



Estrategias STEM y su Relación con Habilidades en la Resolución de Problemas en Física del Electromagnetismo: Un Estudio de Caso en la Formación de Ingenieros

D.P.Orduz.C^a, W.R.Henao.G^b

^a Profesora Escuela Colombiana de Ingeniería Bogotá, Estudiante de la Maestría en Enseñanza de las Ciencias Universidad Autónoma de Manizales,

^b Profesor Universidad de Antioquia Medellín - Universidad Autónoma de Manizales

ARTICLE INFO

Received: 13 febrero 2021

Accepted: 22 abril 2021

Available on-line: 31 mayo 2021

Keywords: resolución de problemas, STEM, Física del electromagnetismo

E-mail addresses:

patricia.orduz@escuelaing.edu.co

wilman.henao@udea.edu.co

ISSN 2007-9847

© 2021 Institute of Science Education.

All rights reserved

ABSTRACT

In this article, the results of the research carried out to students of the subject of physics of electromagnetism are presented. These students are in their third semester of engineering at the Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, located in the city of Bogotá Colombia. A Didactic Unit based on the STEM model was applied to develop the problem solving skills seen from the framework of the didactics in science teaching. In the first instance, an activity based on the manipulation of a basic electric generator simulator was developed, where the answers to each of the questions asked were classified in initial levels of problem solving. Then, they were presented with a social problem, by means of an article from the newspaper El Tiempo, where one of the many mishaps that afflict the populations of our country is published, and that is the lack of electrical fluid. Different activities are carried out where the engineering design process is applied and from the brainstorming the best solution is chosen, a prototype is built, tests and adjustments are made until the final result is obtained. After all the process that the students experienced to solve problems by design, manufacture, measurements, and calculations in the construction of their generator prototype, it is evident that regarding how they started the semester, the students managed to raise the levels in problem solving, thus fulfilling the objective set for this research.

En este artículo, se presentan avance de los resultados de la investigación realizada a estudiantes de la asignatura de física del electromagnetismo, los que se encuentran en su tercer semestre de ingeniería de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, ubicada en la ciudad de Bogotá Colombia. Se aplicó una Unidad Didáctica fundamentada en el modelo STEM, para desarrollar las habilidades de resolución de problemas visto desde el marco de la didáctica en la enseñanza de las ciencias. En primera instancia se les desarrolló una actividad basada en la manipulación de un simulador de generador eléctrico básico, donde las respuestas a cada una de las preguntas realizadas se clasificaron en niveles iniciales de resolución de problemas. A continuación, se les presentó una problemática social, mediante un artículo del periódico El Tiempo en donde se publica uno de los muchos percances que aquejan las poblaciones de nuestro país y es la falta de fluido eléctrico. Se les realizan diferentes actividades donde se aplica el proceso de diseño en ingeniería y a partir de la lluvia de ideas se escoge la mejor solución, se construye un prototipo, se les realizan pruebas y ajustes hasta obtener el resultado final. Después de todo el proceso que vivenciaron los estudiantes para solucionar problemas por diseño, fabricación, medidas, y cálculos en la construcción de su prototipo de generador, se evidencia que respecto a cómo empezaron el semestre, los estudiantes lograron subir los niveles en la resolución de problemas, cumpliendo así con el objetivo planteado para esta investigación.

I. INTRODUCCIÓN

En las universidades de ingeniería el curso de física del electromagnetismo ha sido donde los estudiantes presentan mayores dificultades de aprendizaje a comparación de los otros cursos de física, debido a que los conceptos son demasiado abstractos, y poco observables ya que los fenómenos estudiados a lo largo del curso son a un nivel microscópicos. Al ser las asignaturas de física teórico prácticas, los cursos son divididos en grupo de laboratorios y grupo de teoría, concebidos así, para que en la primera, solo se realice la parte conceptual y en la segunda la parte experimental, lo que con lleva a que en la parte teórica los docentes utilicen el modelo didáctico tradicional, haciendo que los estudiantes se memoricen conceptos para poder pasar las evaluaciones, y en donde solo se remiten a realizar ejercicios propuestos en el texto guía, desencadenando que los estudiantes sean poco analíticos, reflexivos, que no desarrollen un pensamiento crítico, y más aun sesgando su capacidad para resolver problemas.

Por otro lado, para las prácticas experimentales de la asignatura de laboratorio existen guían diseñadas, tipo receta, que no les aporta un aprendizaje eficaz a los estudiantes, ya que no les da la oportunidad de planear, reflexionar o evaluar su propio conocimiento, es decir sin autorregulación en su aprendizaje.

Se hace necesario un cambio en la metodología de enseñanza-aprendizaje, en asignaturas de ciencia y más aún en asignaturas abstractas para los estudiantes, como lo es la física del electromagnetismo, así como Tamayo (2014) lo expresa, se requieren intervenciones didácticas que permitan desarrollar habilidades cognitivas, metacognitivas y de actitud.

Al ver que el modelo tradicional ha con llevado a que se mantenga una división por saberes (García, 2000), los estudiantes lo están asumiendo de esa manera, lo que implica que poco integran los conocimientos adquiridos a lo largo de sus semestres.

En la actualidad la tecnología avanza a grandes velocidades, en pocos meses se duplican la capacidad de transmisión, la velocidad de los procesadores, la capacidad de almacenaje de información. La totalidad de archivos con información variada que se encuentra en la red hace que sea prácticamente imposible no encontrar algo en internet, mientras que, la educación, los métodos existentes, los contenidos curriculares y las actividades de aula son, en algunos casos, las mismas de comienzo de siglo XX. En este ambiente la educación **STEM** ofrece muchas posibilidades para el ser humano, para capacitarlo y hacerlo cada vez más competente en el uso de la tecnología y en la resolución de problemas (Rawlings, 2017).

Pero que es **STEM**, según Couso (2017) es una educación que integra saberes tecnológicos, científicos y matemáticos para que los ciudadanos den soluciones a problemas complejos, o para Breiner, Johnson, Herkness, & Koehler (2012) son estrategias de Enseñanza aprendizaje basados en proyectos con mayor porcentaje de investigación o según Botero (2018) es una estructura educativa, dónde se instruye al estudiante utilizando estándares en ciencias y tecnología, para que mediante el diseño en ingeniería logren definir un problema, explicarlo matemáticamente, dar posibles soluciones, realizar cambios y a través de múltiples consideraciones obtener el mejor resultado.

Tanto la resolución de problemas como la educación **STEM**, buscan el mismo objetivo, desarrollar habilidades cognitivas, metacognitivas y actitudes motivacionales, en los estudiantes que garanticen la obtención de un pensamiento crítico, características importantes en un ingeniero, ya que dichos profesionales deben ser capaces de concebir, diseñar e implantar soluciones apropiadas a problemas relacionados con el entorno aplicando los conocimientos adquiridos en la ingeniería de su especialidad. (ECI, s.f.)

Este artículo muestra un avance en los resultados de la investigación realizada en estudiantes de física del electromagnetismo de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito de la ciudad de Bogotá-Colombia y quiere

mostrar si a través de la aplicación de métodos de enseñanza como la resolución de problemas aplicando estrategias STEM se puede desarrollar en los estudiantes un pensamiento crítico, analítico y reflexivo, y en donde la situación problema a la que se enfrenten integre los conocimientos adquiridos en las áreas de matemáticas, ciencias e ingeniería utilizando la tecnología que tiene en su entorno

II. METODOLOGÍA

La investigación se encuentra enmarcada dentro del tipo cualitativo de corte descriptivo. Para el enfoque metodológico en este estudio se tuvo en cuenta una sola categoría, resolución de problemas haciendo uso específicamente de la estrategia STEM, que no solo integra los saberes en ciencias, matemáticas, ingeniería y tecnología, sino que agrupa innovaciones de la enseñanza de la ciencia presentándola de una manera contextualizada, activa, dirigida a la aplicación de proyectos a través de la resolución de problemas (Adúriz Bravo, 2020). Los niveles de resolución de problemas que se van a analizar son cinco, fueron tomados basándose en los propuestos por Tamayo (2014), diseñado de acuerdo a los niveles de resolución de problemas esperados para estudiantes de tercer semestre de las carreras de ingenierías y matemáticas. La intención de esta investigación es ubicar a los estudiantes en contextos reales en donde ellos deban aprender a trabajar en equipo solucionando problemas desde sus saberes y conceptos aprendidos,. Por esta razón las actividades propuestas son principalmente experimentales, pues es allí donde surgen la mayoría de problemas que un ingeniero debe aprender a solucionar y no solo en el ámbito de la física, sino en el de la matemática o en general de las ciencias y porqué no aprender a utilizar cualquier tecnología que se encuentre a su alcance para poder cumplir con el objetivo planeado. Para el análisis de ésta investigación, se tomará una muestra representativa, para que los resultado finales se puedan generalizar.

II.1 Diseño Metodológico

La Investigación se llevó acabo en tres etapas, inicial o teórica, intermedia o metodológica y final o de análisis de resultados.

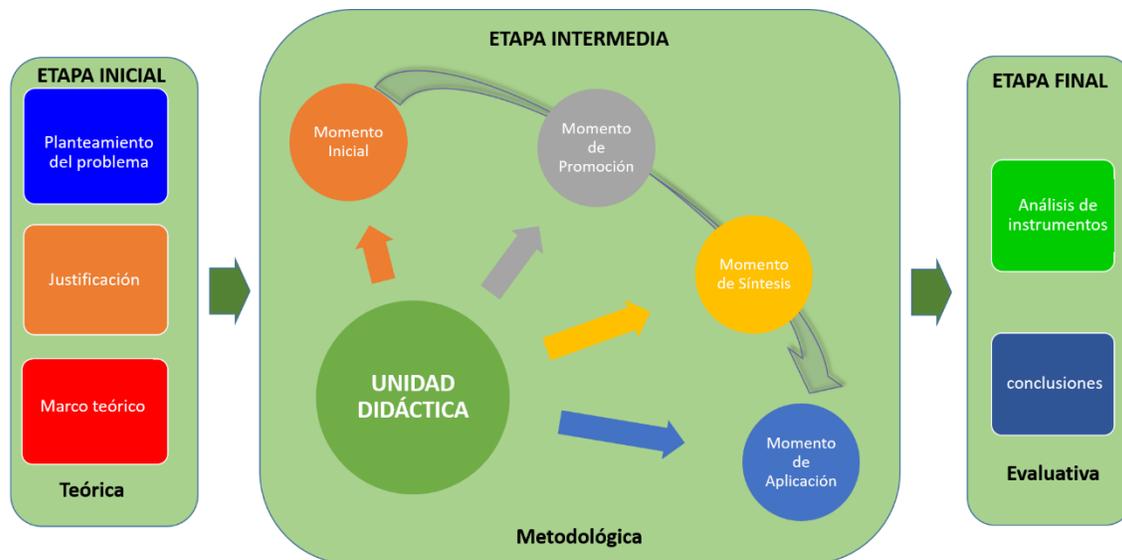


FIGURA 1. Etapas en que se llevó acabo la investigación.

En la etapa inicial se realizó toda la revisión teórica a cerca de la resolución de problemas, centrada en Ciencias Naturales, con el fin de asignarla como la categoría principal de la investigación, se determinaron los niveles de la resolución de problemas, basados en los propuestos por Tamayo (2014). Se investigó sobre referentes de estrategias STEM, cuáles son las habilidades que se desarrollan al utilizarlas, donde y como se han utilizado o que investigaciones se realizaron al respecto. A continuación se presenta el cuadro de niveles de resolución de problemas utilizado en esta investigación.

TABLA I. Niveles de resolución de problemas y su respectiva descripción.

NIVELES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS	DESCRIPCIÓN
Nivel 1	Redescribe la experiencia y enuncia el problema y describe el experimento según lo que observa
Nivel 2	Redescribe la experiencia de manera libre, ha realizado la experiencia anteriormente, utiliza opiniones. Se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relación entre ellas
Nivel 3	Identifica una o más variables relacionándolas correctamente.
Nivel 4	Resolución de problemas de manera inadecuada identificando y relacionando variables y justificando dichas relaciones
Nivel 5	Resolución de problemas de manera adecuada identificando, relacionando variables y justificando dichas relaciones

En la etapa metodológica se realiza la aplicación de la unidad didáctica planteada bajo la perspectiva de trabajo de Sanmarti (2000) donde las situaciones se retomarán a lo largo de cuatro momentos propuestos, (inicial, promoción, síntesis y de aplicación). En cada uno de estos momentos el estudiante desarrolla habilidades para resolver problemas de fabricación de elementos, de experimentación, de medición con diferentes instrumentos, de cálculos e interpretación de gráficas. El momento de aplicación concentra todos los problemas que han aprendido a resolver a lo largo de la unidad didáctica, pues es aquí donde a partir de una problemática social, los estudiantes deben dar la mejor solución con la construcción de un prototipo.

En la etapa final o de evaluación se analizaron los de la unidad didáctica. Es aquí donde se evalúa su aplicación, desarrolló en los estudiantes las habilidades, competencias y actitudes necesarias para resolver un problema en contexto, integrando los saberes de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología.

III. CONTEXTO

La propuesta se llevará a cabo con estudiantes que están cursando la asignatura de física del electromagnetismo en la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Institución de educación superior de carácter privado, que se encuentra ubicada en la ciudad de Bogotá.

La unidad de trabajo objeto de este estudio estaría conformada por 7 estudiantes de física del electromagnetismo de la Escuela Colombiana de Ingeniería, estudiantes de ingeniería civil, industrial, mecánica, electrónica, eléctrica, sistemas,

ambiental, biomédica y de la carrera de matemáticas. Sus edades oscilan aproximadamente entre los 19 y 21 años. Es importante aclarar que esta asignatura se divide en dos cursos diferentes, dados por distintos docentes, el primero es el curso de teoría y el segundo el curso de laboratorio. Los instrumentos de recolección de la información y la respectiva unidad didáctica, serán aplicados a dos grupos de teoría de física del electromagnetismo.

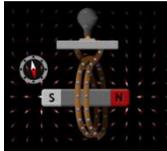
IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Para el presente artículo se toman los resultados de las actividades que convergen al momento de aplicación de la unidad didáctica para sus respectivos análisis.

Inicialmente, se les realizó una actividad con el simulador de generador eléctrico¹, recreando situaciones, donde debían dar solución a ciertos problemas planteados y contestar una serie de preguntas al respecto.

Las respuestas dadas por los estudiantes se encuentran transcritas sin ningún cambio en su redacción u ortografía. La información se sistematizó en forma de matriz, según se muestra en la tabl.

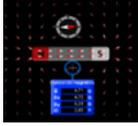
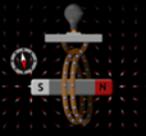
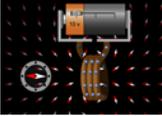
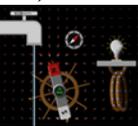
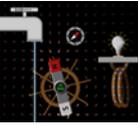
TABLA II. Muestra de la matriz utilizada para la sistematización de las respuestas.

<p>Mueva el imán a través de la bobina y explique con sus palabras el fenómeno observado teniendo en cuenta las cargas dentro de la bobina y la iluminación del bombillo.</p>		
<p>RESPUESTAS</p>	<p>ANÁLISIS</p>	<p>NRP</p>
<p>E1: Podemos observar que el bombillo se prende cuando pasa por los polos y la intensidad de este depende de la velocidad a la que pase el campo magnético sobre este, y que dependiendo de el polo los electrones dentro de las bobinas se mueven a una dirección específica creando energía.</p>	<p>El E1 realizó la experiencia propuesta, describe la experiencia dando opiniones propias, identifica variables como intensidad, velocidad, movimiento de electrones, relacionándolos de una manera correcta.</p>	<p>N3</p>

En la tabla III se puede observar el tipo de pregunta que se les hizo a los estudiantes, después de la actividad realizada en el simulador. Cada respuesta se clasificó según los niveles de resolución de problemas que se encuentra en la tabla I, dando los siguientes resultados:

¹ El simulador se encuentra en la siguiente dirección <https://phet.colorado.edu/es/PE/simulation/legacy/generator>

TABLA III. Clasificación de las respuestas iniciales dadas por los estudiantes según los niveles de RP

PREGUNTAS	N1	N2	N3	N4	N5	NC
<p>1. ¿Cómo se produce el campo magnético en la situación planteada?</p> 		E3-E5	E2-E4- E6-E7			E1
<p>2. Mueva el imán a través de la bobina y explique con sus palabras el fenómeno observado teniendo en cuenta las cargas dentro de la bobina y la iluminación del bombillo.</p> 		E7	E1-E2- E3-E5	E4-E6		
<p>3 ¿Si usted compara el campo magnético producido en las actividades 1 y 2, con el campo magnético producido en este caso, que puede concluir?</p> 	E1-E2- E6	E4-E3- E5	E7			
<p>4. Describa el fenómeno observado cuando el imán se pone en movimiento. (Respecto a campo magnético, cargas al interior de la bobina, cantidad de iluminación del bombillo)</p> 		E7-E5	E2-E3- E6	E1-E4		
<p>5. ¿Cuál es la relación que tienen implicadas en el fenómeno?</p> 	E3	E2-E7		E4-E5		E1- E6

La mayoría de las respuestas se encuentran clasificadas en los niveles dos y tres de resolución de problemas, siendo estos los iniciales realizados antes de ver los conceptos de inducción de Faraday. En la tabla a continuación se muestran la cantidad de estudiantes y su nivel de clasificación por cada respuesta.

TABLA IV. Cantidad de estudiantes por cada nivel en cada respuesta. El primer número es la cantidad de estudiantes en cada nivel.

RESPUESTAS	ESTUDIANTES/NIVEL
R1	2E-N2 4E-N3 1E-NC
R2	1E-N2 4E-N3 2E-N4
R3	3E-N1 3E-N2 1E-N3
R4	2E-N2 3E-N3 2E-N4
R5	1E-N1 2E-N2 2E-N4 2E-NC

En la tabla IV se observa que en la respuesta uno el nivel donde hay mayor cantidad de estudiantes es el tres, en la respuesta dos hay cuatro estudiantes clasificados en el nivel tres, en la respuesta tres, hay tres estudiantes en el nivel uno

y tres estudiantes en el nivel dos, mientras que en la respuesta cuatro hay tres estudiantes en el nivel tres y dos estudiantes en el nivel dos y cuatro y por último en la respuesta cinco, hay dos estudiantes en los niveles dos y cuatro, dos estudiantes que no clasifican y un estudiante en el nivel uno.

El momento de aplicación de la unidad didáctica se basó en el proceso de diseño de ingeniería, parte importante de las actividades en la educación STEM, presentándoles un problema real, para que los estudiantes a través de varias etapas den solución al problema planteado. Según Tamayo, Zona y Loaiza (2016), al aplicar este tipo de actividades en donde el estudiante debe dar solución a un problema en condiciones reales, se generan cambios en la forma de ver y de pensar, adquiere independencia cognoscitiva, aprende a debatir, a criticar científicamente, a hacer uso de todos los conocimientos y habilidades adquiridas a través de su experiencia, de una manera autónoma

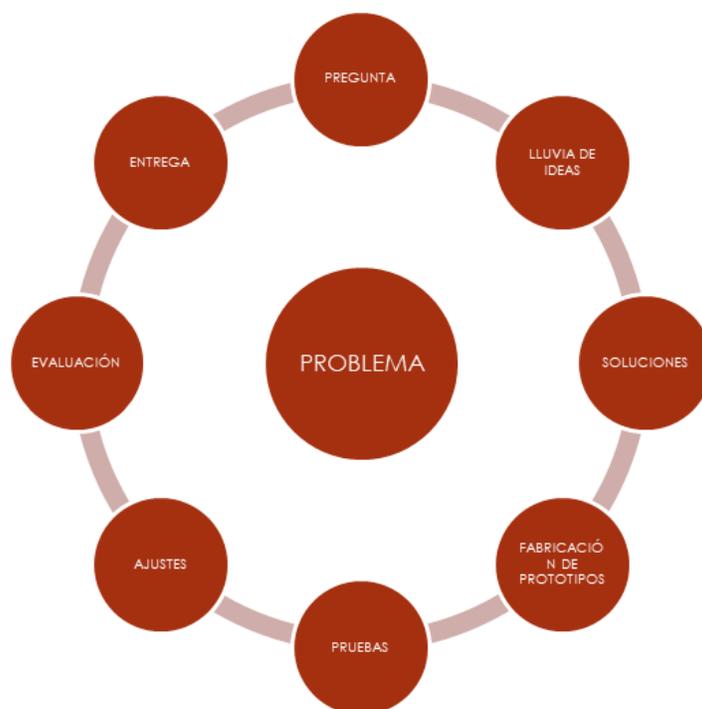


FIGURA 2. Proceso de diseño en ingeniería.

En primera instancia se les presentó una noticia del periódico el Tiempo de la ciudad de Bogotá, publicada el 10 de febrero del 2019, que contaba una de las tantas problemáticas sociales que aquejan a muchas de las poblaciones del país y es la falta de fluido eléctrico:

Sipí es una de las poblaciones colombianas que permanecen a oscuras casi todo el tiempo. Según datos del Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas para las Zonas no Interconectadas (Ipse), **hay 1.710 localidades rurales en Colombia en donde se calcula que 128.587 personas solo acceden al servicio entre cuatro y doce horas al día.**

Los habitantes de esta pequeña población del sur del Chocó, a la que solo se puede llegar por vía fluvial, aseguran que con el pasar de los años se adaptaron a vivir con pocas horas de energía eléctrica durante el día. **La escuela, ubicada en la cabecera municipal, solo funciona en jornada diurna** porque la planta generadora de energía se daña constantemente y ni siquiera brinda corriente para mantener los computadores encendidos en clase de informática.

La falta de iluminación pública también facilitó durante varios años el actuar de grupos criminales, que aprovechaban la oscuridad para atacar a la Fuerza Pública o cometer robos en las calles.

La prestación del servicio de energía eléctrica en la cabecera municipal de Sipí y en las otras quince comunidades que pertenecen a este territorio se hace a través de plantas que consumen cada una en promedio 36 galones de ACPM durante 10 horas; es decir, para mantener funcionando solo una máquina es necesaria la inversión de 360.000 pesos al día y de 10'800.000 pesos al mes. La Escuela ubicada en la cabecera municipal, solo funciona en jornada diurna, porque la planta generadora de energía se daña constantemente. Fuente: <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/los-poblados-que-aun-no-tienen-energia-electrica-en-colombia-324980>

FIGURA 3. Noticia del periódico el Tiempo.

Se les preguntó a los estudiantes, cómo ellos desde su posición de futuros ingenieros pueden brindar una solución a los problemas que aquejan poblaciones como Sipí, usando una generación limpia, sin necesidad de combustibles costosos. Esta etapa se enfoca en que los estudiantes reflexionen de una manera activa sobre los problemas de su entorno y busquen soluciones acordes a sus conocimientos, desarrollando habilidades propias del pensamiento crítico (Acero, 2018).

Después de una investigación por parte de los estudiantes de las condiciones y características sociales, culturales, climáticas, de acceso a la población de Sipí, se presentaron las mejores opciones dadas por ellos como una lluvia de ideas. Entre estas estaban las celdas fotovoltaicas, la generación hidráulica de manera tradicional, la pequeña central hidroeléctrica y la generación eólica. Se escogió la generación eólica de eje vertical como mejor opción. Una vez se determinó cuál era el tipo de generación que se iba a utilizar para el proyecto, se les dieron los parámetros a los estudiantes para el diseño del prototipo. Se comenzaron las construcciones, las pruebas y los ajustes. Todas estas etapas se encuentran enmarcadas dentro del proceso de diseño en ingeniería que según Botero (2018) “aportan conexiones entre las asignaturas y desarrollan las habilidades de la educación STEM, como son la investigación, el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la creatividad y la comunicación”



FIGURA 4. Construcción, pruebas de prototipos, fuente propia.

A lo largo de este proceso se les presentaron a los estudiantes todo tipo de problemas, en algunos casos de diseño, del tipo de materiales seleccionados, de fabricación de la estructura, de ensamble entre la parte mecánica y la eléctrica, de cálculos, en fin, una serie de inconvenientes que se clasificaron en 4 grupos según se observa en la figura 5.

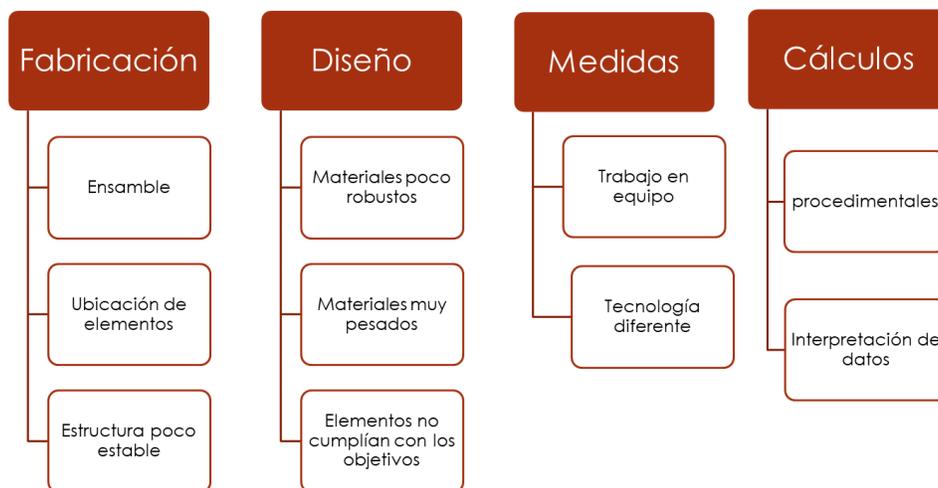


FIGURA 5. Problemas presentados en el momento de aplicación.

El momento de aplicación se evaluó por medio de un video con el objetivo de desarrollar en ellos la comunicación, que es una de las habilidades de la educación STEM (Botero, 2018). Con esta estrategia, los estudiantes dan evidencias y explican el proceso que llevaron a cabo, en cada una de las etapas de implementación del generador. Allí manifestaron cada uno de los problemas que se les presentaron a lo largo de todo el proceso, los ajustes realizados, la evaluación del desempeño de su prototipo, para cumplir los objetivos planteados en la actividad. De esta manera demostraron la utilización de estrategias de control, monitoreo y evaluación, propias de la regulación metacognitiva, desarrollando así la responsabilidad de su propio aprendizaje, por medio de la resolución de problemas (Paz, 2011).

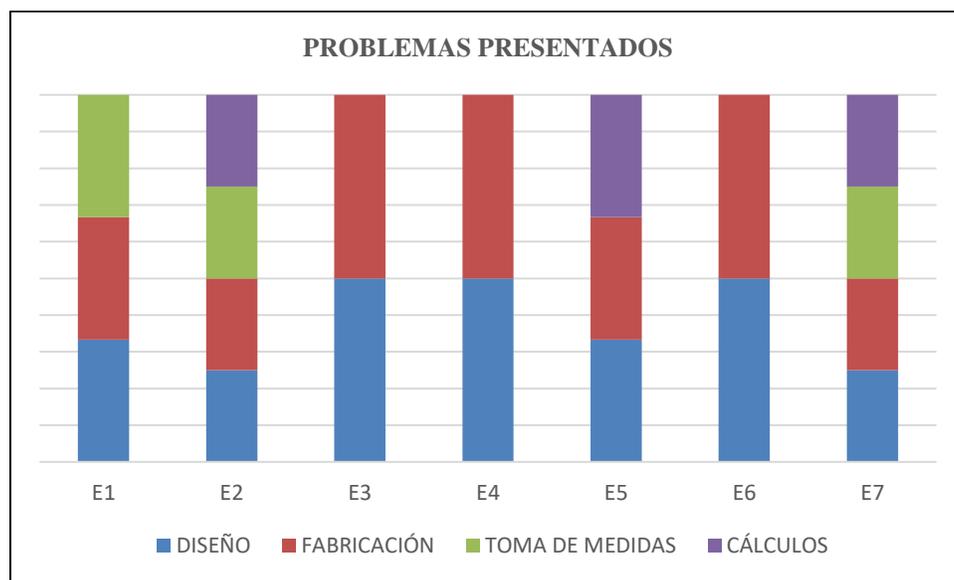


FIGURA 6. Clasificación de problemas presentados por estudiante.

Como se evidencia en la gráfica los estudiantes 2 y 7 presentaron los cuatro problemas y realizaron los ajustes y correcciones pertinentes. El estudiante 5, presentó tres de los cuatro grupos de problemas, pero los ajustes, solos los realizaron en la parte de cálculos, no corrigieron ningún otro problema presentado. Los Estudiantes 3,4 y 6 solo presentaron dos de los cuatro problemas y los ajustes los realizaron a la parte de fabricación del prototipo.

Una vez entregaron el video con todos los requerimientos pedidos para el cumplimiento de los objetivos planteados, se les realizaron preguntas similares a las iniciales para clasificarlas en los diferentes niveles y así corroborar si este proceso aportó la conexión esperada entre los conceptos vistos y las habilidades en la Resolución de problemas.

TABLA V Clasificación de las respuestas finales dadas por los estudiantes según los niveles de RP

PREGUNTAS	N1	N2	N3	N4	N5	NC
<i>1. ¿Describa físicamente cómo se produce el campo magnético en el generador que ustedes utilizaron para su proyecto,</i>			E5	E1-E2-E7	E3-E6-E4	
<i>2. Describa físicamente como se induce el voltaje en el generador, ¿Qué variables intervienen en el proceso? ¿De qué depende la magnitud de voltaje inducido en el generador?</i>			E5	E4	E2-E3-E6-E7	E1
<i>3. ¿Si usted compara el campo magnético producido en las actividades 1 y 2, con el campo magnético producido en este caso, que puede concluir?</i>			E1-E2-E7-E3-E6-E5	E4		
<i>4. Cómo se produce el movimiento en el generador que ustedes construyeron??</i>			E3-E6-E4-E5	E1	E2-E7	
<i>5. ¿Cuál es la relación que tienen las variables implicadas en el funcionamiento del generador</i>			E5	E1-E2-E7-E4	E3-E6	

En la tabla V se observa que no existen respuestas clasificadas en niveles uno o dos, se encuentran en los niveles tres, cuatro y cinco.

TABLA VI. Cantidad de estudiantes por cada nivel en cada respuesta final. El primer número expresa la cantidad de estudiantes en ese nivel.

RESPUESTAS	ESTUDIANTES/NIVEL
R1	1E-N3 3E-N4 3E-N5
R2	1E-N3 1E-N4 4E-N5 1E-NC
R3	6E-N3 1E-N4
R4	4E-N3 1E-N4 2E-N5
R5	1E-N3 4E-N4 2E-N5

La tabla VI muestra que en la respuesta uno, hay tres estudiantes clasificados en nivel cuatro y tres estudiantes clasificados en nivel cinco, en la respuesta dos, el nivel en que más estudiantes quedaron clasificados fue el cinco, en la respuesta tres, hay seis en nivel tres, en la respuesta cuatro, el nivel con mayor cantidad de estudiantes es el tres, y en la respuesta cinco, el nivel que predomina es el cuatro.

Al comparar las respuestas dadas en la prueba inicial y las de la prueba final se obtuvo la siguiente tabla:

TABLAVII. Comparación de los niveles de resolución de problemas iniciales con finales.

	P1I	PIF	P2I	P2F	P3I	P3F	P4I	P4F	P5I	P5F
E1	NC	N4	N3	NC	N1	N3	N4	N4	NC	N4
E2	N3	N4	N3	N5	N1	N3	N3	N5	N2	N4
E3	N2	N5	N3	N5	N2	N3	N3	N3	N1	N5
E4	N3	N5	N4	N4	N2	N4	N3	N3	N4	N4
E5	N2	N3	N3	N3	N2	N3	N2	N3	N4	N3
E6	N3	N5	N4	N5	N1	N3	N3	N3	NC	N5
E7	N3	N4	N2	N5	N3	N3	N2	N5	N2	N4
	Sube 1 nivel		Sube 2 niveles		Sube tres niveles			Sube 4 niveles		

Los colores de la tabla indican la cantidad de niveles de resolución de problemas que lograron subir los estudiantes comparando las preguntas iniciales con las finales. Se puede observar que todos los estudiantes, lograron mayores niveles de resolución de problemas en mínimo dos respuestas respecto a las iniciales, siendo el estudiante 2 quien logró subir de nivel todas sus respuestas. Este estudiante logró solucionar todos los problemas que se le presentaron en la construcción y entrega de su prototipo según se observa en la figura V. Por otro lado, en la tabla VIII se observa que el estudiante cuatro en dos de sus cinco respuestas logró subir dos niveles en RP, siendo este caso el que menos respuesta logró cambiar de nivel y el que menos ajustes realizó a su proyecto. Según lo mostrado en la tabla, un estudiante aumentó el nivel de RP en todas sus respuestas, tres estudiantes en cuatro respuestas, dos estudiantes en tres respuestas y uno en dos respuestas. Con estos resultados se demuestra que la enseñanza basada en problemas permite la construcción del conocimiento, haciendo que los estudiantes relacionen los conceptos vistos, con situaciones reales y manteniéndolos motivados en sus aprendizajes (Acero, 2018).

I. CONCLUSIONES

- ✓ La estrategia implementada generó resultados positivos en cuanto que los estudiantes lograron subir los niveles en la resolución de problemas. A los que se les presentaron los cuatro problemas clasificados y lograron resolverlos, subieron entre dos y tres niveles en su respuesta final.
- ✓ Al implementar actividades de aula utilizando estrategias STEM que fomentan el trabajo en equipo, la creatividad, la investigación, el pensamiento crítico, la adaptabilidad y la comunicación los estudiantes se vuelven más analíticos, más reflexivos adquiriendo independencia cognoscitiva habilidad primordial en la resolución de problemas.
- ✓ A los estudiantes se les debe presentar problemas en contexto, con soluciones tangibles, para lograr un aprendizaje profundo permitiendo así una aprehensión en sus conocimientos y generar conciencia social, desde los inicios de sus carreras, para que al ser profesionales brinden su apoyo a comunidades vulnerables del país.
- ✓ Las actividades de aula deben preparar a los estudiantes para adaptarse rápidamente a los cambios ya sea en la tecnología o en la sociedad, a ser más reflexivos en sus decisiones, a ver diferentes soluciones a un mismo problema.

- ✓ Se deben diseñar metodologías de enseñanza donde los estudiantes resuelvan problemas reales para que apliquen los conceptos adquiridos a lo largo de su carrera, de una manera integral y así desarrollen habilidades en la resolución de problemas, para volverlos competitivos en un mundo que cambia continuamente.

II. AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi amado esposo, quien estuvo apoyándome en todo momento a lo largo de este proceso, a mis adorados hijos quienes cedieron su tiempo para que pudiera culminar mi trabajo, a mi madre por su continua ayuda, a mi tutor Wilman Ricardo Henao por creer en mí e impulsarme continuamente a lo largo de esta etapa y a la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, por propiciar mi continuo crecimiento académico.

REFERENCIAS

Acero, S. (2018). *Aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico a la genética mendeliana*. Manizales: UAM.

Adúriz Bravo, A. (2020). *Investigación sobre enseñanza de las Ciencias "En contexto": Una oportunidad para el enfoque STE(A)M con fundamento humanista*. Conferencia 25 junio: Enseñanza de las Ciencias. Argentina (Virtual): Instituto CeFIEC.

Botero Espinosa, J. (2018). *Educación STEM, introducción a una nueva forma de Enseñar y Aprender*. Bogotá: Stilo impresores ltda.

Breiner, J., Johnson, C., Herkness, S., & Koehler, C. (2012). *Whats is STEM? A Discussion about conceptions of STEM in education and partnerships*. *School Science and Mathematics*.

Couso, D. (20 de noviembre de 2017). Revive lo que fue la conferencia "Educación STEM" por Digna Couso. *Obtenido*. <http://ddcc.ucv.cl/web/index.php/2017/11/20/revive-lo-que-fue-la-conferencia-educacion-stem-realizada-por-diga-couso/>

ECI. (s.f.). Página principal Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. *Obtenido de* https://www.escuelaing.edu.co/es/programas/pregrado/Ingenier%C3%ADa+El%C3%A9ctrica+/perfil_del_graduado

García, F. (2000). *Los modelos didácticos como instrumento de análisis de intervención en la realidad educativa*. Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales.

Paz, H. (2011). *Como desarrollar la metacognición en la educación superior mediante la resolución de problemas*. INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 31, 213-223.

Rawlings, C. (2017). *British Council Colombia*. *Obtenido de* <https://www.britishcouncil.co/stem>

Sanmartí, N. (2000). *Diseño de unidades didácticas*. En P. Palacios, F. J., & P. Cañal de León, *Didáctica de las ciencias experimentales* (págs. 239-266). España: Marfíl, colección ciencias de la educación.

Tamayo Alzate, O. E., Zona López, J. R., & Loaiza Zuluaga, Y. E. (2016). *La resolución de problemas como constituyente del pensamiento crítico en el aula de ciencias*. En O. E. Tamayo Alzate, J. R. Zona López, & Y. E. Loaiza Zuluaga, *Pensamiento crítico en el aula de ciencias* (págs. 183- 208). Colombia: Matiz Taller.

Tamayo, O. (2014). *Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias*. TED, 25-46.