



CARACTERIZACIÓN DE LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA RELATIVISTA, CASO: DEPARTAMENTO DE NARIÑO

Autores. Robinson Javier Salgado Fino 1. Andrés Eduardo Gavilanes Santander 2. Zulma Estela Muñoz Burbano 3. Universidad de Nariño, yovathsalgado@gmail.com 1. Universidad de Nariño, gavifalcon@yahoo.com.mx 2. Zulma Estela Muñoz Burbano, Universidad de Nariño, zulmamu0706@hotmail.com 3.

Tema. Eje temático 5.

Modalidad. 1. Avances de investigación: Nivel educativo secundaria.

Resumen. Esta comunicación presenta los avances de la investigación sobre la caracterización de la enseñanza de la Teoría Especial de la Relatividad (TER) con relación al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) en las instituciones de educación secundaria del Departamento de Nariño. En el desarrollo de este estudio se aplicará una encuesta dirigida a docentes, con el fin de recolectar información sobre el proceso educativo. Se puede concluir que la enseñanza de la TER es relevante en la educación secundaria no solo desde una perspectiva propedéutica, sino porque permite conectar con el CDC, además, estos temas generan interés en los estudiantes, pero los EBC y los DBA para física de grado décimo y undécimo no integran los tópicos de física moderna y por tanto no contemplan la enseñanza de la TER.

Palabras claves: Enseñanza, Teoría Especial de la Relatividad (TER), Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC).

Introducción

El proceso de enseñanza de la física se ha visto obstaculizado, debido a que en el sistema educativo todavía perdura el imaginario de que la física es excesivamente difícil de aprender (Solbes, Montserrat, & Furió, 2007). Son muchos los factores que se pueden relacionar con esta visión. Uno de ellos, puede referirse a la formación de los docentes que trabajan asignaturas como Física, pues no necesariamente se han formado como docentes. En el departamento de Nariño, donde en la actualidad no existe la Licenciatura en Física, por lo que en la práctica se encuentran profesionales de áreas como: físico puro, ingenieros electrónicos o ingenieros civiles que se han vinculado al sistema educativo colombiano y de quienes consideramos importante caracterizar el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), relacionado con la Teoría Especial de la Relatividad (TER).

Lo anterior, cobra importancia por cuanto se pueden generalizar prácticas donde el maestro es un expositor de temas y transmisor de conocimientos (Benavides, Bolaños, Portilla, & Riascos, 2014), convirtiendo al estudiante en un ente pasivo, que no se involucra de una manera activa en el proceso, más que en aceptar todo lo que escucha. Además, puede darse que el desarrollo de las clases va acompañado de ejemplos y problemas habituales, los cuales son repetitivos, que no involucran el contexto en el cual se desarrolla el proceso, esto indica que nos hemos quedado estancados en el tiempo y el estudiante o hasta el profesional recién graduado, no físico, se muestra perplejo ante las imágenes televisivas o noticias periodísticas, relacionadas con la física contemporánea (Villareal, Lobo, Gutiérrez, Briceño, & Rosario, 2005).

Por ejemplo, "si un estudiante ha escuchado hablar sobre agujeros negros, partículas, velocidad de la luz, metamateriales, fotónica, semiconductores, superconductividad o sobre antimateria ha sido a través de series de televisión" (Buitrago, 2019), películas de ciencia ficción o en internet y no en sus clases de física del colegio o universidad, siendo esta física fue desarrollada

hace 100 años con aplicaciones actuales (Ostermann & Moreira, 2000), esto conlleva al bajo interés y desmotivación por el estudio de la física en los estudiantes, dada la falta de conexión con la vida diaria y por lo que les resulta inactiva (Villareal et al., 2005).

Esto debe ser motivo de cambio en la realidad educativa del aula, ya que los avances científicos son fundamentales y necesarios para entender la realidad. No obstante, en la escuela, la física clásica de Newton y Maxwell, tiene un lugar privilegiado entre los docentes y por supuesto en el currículo; lo cual causa que la física moderna sea presentada de una forma superficial y en algunos casos ni siquiera se presente un acercamiento a ella, en total contraste con la importancia que tiene en el desarrollo científico y tecnológico (Macías, 2014). En Colombia, la enseñanza de la física moderna y contemporánea, presenta grandes dificultades, ya que, realmente en los salones de clase de la educación básica y media no se enseña la ciencia moderna (Muñoz, Ramos, & Marmolejo, 2019).

Desde esta perspectiva, quizá una de las primeras preguntas a formularnos sería: ¿Se justifica la enseñanza de la Teoría de la Relatividad en la Educación Secundaria en Colombia? La respuesta, sin duda es sí. La introducción del tópico de física moderna y contemporánea, tal como es el caso de Teoría de la Relatividad (TR), en la educación secundaria, suscita en los educandos una perspectiva más correcta del desarrollo de la ciencia y la tecnología, además, permite canalizar el interés de los estudiantes por estas, adicionalmente, da la posibilidad de trazar diferencias epistemológicas y de validez entre la física clásica y la contemporánea (Pérez & Solbes, 2003), De igual manera, la enseñanza de la Teoría de la Relatividad facilita la comprensión de los conceptos de espacio, tiempo y energía (Tarín, 2000).

Partimos de la idea que la física clásica, es absolutamente necesaria para la comprensión de los fenómenos naturales que a diario somos testigos. Sin embargo, los conceptos de espacio, tiempo y energía, no pueden seguir siendo enseñados desde la física clásica, porque su enseñanza sería limitada, escasa y acrítica. Buitrago (2019) menciona que al enseñar la física moderna se estimula la curiosidad del estudiantes y que es preciso que los educandos tengan acercamiento con la física que se desarrolló a inicios del siglo XX, ya que, ésta los incentiva a la elección de carreras científicas, además, las dificultades que puede presentar el proceso educativo de la física moderna no son muy diferentes a las de la clásica (Buitrago, 2019); De ahí, la importancia de una enseñanza del tiempo en el que vivimos, no detenida en los siglos pasados y, claro está, inspirada en el contexto.

Lo anterior nos permite advertir que en el proceso de enseñanza de la física se deben incluir y desarrollar los contenidos referentes a física moderna en las instituciones educativas de educación media (Ostermann & Moreira, 2000), ya que estos ayudarían a motivar e interesarían a los estudiantes, despertando en ellos una perspectiva de lo importante que es esta área de las ciencias en su diario vivir (Solbes, 2013).

Esto nos lleva a preguntarnos ¿Cómo se desarrolla el proceso de enseñanza de la física moderna, más específicamente de la Teoría Especial de la Relatividad (TER) en las instituciones educativas del departamento de Nariño?

Para el desarrollo de esta pregunta, nos planteamos el siguiente Objetivo General: Caracterizar el proceso de enseñanza de la física moderna en el caso específico de la TER en las instituciones educativas del Departamento de Nariño y su incidencia en el aprendizaje. Este objetivo, a su vez nos lleva a plantearnos una Primera hipótesis: los docentes de Física del Departamento de Nariño, no trabajan Teoría Especial de la Relatividad y los que lo hacen, presentan errores en su enseñanza o esta es escasa.

Para desarrollar esta hipótesis, los objetivos específicos planteados son: Establecer el conocimiento didáctico general de los docentes de física del Departamento de Nariño en relación a la Teoría Especial de la Relatividad (TER) y el conocimiento del contexto y Establecer el conocimiento didáctico del contenido de los docentes de física en relación a la TER. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, en la primera fase de investigación, se considera que es posible plantear algunos lineamientos didácticos y conceptuales que permitan articular esta temática en la educación secundaria desde la enseñanza de la física.

Referente conceptual

En la actualidad, la física es una rama de las ciencias empírico-analíticas de gran importancia para la humanidad, ya que los avances científicos han formado parte fundamental de la mayoría de innovaciones y avances tecnológicos que influyen en el diario vivir (Redondo, 2005). Desde esta perspectiva, es necesario que los estudiantes adquieran o refuercen los conocimientos referentes a esta asignatura, para comprender de mejor manera el funcionamiento y el porqué de algunos procesos o fenómenos que se presentan en la naturaleza.

La Teoría de la Relatividad, junto con la Teoría Cuántica hacen parte de la nueva ciencia que se originó a inicios del siglo XX. La Teoría Especial de la Relatividad (TER) que constituye una parte de la TR es importante por cuanto: permite una visión crítica de cómo se construye la ciencia, por lo cual, es necesario un proceso de enseñanza fundamentado y contextualizado. Como una de las formas de atender a una enseñanza rigurosa y en contexto, además, el docente debe tener un conocimiento profesional como lo denominó Shulman (1983), el cual se describe según Grossman (1990) en 4 grupos de conocimiento: didáctico general, del contenido, didáctico del contenido y conocimiento del contexto (Acevedo, 2009).

Lo anterior, lleva a cuestionarnos si realmente se está enseñando lo que se debería enseñar, si se está formando a los estudiantes para la época en la que están viviendo y en prospectiva la necesidad de analizar e interpretar qué sucede en el proceso de enseñanza de la física. El enseñar física moderna es algo indispensable en la educación media, como lo mencionan Pérez y Solbes (2006):

El enseñar la física moderna permite reflexionar acerca de la creación de la ciencia y la evolución de conceptos, además, proporciona un marco de validez general para la forma de las leyes físicas, facilita una mayor comprensión de la física clásica al mostrar los límites de validez de sus principales conceptos: espacio, tiempo, masa, cantidad de movimiento, energía, ilustra acerca de las relaciones física-cultura-sociedad, la importancia en el pensamiento filosófico y en la cultura general, de la teoría (y sus mistificaciones) se prolonga hasta hoy, y por último y no menos importante, por el interés que manifiestan los alumnos, ya que la relatividad cuestiona los conceptos básicos de tiempo y espacio. (pág. 2)

Adicionalmente para que se presente un proceso de enseñanza idóneo y completo, el docente debe contar con: un conocimiento de la naturaleza de la ciencia (NdC), que se considera un contenido clave en las recientes reformas de la enseñanza de las ciencias implantadas en diversos países del mundo. La investigación en didáctica de las ciencias naturales, nos ofrece un prolijo marco conceptual, a la luz del que caracterizaremos la enseñanza de la Teoría de la relatividad Especial en el departamento de Nariño, este marco se suscribe dentro de los aportes de Shulman en lo referido al Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC), el cual es un elemento central del conocimiento del profesor y resulta fundamental hoy para promover el desarrollo profesional del profesorado de ciencias (Acevedo, 2009).

Para esta investigación, se toma como marco conceptual el CDC de Shulman, el cual consideramos que es un marco flexible, amplio, que permite caracterizar la enseñanza de la Teoría de la Relatividad Especial y que además aporta elementos fundamentales a la hora de diseñar una secuencia de enseñanza que permita superar los problemas detectados en la investigación.

Lo que Shulman (1987) propuso, fue centrar la atención en el pensamiento del profesor sobre la enseñanza del contenido de la asignatura. Consideramos, está la principal característica de la teoría y que se ajusta a los objetivos de esta investigación, ya que, no es lo mismo enseñar un contenido determinado que otro, para ello, hay que tener en cuenta que toda actividad educativa tiene como respaldo una serie de creencias y teorías implícitas que forman parte del pensamiento del profesor y que orientan sus ideas sobre el conocimiento, la construcción de su enseñanza y su aprendizaje.

La noción de CDC se refiere a los modos en que los docentes comprenden y representan los temas disciplinares a los estudiantes, además, es un importante cuerpo de conocimiento, fundamental para la enseñanza de un saber particular y que se debe configurar como una de las contribuciones más poderosas y actuales de la investigación didáctica para la formación del profesorado (Valbuena, 2007).

Para Shulman (1987), el proceso docente propiamente dicho se inicia cuando el profesor empieza con una planificación de su actividad, en el que se conjugan no solo contenidos, sino actividades e incluso se proyectan cuestionamientos y dificultades. Todo lo anterior, conjugado con el conocimiento tanto de didáctica general como del contexto de trabajo, genera que lo que docente puede especificar para su enseñanza, evaluación, reflexión y nueva comprensión para el futuro, con lo que se reiniciará otra vez un ciclo de reflexión (Acevedo, 2009, pág. 3).

Como lo menciona Grossman (como se citó en Martínez, 2009) “uno de los primeros desafíos que enfrentan los profesores principiantes se refiere a las transformaciones de su conocimiento disciplinar en una forma de conocimiento que es apropiada para los estudiantes y específica para la tarea de enseñanza” (pág. 9). De aquí el principal valor del CDC, ya que, brinda la posibilidad al profesor de integrar todos estos componentes, puesto que está debe entenderse de manera holística, el cual tiene un desarrollo que está ligado sobre todo a la práctica docente y la reflexión de la misma. Y teniendo en cuenta la realidad descrita, al inicio, en que no todos los docentes son licenciados, el CDC hace que un conocedor de un tema se vuelva experto en el mismo, ya que, no solo se debe conocer el tema a dictar (contenido), sino también de epistemología del área, de didáctica, del contexto y del curriculum, los cuales se integran en su quehacer.

Diseño metodológico

La investigación se ha planteado como una investigación mixta, en la que predomina el enfoque cuantitativo. Para el desarrollo de la misma, se han diseñado dos hipótesis, que marcan el proceso investigativo. La Primera Hipótesis, describe una enseñanza escasa de la Teoría de la Relatividad Especial y la Segunda Hipótesis busca la intervención en el fenómeno descrito y caracterizado en la primera fase de la investigación.

Para lograr los objetivos propuestos en esta investigación, se utilizará, en primera instancia un análisis documental de los estándares curriculares propuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN), y para la caracterización de la enseñanza: la aplicación de encuestas a docentes en ejercicio del área de física de los grados décimo y once de instituciones educativas del sector oficial del departamento de Nariño. La muestra proyectada para tal fin, es intencional con lo cual se intenta disminuir los sesgos (Hueso & Cascant, 2012), por lo que al momento se proyectan al menos 30 docentes entrevistados.

El instrumento diseñado ha sido validado por un grupo de expertos (Hueso & Cascant, 2012), y se aplica con el fin de indagar, identificar, analizar y describir los principales acontecimientos que intervienen en el proceso de enseñanza de la física relativista. El grupo de expertos conformado por un doctor en física, dos doctores con experiencia en investigación didáctica, 3 docentes en ejercicio con experiencia en investigación didáctica y 3 docentes en ejercicio de la enseñanza de la física en educación secundaria, se han pronunciado manifestando que el instrumento es claro, pertinente y que busca develar conceptos relacionados con la investigación.

Teniendo en cuenta que el Conocimiento Didáctico del Contenido, nos permite relacionar el conocimiento disciplinar y la manera cómo pudiera ser explicado y llevado al contexto del aula, algunas de las preguntas que constituyen una parte del cuestionario se presentan a continuación:

¿Considera conveniente la enseñanza de la Teoría de la Relatividad Especial (TER) en la educación secundaria de nuestro país?

Cómo enseña: ¿que el movimiento afecta la luz?,

Cómo enseña: ¿Qué el tiempo y el espacio no son absolutos?,

Cómo enseña: ¿que el tiempo no es universal?,

Cómo enseña: ¿que la masa es energía?,

Cómo enseña: ¿por qué ningún cuerpo viaja a la velocidad de la luz?

Para conocer aspectos epistemológicos de la enseñanza, le preguntamos: ¿Cómo trabaja con sus estudiantes el papel del científico y del contexto en el desarrollo de la ciencia?, ¿qué aporta el experimento de Michelson y Morley en la enseñanza de la TER?, ¿cómo trabaja con sus estudiantes una frase muy común: “Todo es Relativo”?, ¿qué contradicciones trabaja con sus estudiantes de la TER con respecto a la Física Newtoniana?, ¿cómo trabaja el papel de la medición y de la observación?

Una vez se obtienen los resultados del instrumento, se analizan desde el Conocimiento Didáctico del contenido, para caracterizar la enseñanza y establecer las dificultades que se puedan presentar en ella. El desarrollo descrito permite confrontar la primera Hipótesis, pero, además fundamenta los elementos necesarios para la estructuración de lineamientos didácticos y epistemológicos que permiten intervenir el fenómeno analizado.

Estándares Básicos de competencias para física

El análisis preliminar, realizado a los lineamientos curriculares propuestos por el MEN, y que a su vez constituyen orientaciones pedagógicas y conceptuales que estipulan los fundamentos pedagógicos y epistemológicos que sustentan la enseñanza de las ciencias naturales en Colombia, señalando los “horizontes deseables” para la enseñanza y el aprendizaje en ciencias naturales (MEN, 1998, pág. 4) permite inferir que: en ellos no hay una referencia directa a la ciencia Moderna y Contemporánea, al papel que esta juega en el desarrollo de los pueblos y a su enseñanza (Solbes, Muñoz, & Ramos, 2019). Este vacío se ve reflejado en que para grado décimo y once en el apartado de “Entorno Físico” / “Procesos Físicos”, se relacionan los siguientes temas:

Movimiento rectilíneo uniforme, leyes de Newton, conservación de la energía mecánica, transformación de la energía mecánica en energía térmica, centro de masa, conservación del momento lineal e impulso, fluidos, atracción gravitacional,

campo gravitacional y ley de gravitación universal, fuerzas macroscópicas y electrostáticas, voltaje, circuitos eléctricos, relaciones entre campo gravitacional y electrostático y entre campo eléctrico y magnético (MEN, 1998). Lo cual constituye una muestra de que los documentos rectores de la enseñanza no motivan, no estipulan la enseñanza de la física moderna. Entendemos que estos documentos, son una referencia y que el docente tiene la potestad de tomarlos solo como base, de tal manera que pueda profundizar y ampliar lo ahí planteado.

Sin embargo, es claro que se necesita que estos documentos sean actualizados y respondan la una visión más acorde de la ciencia moderna (Solbes, Muñoz, & Ramos, 2019), ya sea entendida como química o física moderna, dentro de la cual la Teoría de la Relatividad, juega un papel fundamental. Esto es congruente con las investigaciones que plantean la poca importancia dada a estos temas, pese a que los requerimientos sociales e intelectuales de esta época dependen de conceptos como la relatividad entre otros (Moreira, 2012), conceptos que potencializan una enseñanza en contexto.

Conclusiones

La enseñanza de la física, en las instituciones de educación secundaria, no puede quedar anquilosada en el pasado. No está en discusión la importancia de enseñar la física clásica, pero es necesario avanzar a tópicos de física moderna y contemporánea. La teoría de la Relatividad, como parte de la Física Moderna, es un espacio de conocimiento científico que se debería abordar en las aulas de educación secundaria.

Los estándares Básicos de Competencia, propuestos por el MEN para la enseñanza de la física en los grados décimo y once, no señalan ni promueven la enseñanza de la Teoría de la Relatividad, lo cual constituye una omisión que pone en evidencia una enseñanza escasa de esta Teoría que por ende limita el aprendizaje de los estudiantes.

La enseñanza de la Teoría de la Relatividad, no solo es importante porque permite conocer aspectos fundamentales del conocimiento científico de inicios del siglo XX, como son espacio, tiempo, sino que, por ser presentados en documentales, series y películas, despiertan un gran interés en los estudiantes, generando además una motivación por el aprendizaje contextualizado de las ciencias naturales. por otra parte, permiten conectar aspectos de Ciencia, tecnología y Sociedad. Esto facilita trabajar con los estudiantes una visión crítica del conocimiento científico.

Referencias Bibliográficas

- Acevedo, A. J. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (i): el marco teórico. *Rev. Eureka Enseñ. Divul. Cien.*, pp. 21-46.
- Benavides, D. C., Bolaños, Y., Portilla, L. J., & Riascos, L. A. (2014). Estrategia didáctica basada en la indagación para la enseñanza de las ciencias naturales y la educación ambiental, que promueva el desarrollo de competencias científicas en los estudiantes de grado quinto-dos de la I. E. M. Liceo Central de. (Tesis pregrado). *Universidad de Nariño*. Pasto, Nariño, Colombia.
- Buitrago, A. M. (4 de Septiembre de 2019). *Es tiempo de enseñar física moderna en los colegios*. Obtenido de El mundo.com: <https://www.elmundo.com/noticia/-Es-tiempo-de-enseñar-física-moderna-en-los-colegios-/377511>
- Hueso, A., & Cascant, J. (2012). *Metodología y técnicas cuantitativas de investigación*. Valencia: Universidad politécnica de Valencia.

- Macias, C. (2014). La experimentación mental en la formación de maestros de ciencias: Una alternativa para la enseñanza de la física moderna en la escuela. (*Tesis Pregrado*). Universidad de Antioquia. Medellín, Antioquia, Colombia.
- Martínez, C. A. (Diciembre de 2009). El conocimiento profesional de los (as) profesores (as) de ciencias: algunos aspectos centrales en el desarrollo de la línea de investigación. *Enseñanza de las ciencias*.
- MEN. (1998). Serie lineamientos curriculares Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Colombia.
- Muñoz, Z., Ramos, G., & Marmolejo, G. (2019). Teoría de la relatividad perspectivas docentes sobre su enseñanza. (Presidencia). 1er. Congreso Internacional en Educación y Formación de Educadores. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, Nariño, Colombia.
- Ostermann, F., & Moreira, M. (2000). Física contemporánea en la escuela secundaria: una experiencia en el aula involucrando formación de profesores. *Enseñanza de las ciencias*, 391-404.
- Pérez, H., & Solbes, J. (2003). Algunos problemas en la enseñanza de la relatividad. *Enseñanza de las ciencias*, 135-146.
- Pérez, H., & Solbes, J. (2006). Una propuesta sobre enseñanza de la relatividad en el bachillerato como motivación para el aprendizaje de la física. *Enseñanza de las ciencias*, 269-284.
- Redondo, C. M. (2005). Enseñanza de la física y la química en Europa: análisis comparativo de los sistemas educativos. En s. d. Madrid, *Didáctica de la física y la química en los distintos niveles educativos* (págs. 15-23). Madrid: Gabriel Pinto Cañon.
- Solbes, J. (2013). ¿Física contemporánea o física para la ciudadanía? *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 9-17.
- Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales.*, 91 - 117.
- Solbes, J., Muñoz, Z., & Ramos, G. (2019). Enseñanza de la estructura atómica de la materia en Colombia. *Revista Historia De La Educación Colombiana*, 22(22), 117-140, <https://doi.org/10.22267/rhec.192222.54>.
- Tarín, F. (Enero de 2000). . «El principio de conservación de la energía y sus implicaciones didácticas». (*Tesis doctoral*). Universidad de València. Valencia, España.
- Valbuena, E. O. (2007). El conocimiento didáctico del contenido biológico: estudio de las concepciones disciplinares y didácticas de futuros docentes de la universidad pedagógica nacional (colombia). (*Memoria Doctoral*). Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.
- Villareal, M., Lobo, H., Gutierrez, G., Briceño, J., & Rosario, J. &. (2005). La enseñanza de la física frente al nuevo milenio. *Academia*.