

## CONSTRUCCIÓN DE UN TRANSMISOR FM: UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA

**Carlos Andrés Barco Rojas\***  
**Johan David Ñañez Zuleta\*\***  
**Rodrigo Andrés Franco Luna\*\*\***  
**Luis Eduardo Osorio Acevedo\*\*\*\***

\* Secretaria de Educación de Dosquebradas – SED, Colombia. [carlosandresbarco@gmail.com](mailto:carlosandresbarco@gmail.com)

\*\*Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Colombia. [johand02@gmail.com](mailto:johand02@gmail.com)

\*\*\* Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, Colombia. [rodrigo\\_franco@utp.edu.co](mailto:rodrigo_franco@utp.edu.co)

\*\*\*\* Universidad Tecnológica de Pereira - UTP, Colombia. [leosorio@utp.edu.com](mailto:leosorio@utp.edu.com)

### Resumen

La aplicación de nuevas metodologías y estrategias para la enseñanza de la física en la educación secundaria que facilite la comprensión de conceptos e incentiven el interés por el estudio de las ciencias y la matemática se ha convertido en un gran desafío. El avance de la tecnología y la apropiación de estos conceptos es importante para entender muchos de los fenómenos físicos que nos rodean en la actualidad. Con el propósito de facilitar dicha comprensión y el interés de los estudiantes, en el presente trabajo se presenta una estrategia didáctica planeada para estudiar fenómenos fundamentales del electromagnetismo mediante el desarrollo de proyectos y haciendo uso de nuevas tecnologías para la experimentación. Para este fin, se planteó la construcción de un transmisor FM, que fue desarrollado en la Tecnoacademia SENA con estudiantes de diferentes instituciones educativas de Pereira y Dosquebradas-Risaralda. Esta estrategia permitía que los estudiantes construyeran e interactuaran con un transmisor FM, bajo la supervisión de los docentes guías, y siguiendo las cinco etapas planteadas para el desarrollo del proyecto. La finalidad de este trabajo exploratorio en consecuencia, es mostrar que es posible realizar la construcción del dispositivo como medio para motivar e integrar los conocimientos adquiridos. Así las cosas, al evidenciarse que es posible la construcción del transmisor FM, y con objeto de continuar la investigación, se propone indagar sobre la motivación y aptitud de los estudiantes frente a este proyecto, y de este modo plantear posteriormente la medición de los conocimientos adquiridos.

**Palabras clave:** enseñanza, aprendizaje, electromagnetismo, transmisor FM.

**Resumo. Construção de um transmissor FM: uma estratégia didática para o ensino da física.** A aplicação de novas metodologias e estratégias para o ensino de física no ensino médio que facilitam a compreensão de conceitos e incentivam o interesse no estudo das ciências e da matemática se tornou um grande desafio. O avanço da tecnologia e a apropriação desses conceitos é importante para entender muitos dos fenômenos físicos que nos cercam hoje. Com o objetivo de facilitar esse entendimento e o interesse dos alunos, este artigo apresenta uma estratégia didática planejada para estudar fenômenos fundamentais do eletromagnetismo por meio do desenvolvimento de projetos e do uso de novas tecnologias para experimentação. Para isso, foi proposta a construção de um transmissor FM, desenvolvido na SENA Tecnoacademia com alunos de diferentes instituições de ensino de Pereira e Dosquebradas-Risaralda. Essa estratégia permitiu aos alunos construir e interagir com um transmissor de FM, sob a supervisão dos guias do professor, e seguindo as

cinco etapas propostas para o desenvolvimento do projeto. O objetivo deste trabalho exploratório é mostrar que é possível realizar a construção do dispositivo como um meio de motivar e integrar o conhecimento adquirido. Assim, quando for possível a construção do transmissor FM, e para continuar a investigação, propõe-se indagar sobre a motivação e aptidão dos alunos frente a este projeto e, assim, propor a mensuração do conhecimento posteriormente adquirido.

**Palavras-chave:** ensino, aprendizagem, eletromagnetismo, transmissor FM

**Abstract. Building an FM transmitter: a teaching strategy for teaching physics.** The application of new methodologies and strategies for the teaching of physics in secondary education that facilitates the understanding of concepts and encourages interest in the study of science and mathematics has become a great challenge. The advancement of technology and the appropriation of these concepts is important to understand many of the physical phenomena that surround us today. With the purpose of facilitating this understanding and the interest of the students, this work presents a didactic strategy planned to study fundamental phenomena of electromagnetism through the development of projects and using new technologies for experimentation. For this purpose, the construction of an FM transmitter was proposed, which was developed at the SENA Tecnoacademia with students from different educational institutions in Pereira and Dosquebradas-Risaralda. This strategy allowed the students to build and interact with an FM transmitter, under the supervision of the teacher guides, and following the five stages proposed for the development of the project. The purpose of this exploratory work accordingly, is to show that it is possible to carry out the construction of the device as a means to motivate and integrate the acquired knowledge. Thus, when it is evident that the construction of the FM transmitter is possible, and in order to continue the investigation, it is proposed to inquire about the motivation and aptitude of the students in the face of this project, and in this way to propose the measurement of knowledge acquired.

**Keywords:** teaching, learning, electromagnetism, FM transmitter.

## Introducción

Actualmente los procesos de enseñanza-aprendizaje requieren la implementación de diversas estrategias metodológicas que permitan la comprensión de los conceptos científicos, en este caso específico, el concepto de electromagnetismo dentro del área de la física. Maloney, O’Kuma, Hieggelke y Van Heuvelen (2001) plantean que los fenómenos físicos electromagnéticos no son tan cotidianos al estudiante como lo son los fenómenos mecánicos, asimismo Llancaqueo, Caballero y Moreira (2003) deducen que ya sea en secundaria o en la universidad, los estudiantes no logran diferenciar conceptos básicos como la fuerza eléctrica del campo eléctrico. Una investigación realizada por Furió Más y Guisasaola Aranzábal (1997) llegó a la conclusión que los estudiantes no asumen la idea de campo eléctrico desde el concepto de interacción. De otra parte, continuamente los estudiantes no identifican correctamente las fuentes de campo magnético; ni la interacción eléctrica y magnética.

Sin embargo, Osorio, Mejía, Osorio, Campillo y Covaleta (2012) consideran que en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias no se contribuye a la comprensión de conceptos científicos, puesto que se hace necesario la experimentación para adquirir estos conceptos. Treagust, Duit y Fraser (1996) concuerdan en la necesidad de desarrollar materiales didácticos, modelos experimentales y otro tipo de estrategias de enseñanza que mejoren la

comprensión y la explicación de los fenómenos científicos por parte de los estudiantes. Carvajal Cantillo y Gómez Vallarta (2002) manifiestan que la enseñanza de la física debe reflejar una concepción de ciencia como construcción social. La Física permite indagar, explicar, experimentar y transformar la concepción de realidad y el contexto social. Adicionalmente, Macedo (1997, p.5) afirma que “[...] la formación integral de toda ciudadana y ciudadano, debe estar acompañada de una reconceptualización de la enseñanza de las ciencias y a un nuevo enfoque de la misma, tendiente a asegurar una educación científica de calidad con equidad”.

Un aspecto que dificulta la comprensión de los fenómenos del electromagnetismo es la naturaleza abstracta de las entidades involucradas y los modelos utilizados para describirlos. Un logro fundamental en la enseñanza del electromagnetismo sería que el estudiante asocie el modelo abstracto inicial, con el resultado experimental medido en el laboratorio.

La problemática que enfrentan los profesores al enseñar los conceptos electromagnéticos muestra que no existe un estilo de enseñanza-aprendizaje de la física que genere impacto y curiosidad, favoreciendo entre los estudiantes la idea errónea y desafortunada de que la física es un conjunto de fórmulas que deben ser memorizadas y aplicadas metódicamente para poder resolver un ejercicio al cual en muchas ocasiones no se le halla sentido.

Así las cosas, se hace necesario innovar en didácticas de la física. En consecuencia, este trabajo presenta el análisis de caso de una estrategia didáctica para la enseñanza del electromagnetismo, mediante la construcción de un transmisor de Frecuencia Modulada (brevemente FM, para este concepto ver por ejemplo (Tomasi, 2003)), con el fin de abordar conceptos básicos y fundadores tales como carga eléctrica, campo eléctrico, campo magnético y sus fuentes; facilitando la comprensión de los fenómenos físicos y buscando en los estudiantes un aprendizaje significativo. La idea que guió esta actividad no fue construir representaciones gráficas de los campos eléctrico y magnético, sino construir experiencias básicas desde los efectos electromagnéticos de los mismos. Para ello se utilizó el transmisor FM como herramienta didáctica y de motivación, pues como lo afirman Arzúzar y Barragán, (2008, p.106) los dispositivos de telecomunicaciones “son un recurso casi inagotable, pues en su funcionamiento se puede encontrar desde lo más elemental hasta lo más complejo de la teoría electromagnética”; aspecto que se relaciona con nuestra propuesta.

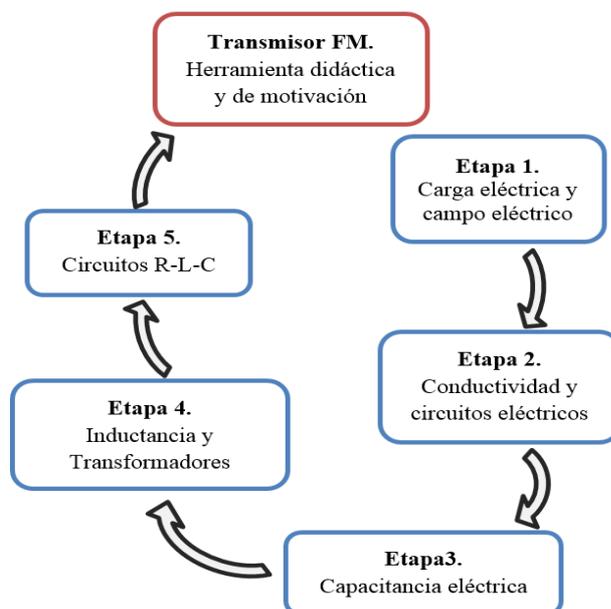
## Desarrollo del artículo

El proyecto se realizó en la Tecnoacademia-SENA durante el año 2017, Risaralda, Colombia, con veinte estudiantes de secundaria de diferentes instituciones educativas. Este trabajo es una investigación de tipo exploratorio sobre la construcción y el uso de un prototipo de un transmisor de frecuencia modulada, teniendo en cuenta que para esta práctica, muchos de los elementos necesarios no se encuentran en los laboratorios de física de los colegios, y además en la bibliografía consultada no hay mucha información que permita indagar sobre los resultados del aprendizaje de la física mediante esta herramienta. Entonces, la experiencia inicial es para determinar la viabilidad de la construcción y que los estudiantes logren interactuar y comprender el proceso de construcción, para posteriormente realizar un estudio actitudinal y de aprendizaje de la física mediante este proyecto. En este sentido, el objetivo principal fue el estudio de conceptos fundamentales del electromagnetismo mediante la formulación de proyectos y la experimentación que permitiera integrar la física y la matemática con el uso de nuevas tecnologías.

Innumerables investigaciones indican que el aprendizaje basado en proyectos aporta

herramientas para la construcción del conocimiento fundamentado entre otros, en la investigación como principio para el desarrollo de criterios conceptuales que incentivan competencias científicas, a través de la planificación e implementación de diversas alternativas de solución a problemas o situaciones reales que requieren ser resueltas por el estudiante, mediante la articulación de saberes y pensamientos críticos y reflexivos, por medio de trabajo colaborativo (Rodríguez-Sandoval, Vargas-Solano, & Luna-Cortés, 2010; Reverte Bernabeu, Javier Gallego Sánchez, Molina Carmona, & Satorre Cuerda, 2007; Domenech Casal, 2017; Toledo Morales & Sánchez García, 2018).

El proyecto se dividió en cinco etapas, las cuales se describen a continuación en la Figura 1.



**Figura 1: Diagrama con secuencia de actividades**

- Etapa 1 se experimentó con un generador de Van de Graaff (ver por ejemplo Martínez Pons & Prada Pérez de Aspeitia, 2007) para abordar la idea de carga eléctrica y conceptos asociados a ella como la cuantización, acumulación, transferencia y conservación, además permitió “descubrir” la existencia de un campo eléctrico asociado ineluctablemente a ella.
- Etapa 2 involucró el estudio de tres magnitudes: corriente eléctrica y diferencia de potencial, como una manifestación de la existencia de cargas eléctricas; y resistencia eléctrica, como una propiedad de los materiales. Se realizaron dos experimentos: conductividad en una solución de agua-sal a distintas concentraciones y circuitos eléctricos y ley de Ohm.
- Etapa 3 se exploró el concepto de capacitancia eléctrica y se profundizó en el estudio del campo eléctrico y sus manifestaciones. Se realizó un experimento con un capacitor variable de placas plano-paralelas y otro experimento sobre el proceso de carga y descarga de un capacitor. Esta etapa fue fundamental en el proceso, pues hizo posible conocer el concepto de flujo eléctrico, magnitud asociada al campo eléctrico. Además, estos experimentos permitieron definir dos ‘tipos’ de corriente: corriente en un material conductor, previamente

estudiada y corriente de desplazamiento vinculada al campo eléctrico como medio energético.

- Etapa 4 se realizó un estudio del campo magnético; se investigaron las fuentes de campo, su interacción con algunos tipos de materiales y corrientes eléctricas. Se realizó un experimento sobre las fuentes de campo magnético, imanes y corrientes, y otro sobre transformadores eléctricos e inducción. De forma similar a la etapa anterior, se describió el concepto de flujo magnético y la propiedad del campo magnético como medio energético.

**Tabla 1**  
**Materiales de experimentación**

No. Ítem	Materiales
1	Fuente de voltaje AC/DC
2	Interfase universal (PASCO)
3	Osciloscopio digital
4	Generador de señales
5	Protoboard
6	Tabla de elementos RLC
7	Entrenado de conexión de circuitos
8	Sensores de campo magnético
9	Capacitor variable
10	Multímetro digital
11	Inductores con núcleo de aire
12	Núcleos de ferrita
13	Generador de Van der Graff
14	Cables de conexión
15	Computador portátil

Fuente: Elaborado por los autores.

- Etapa 5 se experimentó con circuitos de resistores, inductores y capacitores. Esta etapa permitió generar y manipular señales eléctricas moduladas y ayudó a evidenciar la naturaleza electromagnética de las telecomunicaciones. La tabla n° 1 contiene los materiales de experimentación utilizados en el proceso y la tabla n° 2 los experimentos desarrollados en cada etapa y su objetivo principal.

**Tabla 2**  
**Etapas, experimentos y objetivos**

Etapa	Experimento	Objetivo
1	Carga eléctrica y campo eléctrico- generador de Van de Graaff	Observar los efectos de las cargas eléctricas y sus propiedades.
2	1. Conductividad en una solución de agua sal. 2. Circuitos eléctricos -	Estudiar propiedades eléctricas de los materiales.

ley de Ohm

3	1. Capacitor variable de placas plano-paralelas. 2. Carga y descarga de un capacitor.	Estudiar el campo eléctrico, sus fuentes, y propiedades como medio energético.
4	1. Fuentes de campo magnético - imanes y corriente. 2. Transformadores eléctricos e inducción.	Estudiar el campo magnético, sus fuentes, y propiedades.
5	Circuitos R-L-C (Circuito que contiene Resistencia-Bobina-Condensador) frecuencia y señales	Identificar las características dinámicas de los circuitos y el concepto de frecuencia en señales eléctricas. Identificar la funcionalidad de cada una de las etapas experimentales y construir un elemento cotidiano a partir de la conceptualización adquirida.
Final	Implementación transmisor FM	Identificar la funcionalidad de cada una de las etapas experimentales y construir un elemento cotidiano a partir de la conceptualización adquirida.

Fuente: Elaborado por los autores.

La construcción del transmisor FM se constituye en elemento central, pues aparece en un principio, como herramienta de motivación que permite despertar la curiosidad en los estudiantes favoreciendo su participación activa y propositiva. Asimismo, está presente durante el desarrollo de cada etapa, llevándolos a comprender que cada una desempeña un papel vital en el propósito de construir el transmisor. Cada etapa puede involucrar uno o varios experimentos.

En el proyecto, los estudiantes también idearon el mecanismo para la adquisición y tratamiento de señales por medio del Espectro de frecuencia en el rango de 88 a 105 MHz. En estas instancias, el profesor sirve de guía mediante la formulación de preguntas problematizadoras que incentivarán la formulación de hipótesis y el interés por la experimentación. Estas actividades son fundamentales en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, pues como se plantea:

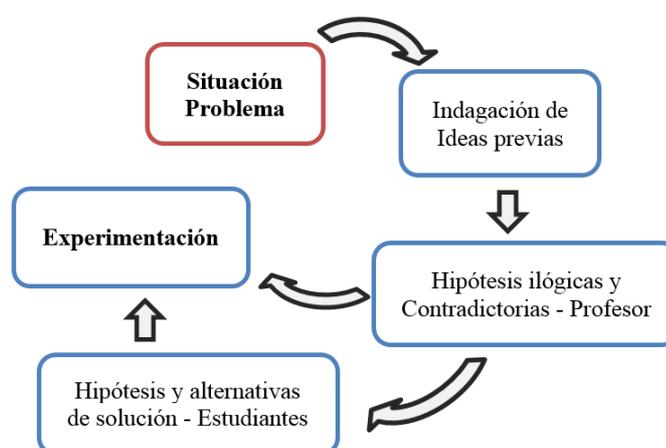
Al contrario de lo que ocurre en el estudio de los fenómenos mecánicos en el que existe para el estudiante una referencia fenomenológica a partir de la cual le da sentido a los términos utilizados en la teoría, en el caso del electromagnetismo no existe[...] su desconocimiento es quizás uno de los mayores obstáculos en la enseñanza del electromagnetismo (Ayala, Malagón, & Lugo, 2010, p.39).

Por tanto, fue indispensable diseñar una secuencia de actividades encaminada a la construcción de una fenomenología basada en la experimentación que permitiera a los estudiantes, quienes no poseían el conocimiento matemático exigido por los modelos de la

teoría electromagnética, crear esquemas y aproximarse a sus conceptos fundamentales, facilitando en ellos un aprendizaje significativo.

La Figura 2 contiene un diagrama con la secuencia de actividades que componen la metodología implementada en cada una de las etapas mostradas en la Figura 1. Inicialmente se planteó una situación problema que permitiera indagar las ideas y conceptos previos de los estudiantes sobre el fenómeno. Mediante el planteamiento de hipótesis ilógicas y contradictorias, el profesor buscó en los estudiantes incentivar el pensamiento analítico y la necesidad de establecer argumentos, basados en la experimentación, para refutarlas, impulsándolos a plantear sus propias hipótesis. Frente a estos planteamientos:

Es esencial provocar la inquietud por aprender, lo cual implica, que el alumno, en cierto modo se compromete a participar activamente y a profundizar sobre él mismo. Además de motivarles, la afloración de las ideas constituye un buen instrumento de diagnóstico para el profesor, que le permite elegir y orientar situaciones problemáticas [...]. Las situaciones problemáticas que se presentan a los alumnos deben poner en duda sus ideas, utilizando contraejemplos y generando conflictos cognitivos. Asimismo deben ser motivantes, relacionadas con el entorno más próximo y adaptadas a la capacidad y conocimientos del alumno (Meneses Villagrà & Sahelices, 1995, p.37).

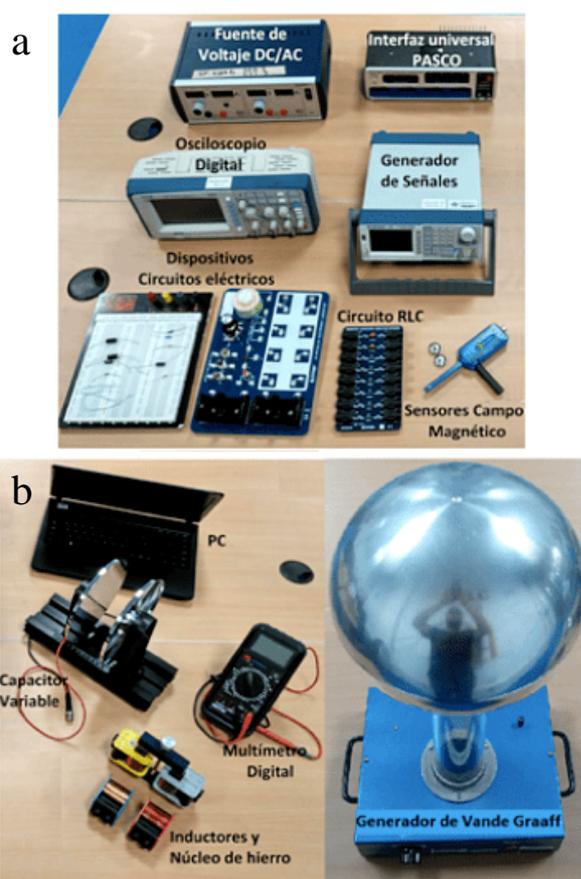


**Figura 2: Diagrama con secuencia didáctica de cada práctica**

El diseño de la secuencia de actividades asumió como base el estudio de tres entidades: carga eléctrica, campo eléctrico y campo magnético, mediante prácticas que permitieron explorar principios fundamentales de conservación y simetría. Esta propuesta permitió replantear en los estudiantes la idea que tenían de la física, quienes la consideraban “una receta de fórmulas que debían memorizar y aplicar repetitivamente para resolver ejercicios fuera de contexto”, por una concepción más inspiradora, reconociendo su rol determinante en la explicación de fenómenos tanto cotidianos como universales.

La implementación de la metodología propuesta, le permitió al estudiante una primera aproximación desde el punto de vista experimental y fenomenológico del efecto de los campos electromagnéticos, sus fuentes y sus propiedades en la cotidianidad. Sin embargo, esto no es suficiente para comprender a profundidad los conceptos del electromagnetismo,

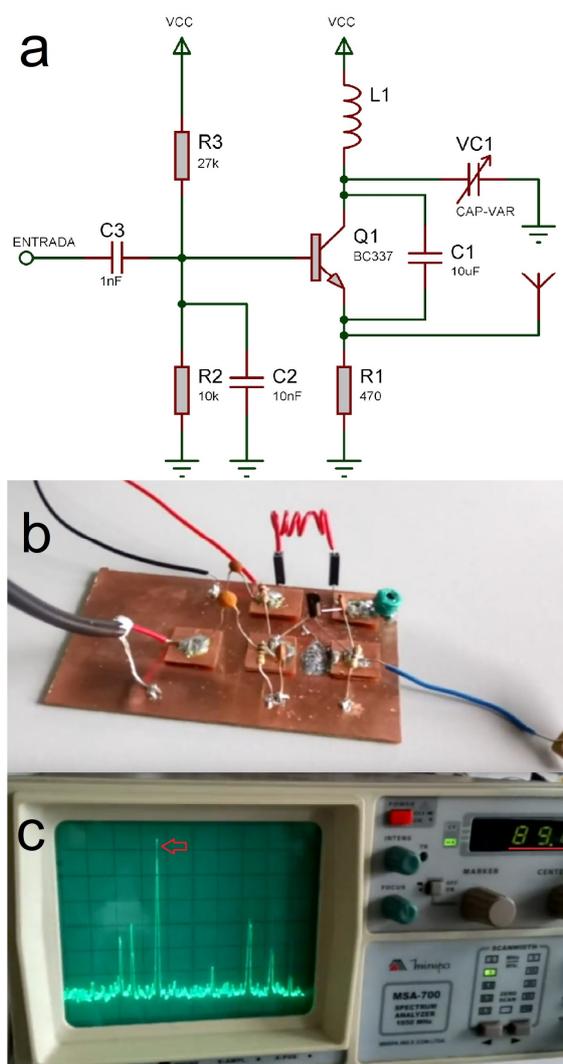
pues esto exige conocer el formalismo matemático que requieren los modelos. Respecto a esto, Osorio et al. (2012, p.94) afirman que un factor importante es “la contextualización de las situaciones experimentales que se le presentan al alumno como una forma de motivar el estudio y que, además, posibilite la formación en términos de habilidades o competencias para resolver problemáticas propias del contexto”.



**Figura 3: Materiales utilizados en los experimentos**

Los equipos y materiales utilizados se muestran en las figuras 3a y 3b. En la figura 3a se puede observar una fuente de tensión Frederiksen con la capacidad de manejar señales AC (corriente alterna) y DC (corriente continua), un sistema de adquisición de datos Pasco Universal Interface, osciloscopio digital y generador de señales GW-Instek, set de elementos de circuitos electrónicos. En la figura 3b, se presentan dispositivos usados para la experimentación con campos eléctricos y magnéticos.

En la figura 4a se observa el diseño esquemático del circuito de transmisión en frecuencia modulada FM propuesto. La figura 4b muestra un ensamble realizado por los estudiantes del diseño esquemático, usando un método de implementación de circuitos enfocado al aprendizaje de habilidades técnicas y la ubicación de elementos electrónicos y soldadura. Finalmente, la figura 4c muestra el espectro en frecuencia en el rango de 88 a 105 MHz, donde se puede observar el armónico de transmisión en FM generado por el circuito desarrollado.



**Figura 4a. Circuito esquemático del radio emisor de frecuencia modulada (FM), 4b. Circuito didáctico implementado, 4c. Espectro de frecuencia en el rango de 88 a 105 MHz**

Autores como Soria Salazar (2015), Mares Rodríguez (2016), Hernández Natera y Ladinez Rivero (2016) han realizado diversos estudios a nivel de educación universitaria en los que emplean prototipos de transmisores FM de manera didáctica, como herramienta de aprendizaje de distintos conceptos en el área de la física. Cabe anotar que a fin de profundizar la presente investigación, se procedió a la búsqueda de experiencias o referencias alusivas a la construcción de un transmisor FM, que utilice el aprendizaje basado en proyectos para la educación secundaria, no obstante esta información es incipiente y muy escasa.

## Conclusiones

Muchos autores concuerdan en la necesidad de explorar nuevas metodologías para la enseñanza-aprendizaje de la física. En este sentido, la estrategia implementada fue la construcción de un transmisor FM como herramienta didáctica, dando como resultado un mayor interés y motivación por el estudio del electromagnetismo, sus aplicaciones y su utilidad. Se observó que la interacción de los estudiantes con herramientas tecnológicas para

la experimentación facilitó la comprensión de los fenómenos estudiados y transformó la percepción inicial que tenían de esta ciencia.

Particularmente, la enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo exige mayores esfuerzos por la naturaleza abstracta de las entidades que involucra y el escaso conocimiento de las teorías que lo gobiernan. Por esto, se propuso una secuencia didáctica y de actividades que le permitiera al estudiante un acercamiento a la fenomenología, estableciendo condiciones para una aproximación a la comprensión de los conceptos y principios involucrados.

El estudio más amplio de la teoría electromagnética exige conocer el formalismo matemático de los modelos que la sustentan. Sin embargo, existe consenso en que la experimentación en etapas iniciales de formación de estudiantes de secundaria y universidad es determinante en la construcción de una base sólida que facilite su futura comprensión.

El presente trabajo es de carácter exploratorio, teniendo en cuenta que en él se indaga y se llevan a cabo actividades prácticas con los estudiantes, como la creación de un prototipo de transmisor FM bajo la supervisión y guía de los docentes encargados, dando cumplimiento a uno de los objetivos del proyecto. De este modo, al ver que es posible la consecución de estos objetivos, queda para futuros estudios implementar la medición de la actitud y aptitud de los estudiantes y constatar si hay aprendizaje de los contenidos requeridos. Lo anterior se puede efectuar mediante escalas validadas, entre ellas, por ejemplo las denominadas tipo Likert, que son escalas de respuesta psicométrica usadas habitualmente en cuestionarios y enfocadas en el comportamiento de las personas.

## Referencias

- Arzúzar, D. P., & Barragán, I. G. (2008). El teléfono celular: una estrategia didáctica para la enseñanza del electromagnetismo. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, (24).  
<https://doi.org/10.17227/ted.num24-395>
- Ayala, M., Malagón, F., & Lugo, P. (2010). Una perspectiva fenomenológica para la enseñanza del Electromagnetismo a nivel introductorio. *Revista de Enseñanza de La Física*, 5(2), 39–44.
- Carvajal Cantillo, E., & Gómez Vallarta, M. (2002). Concepciones y representaciones de los maestros de secundaria y bachillerato sobre la naturaleza, el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 7(16), 6.
- Domenech Casal, J. (2017). Aprendizaje Basado en Proyectos y Competencia Científica. Experiencias y propuestas para el método de Estudios de Caso. *Enseñanza de Las Ciencias, no Extra*, 5177–5184.
- Furió Más, C., & Guisasola Aranzábal, J. (1997). Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos de campo y potencial eléctrico. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*.
- Hernández Natera, Y. C., & Ladinez Rivero, N. I. (2016). *Construcción de un amplificador de potencia para un prototipo de transmisor de FM estéreo con canales de SCA* (Universidad de Carabobo, Venezuela.). Retrieved from  
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/handle/123456789/5204>
- Llancaqueo, A., Caballero, M. C., & Moreira, M. A. (2003). El concepto de campo en el aprendizaje de la física y en la investigación en educación en ciencias. *Revista Electrónica*

*de Enseñanza de Las Ciencias*, 2, 227–253.

- Macedo, B. (1997). La educación científica, un aprendizaje accesible a todos. *Proyecto Principal de Educación En América Latina y El Caribe: Boletín*, 44, 5, 5–7.
- Maloney, D. P., O’Kuma, T. L., Hieggelke, C. J., & Van Heuvelen, A. (2001). Surveying students’ conceptual knowledge of electricity and magnetism. *American Journal of Physics*, 69(S1), S12–S23. <https://doi.org/10.1119/1.1371296>
- Mares Rodríguez, V. (2016). *Diseño e implementación de un transmisor AM, FM y ATSC en Radio Definida por Software para docencia*. Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Martínez Pons, J. A., & Prada Pérez de Aspeitia, F. (2007). Diccionario de física. In 4 (Segunda Ed). Madrid: Editorial Complutense.
- Meneses Villagrà, J. A., & Sahelices, C. (1995). Secuencia de enseñanza sobre el electromagnetismo. *Enseñanza de Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 13(1), 36–45.
- Osorio, B. E., Mejia, L. S., Osorio, J. A., Campillo, G. E., & Covalada, R. (2012). Análisis de la Enseñanza y el Aprendizaje del electromagnetismo en el Nivel Tecnológico y Universitario. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 24–29.
- Reverte Bernabeu, J. R., Javier Gallego Sánchez, A., Molina Carmona, R., & Satorre Cuerda, R. (2007). El Aprendizaje Basado en Proyectos como modelo docente. Experiencia interdisciplinaria y herramientas Groupware. *XIII Jornadas de Enseñanza Universitaria de La Informática, JENUI’07*. <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10045/1808>
- Rodríguez-Sandoval, E., Vargas-Solano, É. M., & Luna-Cortés, J. (2010). Assessment of the “project-based learning” strategy. *Educación y Educadores*, 13(1), 13–25. <https://doi.org/10.5294/edu.2010.13.1.1>
- Soria Salazar, J. D. (2015). *Transmisor Y Receptor de Frecuencia Modulada Didáctico para Uso en los Laboratorios de la F.I.S.E.I*. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador.
- Toledo Morales, P., & Sánchez García, J. M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación Del Profesorado*. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i2.7733>
- Tomasi, W. (2003). *Sistemas de Comunicaciones electrónicas. Cuarta Edición* (Cuarta). México: Pearson Educación.
- Treagust, D. F., Duit, R., & Fraser, B. J. (1996). *Improving teaching and learning in science and mathematics*. Teachers College Press.

Recebido em: 23/09/2019

Aprovado em: 08/10/2019