobre la física en la clase, jerarquizan esta elaboración con respecto a otras, por el hecho de tener como fuente de conocimiento a la experimentación, sin reconocer que esta también presenta limitaciones. Además, el profesor permite ver que, en el marco del conocimiento científico, valora principalmente los hechos y lo numérico, más que otros aspectos como las argumentaciones cualitativas. Por otro lado, en ocasiones en la enseñanza se manifiestan

nociones sobre la construcción científica, que no expresan su grado de complejidad en toda su dimensión, sin destacar los elementos que fueron necesarios para su elaboración, ni las dificultades para la aceptación de estos conocimientos. En general, se presentan concepciones limitadas sobre la construcción del conocimiento científico, y escasamente se motiva al estudiantado a abordar aspectos epistemológicos de la física.

Integración de aspectos culturalistas

La integración de aspectos culturalistas en la enseñanza de la FC es mínima. Las pocas asociaciones que hace el profesor corresponden a las aplicaciones del conocimiento científico en la cotidianidad, pero no manifiesta relación explícita entre la FC y la cultura.

Entre los aspectos que relacionan de manera explícita a la FC con la humanidad, el profesor acudió a las explicaciones que ha ofrecido este modelo como punto de partida para reflexionar sobre el problema energético de la civilización. Desde nuestro punto de vista consideramos que el favorecer estas reflexiones en la clase es destacable, ya que permite reconocer que el conocimiento científico no es aislado, sino que se encuentra en continua relación con aspectos de la vida, además, promueve en los estudiantes la toma de consciencia ambiental, algo importante para la formación de profesores de física. No obstante, esta dinámica de clase fue poco frecuente.

El profesor en sus explicaciones de manera implícita manifiesta que el conocimiento científico es un cuerpo de conocimiento jerárquico y transversal a cualquier contexto, que no es necesario ubicarlo en un marco cultural específico. Es decir, para el profesor las ciencias fueron consideradas un conocimiento universalista, válido y enseñable de manera similar para cualquier contexto sociocultural.

Trabajo de laboratorio

En general, en la enseñanza de la FC las prácticas de laboratorio fueron escasas, no obstante, se detectó que las realizadas se encuentran enmarcadas en la clase de física moderna, asignatura que aborda los temas introductorios de este conocimiento como: efecto fotoeléctrico, medición de la carga eléctrica del electrón, entre otros fenómenos de interacción radiación-materia. Sobre estos temas existe en la literatura un número importante de prácticas de laboratorio, que para el caso de la enseñanza de la física moderna a nivel universitario actualmente se consideran prácticas habituales (Cuesta Beltrán, 2018). Cabe destacar que en la clase de mecánica cuántica no se realizó ninguna sesión de laboratorio, quizá por la orientación principalmente algorítmica del curso.

La dinámica de las prácticas de laboratorio es la siguiente: el profesor con antelación genera el espacio de laboratorio y asigna el tema correspondiente a los grupos de trabajo. Los estudiantes de acuerdo al contenido asignado deben buscar cómo hacer su experimento, pues no cuentan con orientaciones escritas por parte del maestro, dando libertad a que cada grupo indague sobre qué medir, cómo medir, en general, qué hacer para llevar a cabo su laboratorio, sobre el que es necesario entregar un informe. Los estudiantes deben preparar su práctica, razón por la que tienen que verificar de manera anticipada que los equipos se encuentren en el laboratorio de la universidad, de no ser así, evaluar opciones para realizar una práctica con algunas modificaciones. El día de la sesión los estudiantes solicitan el material y comienzan a mirar que pueden realizar con éste, el profesor poco acompaña el trabajo de laboratorio, razón por la que los estudiantes tienen que enfrentarse a la calibración y ajuste de los equipos, para posteriormente usarlos. Debido a las especificaciones técnicas de los instrumentos, los educandos tienen que intentar configurarlos apoyándose en manuales, transcurriendo en esa tarea un tiempo importante,



Lema.

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

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

motivo por el que en muchas ocasiones los educandos deben asistir de manera autónoma al laboratorio para complementar la toma de datos necesarios. Al maestro se le preguntó sobre la razón del ocasional acompañamiento a los educandos en la práctica de laboratorio, y en términos generales responde lo siguiente: los estudiantes pronto serán profesores de física, en muchos colegios ellos son los encargados de evaluar que materiales hay, qué se puede medir con estos y qué prácticas se pueden llevar a cabo, motivo por el que deben ir aprendiendo a realizar esta tarea.

Fue habitual que el profesor explicara el tema y posteriormente asignara los contenidos de las prácticas de laboratorio, probablemente esperando que sus estudiantes ratificaran en el informe el modelo científico abordado en sesiones anteriores. Cabe destacar que en las sesiones de clase no se presentó el estudio de nuevos fenómenos a partir del trabajo experimental.

Sobre los recursos didácticos

La enseñanza del profesor de FC, presenta habitualmente la estructura metodológica magistral, donde el maestro expone y sus estudiantes escuchan, en esta son escasas las sesiones en las que se utilizan videos, simulaciones y diagramas para el estudio de los fenómenos, no obstante, cuando estos recursos se implementan, se manifiesta mayor participación de los estudiantes, y la exposición del maestro presenta matices diferentes que permiten aclarar mejor sus explicaciones. Sin embargo, en las clases poco se exploran otro tipo de recursos didácticos diferentes a los habituales.

El profesor manifiesta a sus estudiantes que es posible enseñar FC en el bachillerato, aconsejando prácticas experimentales con el uso de materiales cotidianos, sin embargo, no entra en detalles con respecto a su construcción y al desarrollo de la actividad, no obstante, esta iniciativa podría ser de utilidad para el futuro próximo de sus estudiantes.

Sobre clima escolar

Es constante que el profesor trate con respeto y amabilidad a los estudiantes, en general, procura una sana convivencia. Cuando tiene que llamar la atención a sus educandos lo hace de manera puntual y respetuosa. El profesor demuestra que reconoce la importancia de un buen clima de aula para la enseñanza de la FC.

Sobre el proceso de evaluación

El profesor al inicio de los cursos socializa y ajusta con la participación de sus estudiantes los criterios a evaluar. Evaluación que a lo largo del proceso es principalmente discontinua. Recordemos que los cursos se encuentran divididos en tres cortes, solicitando a los educandos en cada uno de estos las siguientes actividades: En física moderna (taller de ejercicios y consultas, informe de laboratorio y prueba escrita), en mecánica cuántica (taller de ejercicios y consultas, y prueba escrita). En general, la práctica de enseñanza del maestro de FC poco explora diferentes recursos de evaluación.

A lo largo del curso predomina la heteroevaluación, no obstante, fue interesante encontrar que en la revisión del taller de ejercicios y consultas el profesor también realiza autoevaluación. El taller principalmente está compuesto por actividades con fundamentación algorítmica. Se destaca que en la revisión del mismo el profesor realiza comentarios sobre el trabajo de forma personalizada a los estudiantes. Por otro lado, en el caso de los laboratorios de física moderna se evaluó el informe, en el que se tuvo en cuenta el desarrollo metodológico, la organización de la información, la estimación de errores, el análisis y las conclusiones. No se evaluaron aspectos procedimentales de los estudiantes en el acto de la práctica, ni sus actitudes frente a este trabajo científico.

Las pruebas escritas se realizan exclusivamente al finalizar el corte, estas presentan orientación algorítmica, solicitando resolución de ejercicios, los puntos que las componen utilizan de manera habitual los siguientes verbos: encontrar, expresar, calcular, construir y mostrar. Se detecta dedicación en la elaboración de los exámenes, procurando que su estructura sea organizada, manifestando claramente los criterios de evaluación. En las pruebas son ausentes las situaciones en contexto, así como las componentes histórica, epistemológica y culturalista de este conocimiento. Además, escasamente exploran orientación conceptual. Sin embargo, se destaca que en este tipo de evaluación solamente se pregunta sobre los temas vistos en clase. El profesor ocasionalmente acude a procesos de retroalimentación, que corresponden a un par de comentarios sobre la prueba escrita.

Conclusiones

Entre los múltiples aspectos detectados en la enseñanza, puntualmente sobresale que el profesor toma posición como portavoz de las autoridades científicas y expone sus productos de conocimiento de manera rigurosa, con fundamentación conceptual pero principalmente bajo la orientación algorítmica, manifestando en clase que la física intenta modelar fenómenos sin lograr explicarlos en su totalidad, no obstante, para él, la física por ser un saber fundamentado en los experimentos, y apoyado bajo el lenguaje matemático, se encuentra situada en un nivel jerárquico con respecto a otros saberes. Así mismo, en la práctica de aula es escasa la integración de la historia y la epistemología de la FC, y es prácticamente ausente las visiones culturales de la física. Es de destacar que con base a este diagnóstico se elaborarán estrategias de intervención para favorecer cambios didácticos en el profesor.

Referencias bibliográficas

- Bardin, L. (1996). *El análisis de contenido*. (C. Suárez, Trad). Madrid, España: Ediciones Akal.
- Cuesta Beltrán, Y. J. (2018). Estado del arte: tendencias en la enseñanza de la física cuántica entre 1986 y 2016. *Tecné Episteme Y Didaxis: TED*, (44), 147-166
- Eisberg, R., y Resnick, R. (2013). *Física cuántica. Átomos, moléculas, sólidos, núcleos y partículas*. México D.F., México: Limusa Wiley.
- Fanaro, M. (2009). *La Enseñanza de la Mecánica Cuántica en la Escuela Media* (tesis doctoral). Universidad de Burgos, Burgos, España.
- Furió, C., Gil, D., Pessoa de Carvalho, A., y Salcedo, L. (1992). La formación inicial del profesorado de educación secundaria: papel de las didácticas especiales. *Investigación en la Escuela*, 16(1), 7-21.
- Izquierdo Aymerich, M., García Martínez, A., Quintanilla Gatica, M., y Adúriz-Bravo, A. (2016). Historia, filosofía y didáctica de las ciencias: Aportes para la formación del profesorado de ciencias. Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Johansson, A. (2018). Undergraduate quantum mechanics: lost opportunities for engaging motivated students? *European Journal of Physics*, 39(2), 1- 16.
- Marshman, E., y Singh, C. (2017). Investigating and improving student understanding of the probability distributions for measuring physical observables in quantum mechanics. *European Journal of Physics*, 38(2), 025705.



Lema.

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

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

-
- Martínez, C. A. (2017). Ser maestro de ciencias: productor de conocimiento profesional y de conocimiento escolar. Bogotá D.C., Colombia: Universidad Distrital Francisco José de Caldas
- Mosquera, C. (2008). *El cambio en la epistemología y en la práctica docente de profesores universitarios de química* (tesis doctoral). Universidad de Valencia, Valencia, España.
- Mosquera Suárez, C. J., y Furió-Más, C. (2008). El cambio didáctico en profesores universitarios de química a través de un programa de actividades basado en la enseñanza por investigación orientada. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*. 22(1), 115-154.
- Perafán, A. (2015). *Conocimiento profesional docente y prácticas pedagógicas. El profesorado como productor de conocimiento disciplinar-profesional*, Bogotá D.C., Colombia: Editorial Aula de Humanidades.
- Porlán, R., y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*, Sevilla, España: Díada.
- Shankar, R. (1994). *Principles of quantum mechanics*. New York, EEUU: Kluwer academic.
- Zapata, J. (2017). *El contexto profesional en la enseñanza del electromagnetismo desde una perspectiva histórica en programas universitarios diferentes: implicaciones para el cambio didáctico* (tesis de doctorado). Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá D.C., Colombia.