

RECIBIDO EL 11 DE SEPTIEMBRE DE 2021 - ACEPTADO EL 12 DE OCTUBRE DE 2021

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ENSEÑANZA DE LA CIENCIA

THE NEW TECHNOLOGIES IN THE TEACHING OF SCIENCE

Pastor Ramírez Leal¹

Erika Alejandra Maldonado Estevez²

William Rodrigo Avendaño Castro³

RESUMEN

El artículo pretende incentivar el aprendizaje por intermedio de la ciencia con la utilización de las nuevas tecnologías, con la aplicación de la estrategia metodológica de enseñanza aprendizaje STEM, con preguntas disparadoras o incentivadoras y en conjunto con la teoría Antropológica de lo Didáctico. Se implementaron en estudiantes de 10 grado de una institución pública de Cúcuta, Colombia, con el objetivo de desarrollar nuevas formas de forjar ciencia. El proyecto tuvo un enfoque cualitativo descriptivo, y como herramientas tecnológicas se utilizó la aplicación *Physics Toolbox Sensor Suite* en el teléfono inteligente, así como el programa GeoGebra. Se presentaron resultados de motivación y entusiasmo en los estudiantes al sentirse partícipes de la construcción de su propio aprendizaje.

¹ Magister en Educación Matemática. Facultad de Ciencias Básicas. UFPS. E-mail: pastorramirez@ufps.edu.co, Or-cid: <http://orcid.org/0000-0003-3469-5325>

² Magister en Práctica Pedagógica. Facultad de Educación, Artes y Humanidades. UFPS. E-mail: erikaalejandrame@ufps.edu.co, Or-cid: <https://orcid.org/0000-0003-1323-8563>

³ Doctor en Ciencias Sociales y Humanas. Facultad de Ciencia Empresariales. UFPS. E-mail: williamavendano@ufps.edu.co, Or-cid: <https://orcid.org/0000-0002-7510-8222>

PALABRAS CLAVE: estrategia STEM, teoría antropológica de lo didáctico, teléfono inteligente.

ABSTRACT

The article aims to encourage learning through science with the use of new technologies, with the application of the STEM teaching-learning methodological strategy, with triggering or encouraging questions and in conjunction with the Anthropological Didactic theory. They were implemented in 10th grade students from a public institution in Cúcuta, Colombia, with the aim of developing new ways of forging science. The project had a descriptive qualitative approach, and the Physics Toolbox Sensor Suite application on the smartphone, as well as the GeoGebra program, were used as technological tools. Motivation and enthusiasm results were presented in the students when they felt involved in the construction of their own learning.

KEYWORDS: STEM strategy, anthropological theory of the didactic, smartphone.

INTRODUCCIÓN

El proceso de enseñanza y aprendizaje de las

ciencias en el aula que actualmente incluye el uso de herramientas tecnológicas, concibe al alumno como un actor activo en su aprendizaje donde el profesor asume el papel de orientador para fortalecer el desarrollo de las competencias científicas a través de la interdisciplinariedad, pero para ello es necesario cambiar el enfoque pedagógico tradicional, que requiere un aprendizaje mecánico sin sentido para los estudiantes por una pedagogía que proponga que los estudiantes descubran y construyan sus conceptos a partir de procesos de investigación (Hernández-Silva & Tecpan, 2017; Contreras Ramírez Paris, Ramírez Paris Colmenares & Hernández Vergel, 2019).

El enfoque descrito por López-Rivera (2015), que pretende experimentar en el aula, una pedagogía diferente a la tradicional, apoyada en un enfoque de enseñanza de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (STEM) y el aprendizaje en el “cuestionamiento del mundo”. Para ello, se diseña una experiencia didáctica que se inicia con una pregunta desencadenante como recurso didáctico (Contreras- Colmenares y Jiménez-Villamarín, 2020), en la que se averigua qué tipo de relación existe entre la luminiscencia que irradia un foco y su distancia. Para ello, los alumnos deben realizar un experimento utilizando los smartphones para registrar los pares de datos encontrados experimentalmente que relacionan la distancia de la luz con un foco, para luego modelizarlos mediante diversas aplicaciones de libre acceso, y así contrastar el modelo funcional encontrado, con la ley física de la inversa del cuadrado a la distancia.

El estudio se enmarca en la teoría antropológica de la didáctica (TAD) propuesta por Chevallard (2012; 2007), que propone abordar los contenidos curriculares, especialmente la física, desde la búsqueda de respuestas a preguntas. Esto se logra a través de un contraste entre el paradigma de la enseñanza,

llamado “monumentalización del conocimientos y pérdida de sentido de las cuestiones estudiadas” por una pedagogía que denomina “de investigación y cuestionamiento del mundo”. Para ello, propone la implementación de un dispositivo didáctico que se organiza en torno a una pregunta desencadenante, abierta y sin límites, seleccionada por el profesor, que tiene el potencial de generar estudio y construcción por parte de los alumnos.

El enfoque de la educación STEM, que se refiere a la agrupación de grandes áreas de conocimiento en las que trabajan los científicos e ingenieros. El propósito es desarrollar una nueva forma de enseñar las ciencias, las matemáticas y la tecnología de forma conjunta, centrada en la resolución de problemas tecnológicos (Arabit & Prendes, 2020). Esta enseñanza transdisciplinar en la que el alumno aprende conocimientos de forma integrada, conectando conceptos de diferentes disciplinas, les permite apropiarse de la metodología con la que se desarrolla la ciencia a través de la exploración, la indagación, el planteamiento de hipótesis y conjeturas, para encontrar soluciones y finalmente validarlas (Rincón et al., 2020; Rincón-Álvarez et al., 2019; Prada et al., 2018).

En este enfoque, el uso de la tecnología es fundamental tanto para acceder a la información que se convertirá en conocimiento, como para promover el desarrollo de la creatividad y la capacidad de innovación (Martín & Santaolalla, 2020); el enfoque STEAM es ya que el proceso de enseñanza y aprendizaje se centra en el alumno como constructor de su propio conocimiento a través de la participación en equipos de trabajo para resolver problemas en el contexto que les rodea ellos, integrando los conceptos de ciencia, tecnología, matemáticas para la solución de los problemas (García et al., 2017).

METODO

La metodología aplicada es cualitativa a nivel descriptivo ya que el objetivo es describir el dispositivo didáctico diseñado, contextualizado e implementado para estudiantes de décimo grado, desarrollado en cuatro fases. La fase 1 se inicia con la presentación individual o grupal de la pregunta que desencadena el dispositivo didáctico; luego, en la fase 2, los estudiantes se dirigen al laboratorio de física donde deben realizar el experimento; en la fase 3, se realiza el experimento utilizando una aplicación de simulación de libre acceso. Por último, en la fase 4, se realiza un debate final para responder a la pregunta desencadenante e informar sobre lo realizado en las fases anteriores. Para el dispositivo didáctico utilizado en este estudio, se presentan claramente los siguientes resultados en la sección de resultados.

POBLACIÓN Y MUESTRA

La población se toma como la totalidad de los estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública, tomando como muestra no probabilística los 35 estudiantes del aula matutina, caracterizados por tener edades que oscilan entre los 15 años y los 17 años.

INSTRUMENTO

Como instrumentos de apoyo para esta investigación se consideraron los recursos tecnológicos utilizados por los estudiantes, como los teléfonos inteligentes, una aplicación que aprovecha los sensores de los teléfonos inteligentes para registrar datos como parte de la simulación.

ANTECEDENTES CONCEPTUALES

Los contenidos físicos abordados por el proyecto son los métodos y fenómenos utilizados para medir la intensidad de la luz o fotometría enmarcados en los estudios de óptica (Rex & Wolfson, 2011). La ley del cuadrado inverso de

la distancia, que establece que cualquier fuente de luz que irradie su influencia luminosa por igual en todas las direcciones, sin límite de alcance, se regirá por esta ley, Ecuación (1).

$$E = I/d^2 \quad (1)$$

En otras palabras, E es la iluminancia y los lux son su unidad (lx), mientras que la medida de la intensidad luminosa I se mide en candelas (cd) y d es la distancia en metros (m). La ley del cuadrado inverso se aplica a diversos fenómenos y campos de la física, como las fuentes puntuales de fuerzas gravitatorias, el campo eléctrico, la luz, el sonido o la radiación. Y en cuanto a la modelización matemática, se trata de coordenadas cartesianas, la función del modelo funcional, así como el método de los mínimos cuadrados, que permite partir de una lista de pares ordenados (xi, yi) para obtener una modelización que minimice la suma de los cuadrados de las diferencias (yi - f(xi)).

Dentro de los objetivos del artículo, se buscó desarrollar la teoría antropológica de la didáctica en un curso de educación media técnica de décimo grado en un colegio público a través de la enseñanza investigativa, implementando una metodología de estudio STEM que articula las áreas de física y matemática.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

La investigación se lleva a cabo mediante la ejecución de una serie de fases que han sido organizadas lógicamente. Esta primera fase comienza con una pregunta motivadora o disparadora: ¿cómo regula el fotógrafo la iluminación de la cámara? Los alumnos se organizan en equipos de trabajo de cinco estudiantes, para lo cual se les plantean otras preguntas que guían el proceso de preconcepción y profundización antes de entrar en el laboratorio, tales como: ¿qué es la intensidad de la luz o intensidad luminosa? cómo se mide la intensidad de la luz y cuáles

son las unidades de medida, qué ocurre con la intensidad de la luz cuando nos alejamos o acercamos a una bombilla y qué ciencia estudia

los efectos de la intensidad de la luz. En la Tabla 1 las respuestas más respuestas más comunes de los alumnos.

Tabla 1. Operativo.

Preguntas	Respuestas
¿Qué es la intensidad luminosa o intensidad luminosa?	El flujo de luz emitido por una fuente luminosa por unidad de ángulo sólido es la intensidad luminosa.
¿Cómo se mide la intensidad de la luz y cuáles son las unidades de medición?	Para medirla hay que saber cómo se distribuye el flujo en una dirección del espacio y su intensidad luminosa, un lumen es la medida de la luz, lumen por metro cuadrado es como se mide la luminosidad, se mide en candelas o candela (cd), la unidad de iluminancia es el lux (lx).
¿Qué sucede con la intensidad de la luz cuando nos alejamos de o hacia un foco?	Al acercarnos aumentan las unidades lx y al alejarnos disminuyen las unidades lx, el entorno en el que se encuentra el flujo luminoso también afecta al flujo luminoso.
¿Los efectos de la intensidad de la luz son estudiados por qué ciencia?	Dentro de la óptica la fotometría.

Tras reforzar, aclarar y profundizar en las preconcepciones con las preguntas desencadenantes; en la fase 2 los alumnos pasan a realizar el experimento de física para el que se les piden los siguientes utensilios: teléfono móvil, con la aplicación del sensor de luz, descargado, linterna o cualquier fuente de

luz y cinta métrica. Se cubren las ventanas del aula con una tela negra para oscurecerla, se coloca el móvil frente a la fuente de luz con el programa de sensor de luz activado y la cinta métrica entre ambos, se toman datos cada 10 cm y se registran en una Tabla 2, a partir de los 10 cm.

Tabla 2. Datos de distancia y mediciones de lux.

Distancia (cm)	Intensidad luminosa (lx)	Distancia (cm)	Intensidad luminosa (lx)	Distancia (cm)	Intensidad luminosa (lx)
10	950	60	105	110	37
20	564	70	78	120	31
30	350	80	57	130	25
40	237	90	47	140	22
50	151	100	42	150	17

En la fase 3, los estudiantes avanzan en la práctica utilizando sus smartphones para recoger los datos derivados de la simulación, donde los datos se modelan utilizando la función potencial de la forma Ecuación (2).

$$f(x) = a * X^b \quad (2)$$

Su objetivo es contrastar los datos encontrados con la ley de la física del proyecto y los conceptos estudiados, se espera que el valor del exponente $b = -2$, para validar la ley. Para ello, los alumnos introducen los datos en la aplicación donde se genera la gráfica correspondiente a partir de la lista de puntos, a la que pueden aplicar varios tipos de ajustes (potencial y/o regresión potencial).

En la fase 4, se pide a los equipos de trabajo de los alumnos que, tras una discusión colectiva, redacten una respuesta a la pregunta desencadenante inicial, teniendo en cuenta las fases anteriores realizadas; también se les pide que presenten la expresión matemática resultante y la contrasten con la ley de la física que relaciona la distancia de un foco con su intensidad luminosa, respuesta que es presentada en diapositivas electrónicas y compartida en plenario virtual con sus compañeros. La pregunta desencadenante resultó atractiva y motivadora para los alumnos y contribuyó a que se sintieran involucrados en su propio aprendizaje, coincidiendo con Costa, et al. (2019) quienes también presentaron una pregunta desencadenante atractiva para sus alumnos y parcialmente con lo sugerido por Prada et al. (2018), quienes plantean la necesidad de que los profesores partan de estrategias de aprendizaje interesantes para sus alumnos.

La implementación de nuevas tecnologías como los teléfonos móviles para la toma de datos experimentales, así como el uso de diversas aplicaciones de acceso abierto, y nuevas metodologías integradoras como STEM

contribuyeron al entusiasmo y motivación de los estudiantes en el proceso educativo al plantear la interrelación de los conceptos matemáticos y su aplicabilidad en la física y facilitar el estudio de la ciencia y sus relaciones, en coincidencia parcial con Ortega, et al. [9], quienes en su proyecto utilizaron el video para facilitar la comprensión lectora y en concordancia con Costa, et al. (2019), quienes implementaron las mismas estrategias.

CONCLUSIONES

Los resultados de la experiencia muestran el interés de los alumnos por utilizar la tecnología para la construcción de su propio conocimiento, en el que es importante la intervención y ayuda del profesor, pero demandan nuevas formas de enseñanza que impliquen nuevas estrategias y recursos que promuevan la creatividad. Lo anterior muestra cómo los estudiantes se acercan a los conceptos físicos de manera articulada utilizando la tecnología, lo que los motiva a estudiar ciencias. Además, es necesario, en el ámbito de la didáctica de las ciencias, avanzar en investigaciones que orienten los procesos de enseñanza y aprendizaje, y ampliar las investigaciones sobre el uso de la tecnología integrada en metodologías eficaces en los distintos niveles educativos y disciplinas científicas. Finalmente, es necesario destacar que la posible integración de contenidos científicos y tecnológicos en la enseñanza de la física es una oportunidad para reflexionar sobre sus características específicas y sus múltiples conexiones, que pueden ser útiles en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Es muy importante destacar que la educación basada en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas contribuye al desarrollo de competencias en los estudiantes para que uno de los propósitos sea que logren una carrera profesional exitosa, que les permita competir con la economía globalizada actual. Además, con los resultados de las preguntas de indagación

guiada, los estudiantes se apropian de su aprendizaje y comienzan a elaborar sus propios reportes como artículos cortos e indagaciones sobre temas específicos de la física y los comparan con los eventos cotidianos, los cuales son compartidos entre los grupos de trabajo, fomentando así el trabajo grupal.

Una de las preguntas que podemos hacernos respecto a esta investigación es: ¿qué aportaciones podemos hacer como educadores? Y la respuesta puede ser muy concreta, “que tengamos la opción de seguir enseñando física haciendo algunos ajustes con las nuevas tecnologías y logrando una perspectiva analítica, crítica constructiva para que nuestros alumnos logren una mejor calidad de vida y un mundo más humano”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arabit J, Prendes M P 2020 Metodologías y Tecnologías para enseñar STEM en educación primaria: análisis de necesidades. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 57, 107-128.
- Contreras-Colmenares, A. F., & Jiménez-Villamarin, I. (2020). Uso de la tecnología en el desarrollo de competencias de lectura y de escritura. *Revista Perspectivas*, 5(2), 54–71. <https://doi.org/10.22463/25909215.2830>
- Contreras Ramírez Paris, J. V., Ramírez Paris Colmenares, X., & Hernández Vergel, V. K. (2019). Factores que influyen en el desempeño escolar de los estudiantes de Básica Primaria de una institución educativa del área metropolitana de Cúcuta. *Revista Perspectivas*, 4(1), 6–13. <https://doi.org/10.22463/25909215.1746>
- Costa, V. A., Rizzo, K. A., & Gallego, J. I. (2019). Educación STEM: integrar conceptos de fotometría a la clase de matemática usando tecnología. *Revista de Enseñanza de la Física*, 31, 237-244.
- Chevallard, Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique
En L. Ruiz-Higueras, A. Estepa & F. J. García, *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica del Didáctico* (pp. 705-746). Universidad de Jaén.
- Chevallard, Y. (2012). Teaching mathematics in tomorrow's society: a case for an oncoming counter paradigm. *The Proceedings of the 12th International Congress on Mathematical Education*, 183-187.
- García, Y., Reyes, D. S., & Burgos, F. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores: nuevos enfoques didácticos para los desafíos del siglo XXI. *Diálogos Educativos*, 18(33), 37-112.
- Hernández-Silva, C., & Tecpan, S. (2017). Aula invertida mediada por el uso de plataformas virtuales: un estudio de caso en la formación de profesores de física. *Estudios Pedagógicos*, 43(3), 193-204.
- López-Rivera, Z. C. (2015). La enseñanza de las ciencias naturales desde el enfoque de la apropiación social de la ciencia, la tecnología y la innovación ASCTI en la educación básica-media. *Revista Científica*, 2(22), 75-84.
- Martín, O., & Santaolalla, E. (2020). Educación STEM: formación con conciencia. *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (381), 41-46.
- Ortega, I. M., Rincón, G. A., & Hernández, C. A. (2019). Uso del video como estrategia pedagógica para el desarrollo de la competencia escritora en estudiantes de educación básica. *Revista Perspectivas*, 4(2), 52-63.

Prada, R., Rincón, G. A., & Hernández, C. A. (2018). Inteligencias múltiples y rendimiento académico del área de matemáticas en estudiantes de educación básica primaria. *Infancias Imágenes*, 17(2), 163-175.

Rex, A., & Wolfson, R. (2011). *Fundamentos de Física*. Pearson Educación.

Rincón, G. A., Fernández, R., Hernández, C. F. (2020). Beliefs about mathematics and academic performance: a descriptive-correlational analysis. *Journal of Physics: Conference Series*, 1514(012021), 1-6.

Rincón-Álvarez, G. A., Prada-Núñez, R., & Fernández-César, R. (2019). ¿Se relacionan las creencias sobre las matemáticas con el rendimiento académico en matemáticas en estudiantes de contexto vulnerables? *Eco Matemático*, 10(2), 6-15.