



**PROMOCIÓN DE HABILIDADES EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS, EN FÍSICA DEL ELECTROMAGNETISMO A TRAVÉS DE
ESTRATEGIAS STEM**

DIANA PATRICIA ORDUZ CAMACHO

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2020

**PROMOCIÓN DE HABILIDADES EN LA RESOLUCIÓN DE
PROBLEMAS, EN FÍSICA DEL ELECTROMAGNETISMO A TRAVÉS DE
ESTRATEGIAS STEM**

Autora

DIANA PATRICIA ORDUZ CAMACHO

Proyecto de grado para optar al título de Magister en Enseñanza de las Ciencias

Tutor

WILMAN RICARDO HENAO GIRALDO

Doctor en Educación

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE ESTUDIOS SOCIALES Y EMPRESARIALES
MAESTRÍA EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS
MANIZALES**

2020

DEDICATORIA

A mi esposo Carlos Pérez, quien ha sido mi apoyo incondicional en este proceso, a mis hijos Juliana Pérez y Mateo Pérez, quienes han cedido su tiempo familiar para que yo pudiera terminar mis estudios, siempre han sido y serán el motor que me impulsa para cumplir las metas y salir siempre adelante.

A mi mamá Gladys Camacho y a mi abuelita Flor Gómez quienes me enseñaron a luchar por mis ideales y nunca rendirme ante las adversidades.

AGRADECIMIENTOS

- ✓ A mi tutor Wilman Ricardo Henao por creer en mí e impulsarme continuamente a lo largo de esta etapa, porque más que un profesor ha sido un amigo para mí.
- ✓ A la Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, por propiciar mi continuo crecimiento académico.
- ✓ A Sandra Janeth Motta, Herney Rodríguez, Raúl Panqueva, mi equipo de trabajo, de quienes ha aprendido mucho a lo largo de estos años, y quienes siempre han estado a mí lado y me apoyan en todas las locuras a lo largo de esta aventura STEM.
- ✓ A Jairo Botero quien con su amor a la educación STEM, me enseñó a través de su libro y sus cafés STEM, todo lo que es este maravilloso mundo.
- ✓ A Jaime Isaza quien me invitó a participar de la maestría y me apoyó todo el tiempo a lo largo de mis estudios.
- ✓ A Ana Milena López por su continua ayuda, apoyo, cariño, por su calidad humana, por estar ahí siempre, gracias.
- ✓ A todos los profesores de la maestría por abrirme todo un mundo de nuevos conocimientos.

RESUMEN

Esta investigación tiene como objetivo principal promover en los estudiantes de física del electromagnetismo habilidades en la resolución de problemas, aplicando estrategias STEM. Se implementó una unidad didáctica a estudiantes en edades entre 19 y 21 años, Con la intención de desarrollar habilidades en resolución de problemas. La unidad de trabajo para el análisis de resultados fueron 7 estudiantes escogidos de manera aleatoria.

En primera instancia se les aplicó un instrumento de lápiz y papel con situaciones problemáticas, para clasificar las respuestas en los niveles de resolución de problemas, basados en los de Tamayo Alzate, Zona López, & Loaiza Zuluaga, (2016). La unidad didáctica se dividió en cuatro momentos: Inicial, promoción, síntesis y de aplicación. En cada uno de ellos los estudiantes promovían diferentes habilidades en la resolución de problemas, y así prepararlos para la realización de las actividades de promoción de la unidad didáctica, donde a partir de un problema presentado, en el periódico **El Tiempo** en el que se publica uno de los muchos percances que aquejan las poblaciones de nuestro país y es la falta de fluido eléctrico. Luego, se realizan diferentes actividades donde se aplica el proceso de diseño en ingeniería culminando con la fabricación de un prototipo, de generador eólico básico. Se evidencia que respecto a cómo empezaron el semestre, los estudiantes lograron promover las habilidades y subir los niveles en Resolución de problemas, cumpliendo así con el objetivo planteado para esta investigación.

Palabras clave: Resolución de problemas, pensamiento crítico, STEM

ABSTRACT

The main objective of this research is to promote problem-solving skills in electromagnetic physics students by applying STEM strategies. A didactic unity was implemented to students between 19 and 21 years old,. With the intention of developing skills in problem solving. The unit of work for the analysis of results was 7 students chosen at random.

In the first instance, a paper and pencil instrument was applied to them with problematic situations, to classify the answers in the levels of problem solving, based on those of Tamayo Alzate, Zona López, & Loaiza Zuluaga, (2016). The didactic unit was divided into four moments: Initial, promotion, synthesis and application. In each one of them, the students promoted different skills in problem solving, and thus prepared them for the realization of the promotion activities of the didactic unit, where from a problem presented, one of the many mishaps that afflict the populations of our country is published in the newspaper El Tiempo, and that is the lack of electrical fluid. Then, different activities are carried out where the design process is applied in engineering culminating with the manufacture of a prototype, of basic wind generator. It is evident that regarding how they started the semester, the students managed to promote the skills and raise the levels in RP, thus fulfilling the objective set for this research.

Keywords: Problem solving, critical thinking, STEM

TABLA DE CONTENIDO

1	PRESENTACIÓN.....	12
2	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3	OBJETIVOS.....	17
3.1	OBJETIVO GENERAL.....	17
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICO.....	17
4	JUSTIFICACIÓN.....	18
5	MARCO TEÓRICO	20
5.1	ANTECEDENTES	20
6	REFERENTE TEÓRICO.....	24
6.1	RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	25
6.2	NIVELES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	27
6.3	EDUCACIÓN STEM	29
6.3.1	Interdisciplinaridad.....	30
6.3.2	Stem Como Metodología Activa	30
6.3.3	Referentes STEM	33
7	METODOLOGÍA	37
7.1	ENFOQUE METODOLÓGICO.....	37
7.2	DISEÑO METODOLÓGICO.....	38
7.2.1	Etapa Inicial o Teórica.....	38
7.2.2	Etapa Intermedia o Metodológica.....	40
7.2.3	Etapa De Evaluación o Etapa Final	41
8	CONTEXTO	42
8.1	UNIDAD DE TRABAJO	42
8.2	INSTRUMENTOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN.....	43
8.2.1	Actividad Momento Inicial.....	44
8.2.2	Actividades Momento De Promoción:	44

8.2.3	Actividad Momento De Síntesis.....	45
8.2.4	Actividades Momento De Aplicación:	45
8.3	TRIANGULACIÓN Y CODIFICACIÓN.....	46
8.4	CONSIDERACIONES ÉTICAS	46
9	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	47
9.1	MOMENTO 1: ANÁLISIS ACTIVIDADES PÉNDULOS.....	47
9.2	MOMENTO 2: ANÁLISIS ACTIVIDADES GENERADOR EÓLICO	64
10	CONCLUSIONES.....	77
11	RECOMENDACIONES	79
12	REFERENCIAS	80
13	ANEXOS.....	84

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de resolución de problemas basados en los dados por (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016)	28
Tabla 2 Habilidades en resolución de problemas	29
Tabla 3 Etapas del diseño en ingeniería basadas en Botero (2018)	35
Tabla 4 Habilidades en las disciplinas STEM basadas en las dadas por Botero (2018)	35
Tabla 5 Niveles de resolución de problemas con ajustes	37
Tabla 6 Categorías y subcategorías	39
Tabla 7 Clasificación de estudiantes ECI, según estrato	42
Tabla 8 Descodificación de colores para las respuestas	46
Tabla 9 Matriz de sistematización de la información inicial, en la segunda etapa.....	48
Tabla 10 Matriz de sistematización de respuestas iniciales actividad 2.....	51
Tabla 11 Matriz de sistematización de respuestas finales actividad 2	53
Tabla 12 Cuadro resumen de las redes sistémicas.....	59
Tabla 13 Niveles de clasificación de las respuestas iniciales momento 1	60
Tabla 14 Niveles de clasificación de las respuestas finales momento 1	61
Tabla 15 Comparación de niveles de resolución de problemas obtenidos por estudiante. Respuesta escrita.....	62
Tabla 16 Comparación de niveles de resolución de problemas obtenidos por estudiante. Respuesta gráfica.....	63
Tabla 17 Muestra de la matriz utilizada para la sistematización de las respuestas	64
Tabla 18 Clasificación de las respuestas iniciales dadas por los estudiantes según los niveles de RP	65

Tabla 19 Cantidad de estudiantes por cada nivel en cada respuesta. El primer número es la cantidad de estudiantes en cada nivel.	66
Tabla 20 Niveles de clasificación de las respuestas iniciales momento 2.....	67
Tabla 21 Matriz de sistematización de los problemas y ajustes presentados por los estudiantes	71
Tabla 22 Clasificación de los problemas presentados en el momento de aplicación.	71
Tabla 23 Clasificación de las respuestas finales dadas por los estudiantes según los niveles de RP	73
Tabla 24 Cantidad de estudiantes por cada nivel en cada respuesta final. El primer número expresa la cantidad de estudiantes en ese nivel	74
Tabla 25 Niveles de clasificación de las respuestas momento 2	75
Tabla 26 Comparación de los niveles de resolución de problemas iniciales con finales	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Habilidades para el siglo XXI basadas en las dadas por Botero (2018)	36
Figura 2 Etapas de la investigación	41
Figura 3 Red sistémica prueba inicial, situación 1	49
Figura 4 Red sistémica prueba final, situación 1	50
Figura 5 Red sistémica prueba inicial, situación 2	52
Figura 6 Red sistémica prueba final, situación 2.....	53
Figura 7 Red sistémica prueba inicial, situación 3	54
Figura 8 Red sistémica prueba final, situación 3.....	56
Figura 9 Red sistémica prueba inicial, situación 4	57
Figura 10 Red sistémica prueba final, situación 4.....	58
Figura 11 Proceso de diseño en ingeniería. Basado en el ciclo dado por (Botero, Educación STEM, introducción a una nueva forma de Enseñar y Aprender, 2018).....	68
Figura 12 Noticia del periódico el Tiempo.....	68
Figura 13 Construcción y pruebas de prototipos, fuente propia.....	70

1 PRESENTACIÓN

Hoy en día cuando la tecnología cambia a pasos agigantados, la información se encuentra por todos lados y se hace necesario un cambio en la forma en que se están enseñando las asignaturas de ciencias naturales, no se puede seguir dando física como a principio de siglo XX.

Se debe preparar a los estudiantes para que sean autónomos en sus aprendizajes, para que se adapten a estos cambios abruptos que cada vez van a ser mayores, se les debe capacitar para un campo laboral difícil y muy cambiante. Por eso es nuestro deber como maestros, dar el primer paso, capacitarnos y cambiar la forma de enseñanza en este tipo de asignaturas, por una donde se vuelvan más reflexivos, analíticos, observadores y creativos.

Por eso, la intención de esta investigación es mostrar que, con una metodología de enseñanza diferente, donde el estudiante sea el responsable de su aprendizaje, que adquiera las herramientas suficientes para poder resolver problemas, se está dando paso a un nuevo rumbo en la forma de impartir el conocimiento.

Este trabajo busca promover las habilidades en la resolución de problemas a través de 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 A., 2020) y de esta manera comprobar que, al empezar a realizar estos cambios, los estudiantes van adquiriendo independencia cognoscitiva, propia de la resolución de problemas.

Se diseñó una unidad didáctica basada en el trabajo de (Sanmartí, 2000) donde las situaciones se retomarán a lo largo de las cuatro etapas propuestas, en donde aprenderán a resolver problemas de experimentación, de fabricación de elementos, de medición con instrumentos, para culminar con la construcción de un prototipo de máquina eléctrica que deberá cumplir con ciertos parámetros pedidos en la actividad final de la unidad didáctica.

A partir de allí las actividades se basaban en el diseño de ingeniería, pilar importante en la educación STEM, culminando con la construcción de un generador eólico, básico a escala. Después de la realización de la toma de datos y de la presentación del prototipo, se procedió a realizarles preguntas conceptuales sobre el funcionamiento eléctrico y mecánico del aparato.

Estas respuestas se clasificaron en niveles de resolución de problemas y se compararon con las obtenidas en la actividad de promoción No 7. El resultado fue bastante positivo, los estudiantes lograron subir varios niveles de Resolución de problemas en sus respuestas.

Se evidenció que promovieron habilidades como el trabajo en equipo, la observación, el análisis, la creatividad, la utilización de tecnología diferente, realizaron actividades metacognitivas que les ayudaron a cumplir los objetivos de la última actividad planteada.

2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En las universidades de ingeniería, se ha observado que los estudiantes enfrentan dificultades en el aprendizaje de asignaturas de matemáticas, ciencias naturales y en algunos casos del ciclo profesional (Paz, 2011). Esto debido a que, comúnmente se utiliza el modelo didáctico tradicional, en donde basta con que el profesor tenga buen dominio del tema, de su saber disciplinar, y donde el método de enseñanza es la transmisión de información. En este modelo didáctico el estudiante se remite a memorizar conceptos reproduciéndolos lo mejor posible en las evaluaciones, lo que genera un déficit en la capacidad de pensamiento, de reflexión, de búsqueda y organización en la información (García, 2000) y lo más preocupante es que se encuentra arraigado en las universidades de ingeniería del país.

Según Acosta & Vasco, (2013) el estudiante puede haber adquirido la habilidad para realizar ecuaciones matemáticas, tiene el conocimiento y la práctica precisa, pero para ser competente debería ser capaz de aplicar ésta habilidad para solucionar un problema en un contexto real, entendiéndose por problema aquellas situaciones que demandan reflexión, búsqueda, investigación, y donde para responder hay que pensar en las múltiples soluciones y definir una estrategia de solución (Gaulin, 2000), es decir, están aprendiendo a ser hábiles más no competentes.

Por otro lado, la concepción tradicional mantiene, efectivamente, una división de los saberes por asignaturas (García, 2000), problema que se ve reflejado en los estudiantes porque les es difícil integrar los conocimientos adquiridos en áreas de matemáticas, ciencias, o de ingeniería aplicada, las cuales se complementan unas a las otras. Pero para algunos estudiantes cada asignatura es una isla que tienen que estudiar a parte, no ven la relación existente, ni siquiera si las asignaturas son de la misma área, por ejemplo, cuando en algún ejercicio de física del electromagnetismo tienen que recurrir a conocimientos de física mecánica, ya no les es fácil acordarse, muchas veces los olvidan, o cuando deben aplicar conceptos vistos en cálculo diferencial o integral, no saben cómo utilizarlos en ejercicios propuestos de física.

A los estudiantes se les debe preparar para que ellos sean los responsables de su propio aprendizaje, y a medida que realicen sus estudios adquieran habilidades suficientes para darle solución a un problema y más aún si es un problema de la vida real, en donde deben integrar los conocimientos alcanzados en matemáticas o ciencias, utilizando la tecnología que tiene a su disposición y aplicando las nociones de ingeniería que van adquiriendo a lo largo de sus estudios. Como es bien sabido el fundamento de la ingeniería es la aplicación de los conocimientos científicos a la resolución de problemas prácticos mediante el empleo del método racional (Valencia, 2004) . Lo importante es que ellos sepan cuál es el momento y método oportuno para dar solución a un problema o reto utilizando las habilidades alcanzadas a lo largo de sus estudios. Es decir que deben ser competentes para un mundo altamente cambiante, y que mejor que lo aprendan a ser, durante su formación académica, y no cuando llevan muchos años de experiencia laboral. Se les debe capacitar para un campo laboral difícil y altamente competitivo (Botero, 2018).

Por lo anterior, se hace indispensable generar nuevas estrategias de enseñanza que faciliten el aprendizaje en los estudiantes, que los motiven, que les den las herramientas necesarias para dar soluciones a problemas encontrados en su entorno, por esta razón se quiere dar respuesta a la pregunta de investigación **¿Cómo promover en los estudiantes de física del electromagnetismo habilidades en la resolución de problemas, aplicando la estrategia STEM?**

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Promover en los estudiantes de física del electromagnetismo habilidades en la resolución de problemas, aplicando la estrategia STEM.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICO

- Identificar los niveles iniciales de la resolución de problemas que tienen los estudiantes.
- Reconocer los niveles de resolución de problemas que adquieren los estudiantes, después de aplicar la unidad didáctica, bajo la estrategia STEM.

4 JUSTIFICACIÓN

En las universidades de ingeniería el curso de física del electromagnetismo ha sido en donde los estudiantes presentan mayores dificultades de aprendizaje a comparación de los otros cursos de física, esto 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 del tipo receta que no les aportan un aprendizaje eficaz a los estudiantes, ya que no le da la oportunidad de planear, reflexionar o evaluar su propio conocimiento, no permitiéndoles ningún tipo de 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 como lo es la física del electromagnetismo, así como lo expresa Tamayo, (2014) se requieren intervenciones didácticas que permitan desarrollar habilidades cognitivas, metacognitivas y de actitud en los estudiantes.

Al ver que el modelo tradicional ha con llevado a que se mantenga una división por saberes, (Garcia, 2000), los estudiantes lo están asumiendo de esa manera, lo que implica que no integren los conocimientos adquiridos a lo largo de sus semestres.

Por esta razón se quiere investigar si por medio de la aplicación de métodos de enseñanza como la resolución de problemas 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, bondades que presenta la estrategia STEM (Science, technology, engineering and math).

Se ha visto que 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)

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.).

5 MARCO TEÓRICO

5.1 ANTECEDENTES

Los antecedentes que se presentan a continuación se consultaron en bases de datos como scopus, scielo, google scholaric y el repositorio de la unam con palabras claves como resolución de problemas, pensamiento crítico, habilidades cognitivas y STEM.

Para realizar dicha investigación se tomaron como referencia los siguientes textos: (Del Valle & Curotto, 2008) , (Acero, 2018), (Paz, 2011) y (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016), (Ruiz, 2017), cuyas investigaciones han sido de una importancia significativa para el actual trabajo ya que se centran en el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la educación STEAM.

La primera investigación que se tuvo en cuenta lleva como título “La resolución de problemas como estrategia de enseñanza aprendizaje” realizada en la facultad de Ciencias exactas y naturales de la universidad de Catamarca en Argentina. La muestra se realizó en un docente y los alumnos de la asignatura de Química general de las carreras de profesorado y Licenciatura de Química. El trabajo se encuadra en la investigación sobre la enseñanza y el aprendizaje de la resolución de problemas de Ciencias exactas y experimentales en el ámbito universitario. Se realizaron estudios de casos, observaciones de clases y entrevistas, estableciendo categorías emergentes y utilizando triangulaciones como fuente de confiabilidad de datos. Esta investigación fue tomada en los antecedentes, primero porque se realizó en el ámbito universitario y segundo porque los resultados mostraban lo que por años sucede en la universidad donde se aplicó la actual investigación. Estos resultados, infieren que definitivamente la resolución de problemas se encuentra muy fuertemente ligada a procesos que implican mecanismo de repetición, donde el aprendizaje se sesga a encontrar la solución a ecuaciones, sin relacionar cuestiones conceptuales y en buena medida el trabajo se realiza con problemas tipo ejercicios, totalmente descontextualizados, y poco motivadores, limitando al estudiante a solo la repetición de pasos que impiden la verdadera comprensión de fenómenos (Del Valle & Curotto, 2008)

Se necesita una enseñanza basada en razonamientos, y la detección temprana de las dificultades que presentan los estudiantes. Por esta razón, al profesor le corresponde orientar su discurso y las actividades que realiza para conseguir que los estudiantes identifiquen otras formas de ver los fenómenos, de pensar, de hablar y para ello es necesario un cambio profundo en la forma de entender qué es enseñar (Del Valle & Curotto, 2008).

Otra de las investigaciones que se tomaron como referencia para el presente trabajo se titula “La resolución de problemas como constituyente del pensamiento crítico en el aula de ciencias” realizada por Tamayo, Zona y Loaiza, (2016). Su propósito fue la solución de problemas en 220 niños de educación básica primaria de los cursos de 4° y 5°, a los que se les aplicaron 10 actividades de enseñanza y a cuyas respuestas se les realizaron análisis cuantitativos y cualitativos, los cuales permitieron describir los procesos y características de la resolución de problemas de los estudiantes. Este trabajo es de vital importancia para la investigación actual, ya que los niveles de resolución de problemas que se toman como base para la caracterización de las respuestas de los estudiantes en la actual investigación provienen de aquí, así como las habilidades que se promueven al utilizar la resolución de problemas. Esto dos temas son fundamentales para la parte de análisis y conclusiones en la investigación actual.

El proyecto de investigación titulado ¿Cómo desarrollar la metacognición en la educación superior mediante la resolución de problemas?, realizado por Paz, (2011), se originó debido a las dificultades que presentaban los estudiantes de ingeniería electrónica en la asignatura de comunicaciones digitales, con la integración de asignaturas de básicas y de la ingeniería aplicada, lo que conllevó al autor a pensar en estrategias de enseñanza enfocadas en resolución de problemas.

Los problemas que los profesores proponen a estudiante de ingeniería presentan situaciones didácticas complejas cuyo objetivo principal es la retención de contenidos y donde los procedimientos, ya son conocidos por los estudiantes, evidenciando que no se tiene en cuenta su desarrollo metacognitivo.

Para (Paz, 2011) resolver un problema implica la realización de tareas que suponen procesos de razonamiento más o menos complejos, y no solamente una actividad asociativa y rutinaria”. En ingeniería los problemas asociados con la realidad no son los más frecuentes, los que se realizan se pueden clasificar en analíticos explicativos y los que dan soluciones, siendo éstos los que se utilizan para propiciar procesos metacognitivos, ya que adoptan múltiples procedimientos y soluciones, favoreciendo al estudiante en la toma de decisiones, el involucramiento, la activación del razonamiento, desarrollando competencias y habilidades mayores que, cuando trabajan con problemas definidos (Paz, 2011).

La conclusión de esta investigación es que se deben diseñar y aplicar metas educativas y enfoques de enseñanza que ayuden a los estudiantes a ser más conscientes de su propia metacognición, el buen uso del diálogo entre docente y estudiante, de los métodos participativos y del modelamiento del profesor de ingeniería son condiciones necesarias para el desarrollo de estrategias metacognitivas, propiciadas por una metodología de enseñanza centrada en la resolución de problemas.

La investigación “Aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico para favorecer el aprendizaje de la genética Mendeliana (Acero, 2018), se llevó a cabo en la Institución Educativa Alvernia del municipio de Puerto Asís, ubicado en el departamento del Putumayo con 25 estudiantes del grado 904 quienes fueron intervenidos con una unidad didáctica basada en la resolución de problemas, realizándole análisis cualitativos de corte descriptivo, para clasificar las respuestas de los estudiantes en niveles de resolución de problemas. Se evidencia que los estudiantes lograron subir mínimo un nivel en resolución de problemas, después de aplicar la unidad didáctica.

Los resultados de esta investigación sugieren que los problemas presentados a los estudiantes deben ser de hechos reales, con soluciones reales, para lograr un aprendizaje profundo que permita la reflexión en torno a los saberes aprendidos y no a los conceptos asimilados. Infiere también, que los docentes deben tener clara la diferencia entre hacer ejercicios problemáticos y la resolución de problemas. El primero es un ejercicio mecánico, poco profundo y con poco interés para los estudiantes, mientras que el segundo implica el uso de habilidades que desarrollan el pensamiento crítico.

El trabajo de investigación titulado “Aprendizaje del concepto de reacciones químicas mediante el modelo de resolución de problemas en los estudiantes de la UCM”, Gómez (2018), cuya idea principal era establecer relaciones entre la resolución de problemas y el aprendizaje de conceptos de ciencias, arrojó resultados positivos, pues los estudiantes lograron, comprender procesos y conceptos propuestos en la unidad didáctica, describir experimentos según sus observaciones utilizando datos y justificando sus respuestas, alcanzando niveles explicativos mayores a los iniciales. Estos referentes son importantes para la investigación actual, porque tocan dos temas principales, la capacitación a docentes en nuevas metodologías de enseñanza, donde el alumno sea más partícipe de su aprendizaje, en donde haya un constante diálogo entre las dos partes, en donde el conocimiento no esté centrado en el docente. Y el segundo porque promueven las habilidades propias de resolución de problemas en los estudiantes.

El trabajo de investigación titulado “Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa” (Ruiz, 2017), fue referente porque integra las bases teóricas y metodológicas del aprendizaje STEAM, que refuerzan el efecto de la robótica, desarrollando en los estudiantes las capacidades creativas, cooperativas y de resolución de problemas propias de un aprendizaje significativo.

En la revisión realizada en las bases de datos, según los casos de investigación, se encontró poca información sobre la implementación de unidades didácticas en las que se articule la resolución de problemas en asignaturas de física del electromagnetismo a nivel universitario, aplicando estrategias STEM, generando que el actual proyecto de investigación tenga una mayor viabilidad, al no existir una investigación al respecto.

6 REFERENTE TEÓRICO

Se ha evidenciado que existe una falencia en cuanto a la enseñanza –aprendizaje de las Ciencias se refiere, cuyo origen radica en la formación del estudiante, en donde el fundamento principal es el aprendizaje memorístico de conocimientos aislados generando en los estudiantes visiones distorsionadas de la realidad (Ruiz, 2017), con bajo nivel de profundización de contenidos, carentes de algún tipo de significado o trascendencia, con poca probabilidad de generar nuevos conocimientos, en donde se puede observar en los estudiantes un fenómeno de pasividad absoluta aceptando toda la información que el profesor imparte y en donde no se le da la oportunidad de generar un pensamiento crítico (Jessup, 1998).

Este modelo didáctico, es el tradicional y está creando un déficit en la capacidad de pensamiento, de reflexión, de búsqueda y organización en la información (García, 2000). Deficiencias en utilizar conocimientos para explicar y comprender fenómenos cotidianos o para entender el funcionamiento de artefactos o máquinas que usan a diario (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016).

Por esta razón en los últimos años se han buscado estrategias didácticas que desarrollen en los estudiantes habilidades propias del pensamiento crítico, el cual se enfoca en tener un estudiante con capacidad de reflexionar sobre los problemas de su entorno buscando soluciones, un estudiante que deje de ser pasivo y pase a hacer parte de su aprendizaje de una manera activa (Acero, 2018) . Una propuesta pedagógica que puesta en práctica viabiliza una formación tendiente a la respuesta adecuada a un entorno cambiante y altamente interactivo en el ambiente social, científico y tecnológico, aproximando al estudiante a la forma de trabajo de los científicos integrando sus nuevos conocimientos con los ya existentes, es la resolución de problemas (Jessup, 1998).

6.1 RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

¿Qué se puede entender por problema?, según Gaulín (2000) un problema es aquella situación que demanda reflexión, búsqueda, investigación, y donde para responder hay que pensar en las múltiples soluciones y definir una estrategia de solución; o para Perales (1998) un problema es cualquier situación prevista o espontánea que produce un cierto grado de incertidumbre y una conducta tendiente a la búsqueda de su solución. Una de las concepciones modernas es la que plantean (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016), en donde ven la resolución de problemas como parte del pensamiento crítico, planteándola como un proceso en donde a situaciones determinadas se les da soluciones específicas.

¿Pero qué está pasando en las aulas de clase?, los profesores confunden la resolución de problemas con la solución de ejercicios de aplicación, al finalizar cada tema realizan una sesión de solución de problemas, y lo que realmente están haciendo es solucionar ejercicios (Jessup, 1998), de una manera repetitiva, buscando generalmente soluciones a ecuaciones, sin relacionarlas siquiera con los conceptos teóricos y en donde no cabe ningún tipo de discusión que con lleve a una reflexión por parte del estudiante, cohibiéndolo así de un verdadero desarrollo cognitivo (Del Valle & Curotto, 2008).

A través de los tiempos, en las asignaturas de ciencias se fueron incorporando prácticas experimentales en los currículos, que surgieron como solución a los problemas de enseñanza - aprendizaje de las ciencias. Existen críticas realizadas por Hodson.D (1992) e investigaciones hechas por Payá, J (1991), que demuestran que hay deficiencias en la realización de estas prácticas. Se trata de la metodología que se utiliza en la enseñanza de la parte experimental de las ciencias, en donde las guías de laboratorio las diseñan del tipo receta y en donde el estudiante solo debe seguir unas instrucciones que en la mayoría de los casos ni entiende para que sirven, simplemente se dedican a mirar lo que marcan los instrumentos de medida. Al finalizar solo anotan en un formato y entregar los resultados, como prueba que si realizaron la práctica del laboratorio. Éste manejo es más común de lo que uno se podría imaginar, sobre todo en laboratorios de Ciencias Naturales, el resultado son estudiantes desmotivados y con pocas ganas de experimentar.

Realmente no se están aprovechando las bondades que las prácticas experimentales pueden aportar en el proceso de aprendizaje profundo de los estudiantes, porque si se lograran cambiar esas guías tipo receta y se cambian por otras donde las preguntas sean del tipo abierto, en donde el estudiante tenga que analizar las situaciones reales que se le están presentando, donde tenga que reflexionar, discutir bien sea con su profesor o sus compañeros, y dar soluciones para cumplir con ciertos objetivos, se estaría promoviendo el desarrollo del pensamiento crítico (López & Tamayo, 2012). Visto de esta manera, las prácticas experimentales, se pueden considerar como una variedad de problemas (Jessup, 1998), sobre todo porque se está trabajando con situaciones reales y no ideales como los ejercicios de los libros. 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 (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016).

Para que las prácticas experimentales sean una posibilidad para transformar el trabajo en el aula y aproximar al estudiante al trabajo científico llevándolo a que obtenga un pensamiento crítico hay que comenzar por cambiar dos aspectos importantes:

1. Hay que abolir las guías tipo receta, dejar las prácticas del tipo de pregunta abierta y seguir los pasos para que nosotros como docentes podamos ir direccionando a los estudiantes en la solución de problemas. Una buena propuesta para tener en cuenta en la construcción de guías para trabajos experimentales es la de Polya quien expone que el docente debe tener en cuenta cuatro etapas a seguir, la primera es la etapa de comprensión del estudiante en donde el docente debe proponer un problema con un nivel de dificultad adecuado para el nivel donde se encuentra ubicado el alumno, la segunda etapa donde el estudiante debe concebir un plan, el docente debe guiar al estudiante a través de preguntas que lo lleven a una estrategia para la solución del problema, basada en experiencias anteriores y conocimientos previos. La tercera etapa la llama de ejecución del plan y es donde el estudiante

examina todos los detalles y analiza si los pasos realizados son los correctos, y en el último paso el estudiante debe llevar a cabo una visión retrospectiva de la solución con el objetivo de verificar los resultados (Chavarria & Alfaro, 2011).

2. Hay que comenzar por enseñarles a los docentes que es un problema, Cómo sería una estrategia pedagógica para solucionar problemas, cuál sería la mejor manera para que el estudiante resolviera un problema real, cómo pueden utilizar los conocimientos adquiridos para solucionar el problema, cómo desarrollar un pensamiento crítico y lo más importante, que ellos adquieran la habilidad de diseñar las actividades de tal manera que los estudiantes tengan la necesidad de aplicar todos los conocimientos que han adquirido a través de sus diferentes experiencias vividas dentro y fuera de su plantel educativo.

Si no se adoptan nuevas estrategias didácticas en el aula, no se va a llegar a la realización de una transformación significativa para que los estudiantes realmente obtengan un pensamiento crítico. Es importante que las investigaciones sean visibles al mundo académico para que cada vez seamos más los que propongamos este cambio. Así como lo expresa Tamayo (2014) solo con el actuar de maestras y maestros en las aulas, en las instituciones educativas y en los diferentes contextos formadores, se potencializa el pensamiento crítico en los estudiantes.

6.2 NIVELES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Los niveles de resolución de problemas utilizados en esta investigación, para clasificar las respuestas de los estudiantes a sus situaciones problemáticas, están basados en los cinco niveles, propuestos por (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016). En la tabla a continuación se da una breve descripción de lo que es cada nivel.

Tabla 1 Niveles de resolución de problemas basados en los datos por (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016)

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.
Nivel 3	Identifica una o dos variables, en este nivel se reconocen las variables sin realizar algún tipo de relación entre ellas.
Nivel 4	Resolución de problemas de manera inadecuada identificando y relacionando variables y justificando o no dichas relaciones
Nivel 5	Resolución de problemas de manera adecuada identificando, relacionando variables y justificando dichas relaciones

Fuente: elaboración propia

Otro aspecto importante que se tomó de esta investigación, como base para el trabajo actual, fueron las habilidades en resolución de problemas planteadas por (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016). Siendo ellas las mostradas en la tabla 2.

Tabla 2 Habilidades en resolución de problemas



Fuente: elaboración propia

6.3 EDUCACIÓN STEM

STEM por sus siglas en inglés para ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, es una educación que integra varios saberes, con el objetivo que los futuros ciudadanos participen activamente dando soluciones a problemas complejos, relacionando saberes tecnológicos, científicos y matemáticos (Couso, 2017). Puede ser definida también como un acercamiento interdisciplinario de las asignaturas de ciencias, matemáticas, tecnología e ingeniería, que conecta a los estudiantes a través de prácticas rigurosas en un contexto real (Botero, 2018). STEM son estrategias de enseñanza –aprendizaje basadas en proyectos con mayor porcentaje de investigación que puede ser un reemplazo de las conferencias tradicionales impartidas en clases de primaria, secundaria o educación superior (Johnson, Breiner, Harkness, & Koehler, 2011).

La educación STEM nace de la transposición al ámbito educativo del movimiento STEM, que surgió con fines políticos y se define como un enfoque de enseñanza cuyo objetivo es integrar las ciencias, la matemática, la tecnología y la ingeniería, orientada a la resolución de problemas reales, cuyas habilidades y conocimientos le permiten a la ciudadanía comprender la repercusión social de las disciplinas STEM y así participar de manera crítica en la toma de decisiones (Perales & Aguilera, 2020).

6.3.1 Interdisciplinaridad

Al remontarse a la época del constructivismo, fue Vigotsky el primero en observar que el individuo, aprende sobre la base de los conocimientos ya adquiridos, estructurando la realidad alrededor de si mismo, logrando su propia interpretación personal. Por esta razón si se intenta dividir el aprendizaje evitando las conexiones interdisciplinarias, se coactará el aprendizaje de los estudiantes. (Ruiz, 2017). Piaget, otro de los grandes expositores del constructivismo, comenzó a hablar que la realidad era multidisciplinar, y defendía que el enfoque que se le debía dar a la educación debía ser muy cercano a dicha realidad, para que los individuos pudieran construir el conocimiento (Ruiz, 2017).

Entre los muchos modelos que defienden la educación integradora se encuentran el Montessori y el Waldorf, cuyo principal objetivo es renunciar a la transmisión de conocimiento, para promover el pensamiento crítico, mediante la interdisciplinaridad. (Ruiz, 2017).

6.3.2 Stem Como Metodología Activa

Las divisiones entre teoría y práctica están cuestionadas por metodologías que las integran en busca de un aprendizaje significativo y constructivo, esto con el objetivo que los estudiantes estén en la capacidad de enfrentar nuevos retos, de ser más reflexivos, creativos con sólidas bases de conocimientos. Por esta razón se define un modelo educativo centrado en el aprendizaje autónomo, con actividades de enseñanza multidisciplinarias, donde la evaluación sea continua y formativa (Ruiz, 2017)

Ahí es donde las metodologías activas juegan un papel importante, siendo estas las que se utilizan para alcanzar altos niveles cognitivos, aprendizajes autónomos, pensamiento crítico, centradas en el estudiante que facilitan conexiones con diversos contextos (Ruiz, 2017).

Según Ruiz, (2017), las metodologías activas son las siguientes:

1. Aprendizaje basado en proyectos

Se define como un conjunto de tareas que el estudiante debe resolver mediante investigación de manera autónoma, culminando con un producto final. Se estructura en forma de equipos de trabajo fomentando el aprendizaje colaborativo, permitiendo el intercambio de ideas, la expresión de opiniones y el intercambio de ideas (Sánchez, s.f.) citado por (Ruiz, 2017). Debido a la conexión con la realidad el estudiante retiene mayor cantidad de información, sin recurrir a la memorización activando habilidades mentales de orden superior

2. Enseñanza para la comprensión

Para que exista comprensión los estudiantes deben realizar actividades que les demanden generalizar, realizar aplicaciones, buscar otros ejemplos, presentar analogías, buscar nuevas representaciones, todo esto de manera reflexiva y con una retroalimentación que le permita avanzar en su objetivo. Este proceso se divide en actividades preliminares, actividades de investigación guiada, actividades de síntesis, cada una de estas actividades de comprensión se relaciona, con las metas de comprensión, con las inteligencias múltiples y con uno o varios métodos de valoración continua. (Ruiz, 2017).

3. Aprendizaje basado en problemas

El aprendizaje basado en problemas sitúa al estudiante ante una situación problemática, confusa, poco estructurada donde ellos son los protagonistas que mediante investigación deben llegar a una solución viable. Los problemas son oportunidades para que los estudiantes adquieran conocimientos y habilidades de una manera autónoma, den distintas soluciones así no sean la óptima (Ruiz, 2017).

Según Ruiz, (2017) proporcionando al estudiante un problema complejo que requiera de información extra que debe investigar , trabajando en grupo, donde el papel del profesor es de supervisar la información entregada por el estudiante, para que después

pueda realizar una reevaluación de la solución del problema y así reflexionar sobre los conocimientos y habilidades adquiridas durante el proceso, es como el proceso de enseñanza se hace más fuerte alcanzando un nivel de logro educativo más alto, según indicadores del conocimiento, razonamiento y motivación.

4. Aprendizaje cooperativo

El aprendizaje colaborativo formal consiste en que los estudiantes trabajen para completar actividades juntos, alcanzando objetivos de aprendizaje y de la misma manera completar entre todas las tareas individuales. (Ruiz, 2017). Según Johnson, Johnson y Smith, (1991) un trabajo colaborativo debe tener 5 pasos importantes:

- **Interdependencia positiva:** el esfuerzo de cada estudiante beneficia a todo el grupo.
- **Interacción cara a cara:** El hecho de compartir recursos y materiales, el estar compartiendo y el estar ayudando, facilita el éxito de todo el grupo.
- **Responsabilidad individual:** Los miembros del equipo deben asumir la responsabilidad de cumplir con los objetivos y de su parte del trabajo. Ninguno puede estar pasivo en esta labor, ni aprovecharse de sus compañeros.
- **Habilidades interpersonales y de pequeño grupo:** Estas habilidades se refieren al respeto, la comunicación, la creación de un clima de trabajo basados en la confianza, la toma de decisiones, el liderazgo y la resolución de conflictos.
- **Reflexión grupal e individual:** Se reflexiona y se evalúa de forma conjunta si los objetivos se están cumpliendo, si las relaciones del trabajo dentro del grupo son eficaces, se identifican acciones positivas y negativas para saber que conductas se deben conservar o eliminar.

6.3.3 Referentes STEM

Con las tecnologías existentes de hoy, los estudiantes están menos dispuestos a sentarse todo un día en un salón a escuchar a su profesor en el tablero hablar y descifrar ecuaciones complejas, hay que motivarlos de otra manera, como con la realización de prácticas experimentales, y con la utilización de la tecnología que los rodea (Chacko, Appelbaum, Kim, Zhao, & Montclare, 2015).

Uno de los referentes principales, en las estrategias STEM que se implementaron es el caso presentado en Estados Unidos durante la administración del presidente Obama, él le apostó a una educación de alta calidad en donde el estudiante tenía una mayor participación en su aprendizaje.

El hecho de saber plantear un problema o de saber que medios se debían implementar para poder resolverlos proporcionarían a los estudiantes herramientas para la toma de decisiones, con lo que se mejoraría en un gran porcentaje sus resultados de aprendizaje. Al cambiar el enfoque al interior del aula de clase, se generó una mayor asistencia, con lo que se disminuyó la deserción estudiantil, en aquellas instituciones que adoptaron esta estrategia.

Otro punto a favor de esta educación es que a futuro se obtendría profesionales con un mayor número de destrezas, aumentando sus posibilidades para obtener mejores puestos de trabajo.

Estos esfuerzos desarrollados por la administración Obama, alcanzaron en sus últimos años un mayor apoyo por el sector privado, al lograrse alianzas público – privadas, con lo que se generaron nuevas políticas y presupuestos con un destino específico: Fortalecer y Maximizar la Educación STEM, para aumentar la cobertura a estudiantes y docentes.

Desde que se implementó esta política en la educación en Estado Unidos se han preparado 50.000 nuevos maestros en dicha metodología y se han graduado en promedio 25.000 ingenieros adicionales por año.

Para honrar a los jóvenes que utilizan STEM, en el mejoramiento de su entorno, de su comunidad y a la vez de su nación, el presidente Obama creó como tradición la Feria de la Ciencia en la Casa Blanca (Handelsman & Smith, 2016). STEM ha sido utilizada en varias ocasiones para etiquetar, programas, eventos, políticas o prácticas que impliquen una o más disciplinas que lo componen, volviendo al acrónimo familiar. Pero la educación STEM es más que un acrónimo, trae desafíos, contextualizando los problemas, dejando lejos la simple memorización de los conceptos de matemáticas y ciencias (Ortiz, Aduriz, & Greca, 2019).

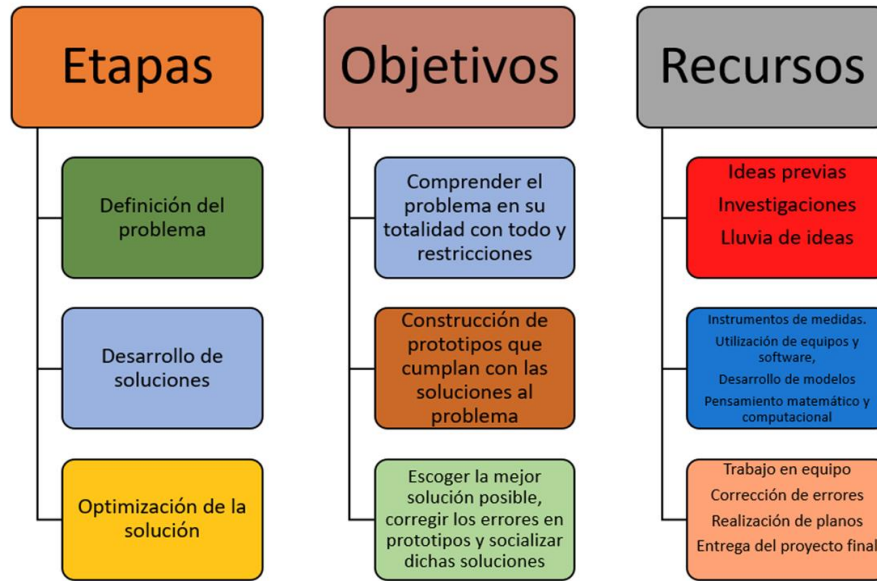
La concepción moderna de STEM incluye la noción de la integración de las diversas disciplinas utilizadas para resolver problemas del mundo real (Ortiz, Aduriz, & Greca, 2019).

La educación STEM tiene un enfoque pedagógicamente poderoso para el desarrollo de competencias ciudadanas con el objetivo que las actividades aquí incluidas, sea la resolución responsable de problemas sociales pertinentes. Su filosofía debe estar dirigida a difundir una visión humanista del mundo (Ortiz, Aduriz, & Greca, 2019).

La forma en que se ha visto y entendido la educación no puede ser la misma, debe adaptarse de manera urgente a las nuevas condiciones de la sociedad cambiante e inminentemente tecnológica de hoy, que exige que los estudiantes desarrollen habilidades como liderazgo, investigación, pensamiento crítico, creatividad, comunicación y trabajo en equipo, habilidades y competencias propias de la educación STEM, para que cuando sean profesionales se puedan desenvolver de una forma competitiva en el nuevo mercado laboral (Botero, 2019). Pero una educación STEM no se trata de solo definiciones, es toda una estructura educativa con metas claras, en donde 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 (Botero, 2018).

Dentro de las estrategias que utiliza la educación STEM; para la realización de sus actividades se encuentra, el proceso de diseño en ingeniería, que se lleva a cabo en tres fases fundamentales

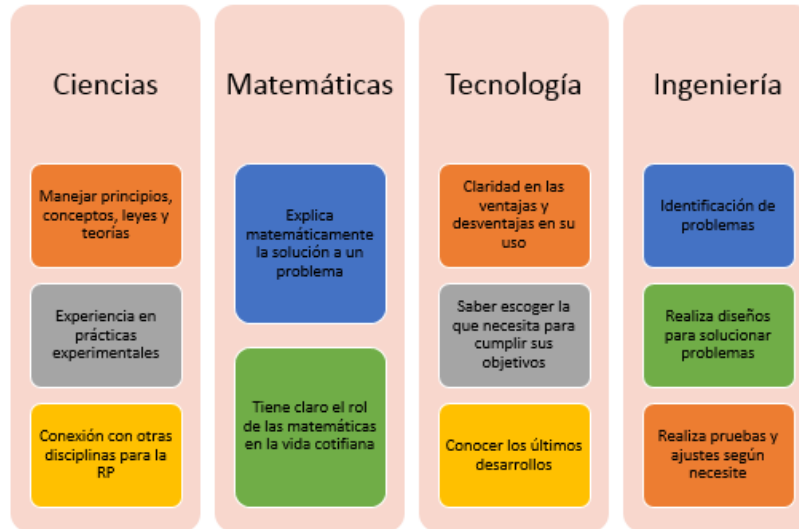
Tabla 3 Etapas del diseño en ingeniería basadas en Botero (2018)



Fuente: elaboración propia

Uno de los propósitos que busca cumplir la educación STEM al utilizar las estrategias mencionadas en la tabla anterior es desarrollar habilidades en cada una de las disciplinas que lo integran, tal y como se muestra en la tabla 4

Tabla 4 Habilidades en las disciplinas STEM basadas en las dadas por Botero (2018)



Fuente: elaboración propia

El otro propósito fundamental de la educación STEM es desarrollar habilidades para el siglo XXI, mostrada en la figura 1.

Figura 1 Habilidades para el siglo XXI basadas en las dadas por Botero (2018)



Fuente: elaboración propia

La resolución de problemas y la estrategia STEM, se complementan una a la otra, ya que los objetivos de las dos van encaminados hacia el mismo rumbo, un cambio en las metodologías de enseñanza-aprendizaje que ofrezcan soluciones a la problemática educativa actual, con la que el estudiante adquiera un pensamiento crítico, para poder analizar, reflexionar, discutir, criticar científicamente, integrando los saberes de matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería para dar soluciones a problemas en contextos reales.

7 METODOLOGÍA

7.1 ENFOQUE METODOLÓGICO

El presente trabajo se encuentra enmarcado 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, 2020). Los niveles de resolución de problemas que se van a analizar son cinco, fueron tomados basándose en los propuestos por Tamayo, (2014), realizándoles un pequeño ajuste de acuerdo a los niveles de resolución de problemas esperados para estudiantes de tercer semestre de las carreras de ingenierías y matemáticas. Este ajuste fue evaluado por un grupo de profesores universitarios, dedicados a diseñar metodologías diferentes de enseñanza de la física del electromagnetismo y por un docente Doctor en enseñanza de las ciencias, quienes avalaron los cambios. En la tabla a continuación se muestra la descripción de cada nivel de resolución de problemas, con los ajustes realizados:

Tabla 5 Niveles de resolución de problemas con ajustes

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

Fuente: elaboración propia

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 la tecnología que existe al alcance de todos para poder cumplir con el objetivo planeado. Para el análisis de ésta investigación, se tomará una muestra que en realidad sea representativa, para que los resultado finales se puedan generalizar.

7.2 DISEÑO METODOLÓGICO

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

7.2.1 Etapa Inicial o Teórica

Esta es la etapa donde se realizó toda la revisión teórica acerca de la Resolución de problemas, centrada en Ciencias Naturales y más específicamente en Física del Electromagnetismo, con el fin de asignarla como la categoría principal de la investigación, así como la de determinar los niveles de la resolución de problemas, basados en los propuestos por Tamayo, (2014). Otro aspecto de la revisión teórica fue buscar referentes de estrategias STEM, qué es?, cuáles son las habilidades que se desarrollan utilizando dicha estrategia, donde y como se han utilizado

A continuación se encuentra el cuadro de categorías y subcategorías utilizadas en este proyecto

Tabla 6 Categorías y subcategorías

TÍTULO	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORIAS	SUBCATEGORIAS	INDICADORES	AUTORES DE REFERENCIA AÑO
PROMOCIÓN DE HABILIDADES DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN FÍSICA DEL ELECTROMAGNETISMO A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS STEM	¿Cómo promover en los estudiantes de física del electromagnetismo habilidades en la resolución de problemas, aplicando estrategias STEM?	Promover en los estudiantes de física del electromagnetismo habilidades en la resolución de problemas, aplicando estrategias STEM.	Identificar los niveles iniciales de la resolución de problemas que tienen los estudiantes	Resolución de problemas	Niveles de Resolución de problemas	N1: Redescribe la experiencia y enuncia el problema y describe el experimento según lo que observa	Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio específico en la didáctica de las ciencias. <i>TED</i> , 25-46.
						N2: 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	Chavarria, J., & Alfaro, C. (s.f.). Resolución de problemas según Polya y Schoenfeld. IV CIEMAC, (págs. 1-4)
						N3: Identifica una o más variables relacionándolas correctamente.	Ortiz- revilla, Jairo; Aduriz, Agustín; Greca, Ileana (2019) The philosophy in/of integrated STEM education
						N4: Resolución de problemas de manera inadecuada o incompleta identificando y relacionando variables y justificando dichas relaciones	Del Valle, M. &. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza aprendizaje. <i>Revista electrónica de enseñanza de las ciencias</i> , 463-479.
						N5: Resolución de problemas de manera adecuada identificando, relacionando variables y justificando dichas relaciones	Paz, H. (2011). Como desarrollar la metacognición en la educación superior mediante la resolución de problemas. <i>Ingeniería e investigación</i> vol. 31 , 213-223.
			Reconocer los niveles de resolución de problemas que adquieren los estudiantes, después de aplicar la unidad didáctica.				

Fuente: elaboración propia

7.2.2 Etapa Intermedia o Metodológica

En esta etapa se realiza la aplicación de la unidad didáctica planteada bajo la perspectiva de trabajo de Sanmartí (2000) donde las situaciones se retomaron a lo largo de las cuatro etapas propuestas, en donde aprenderán a resolver problemas de experimentación, de fabricación de elementos, de medición con instrumentos, para culminar con la construcción de un prototipo de máquina eléctrica que deberá cumplir con ciertos parámetros pedidos en la actividad final de la unidad didáctica. Este prototipo integra la solución de problemas visto desde varios puntos y que los estudiantes han aprendido a solucionar a lo largo de las diferentes etapas de la unidad didáctica, así mismo se utilizan las estrategias del diseño de ingeniería propia de la educación STEM

7.2.2.1 Actividad Inicial unidad didáctica.

La actividad inicial se realiza para saber en qué niveles de resolución de problemas se encuentran los estudiantes antes de las intervenciones de promoción. Es una actividad de ideas previas, consistente en ubicar a los estudiantes en contextos reales donde deben aplicar los pre-saberes respecto a algunos temas de Física del electromagnetismo, que estarán presentes en la construcción del prototipo de máquina que diseñarán al final de la unidad didáctica. En este caso, deberán realizar una predicción en los diferentes escenarios planteados.

7.2.2.2 Actividades de promoción

El diseño de estas actividades tiene como finalidad que los alumnos reflexionen algunas veces de manera individual y otras de manera colectiva a cerca de sus hipótesis iniciales y del planteamiento de sus modelos iniciales en cada concepto explorado.

7.2.2.3 Actividades de síntesis.

Estas actividades favorecen que los estudiantes expliciten lo que han aprendido respecto a sus condiciones iniciales, aquí deben contrastar lo aprendido con sus compañeros.

7.2.2.4 Actividades de aplicación.

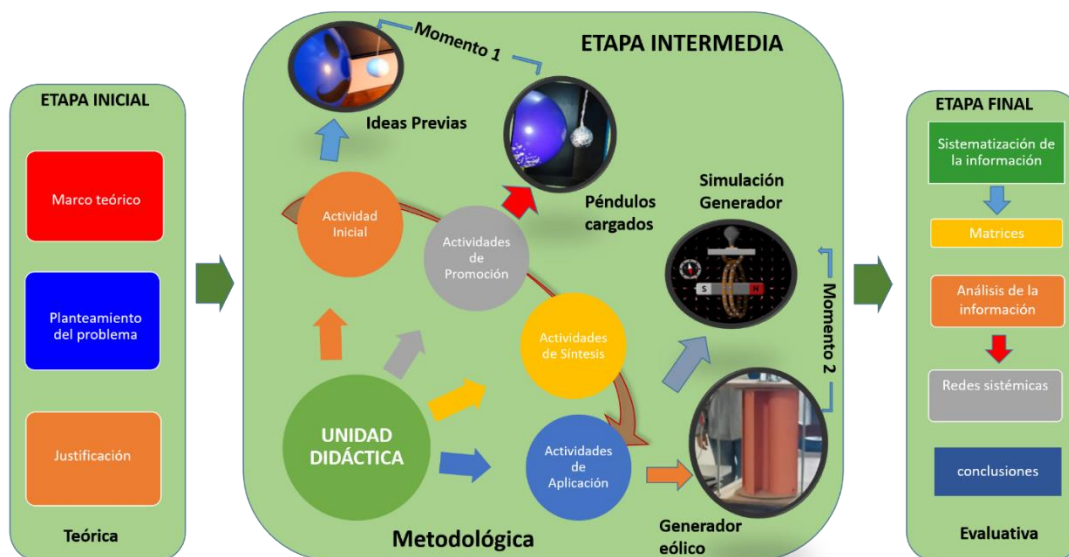
Esta actividad es para diseñar pequeños proyectos, para que se les posibilite a los estudiantes el planteamiento de nuevos interrogantes y preguntas al enfrentarlos a situaciones problemáticas complejas, reales y en contexto.

Cada una de las actividades que integran la unidad didáctica se encuentran en el anexo 1

7.2.3 Etapa De Evaluación o Etapa Final

En esta etapa se analizan los instrumentos triangulando la información recolectada en la unidad didáctica. Es aquí donde se evalúa si la aplicación de la unidad didáctica desarrolló en los estudiantes las habilidades, competencias y actitudes necesarias para resolver un problema en contexto, aplicando los saberes de matemáticas, ciencias, ingeniería y tecnología. Se espera que los estudiantes tengan un avance significativo en sus niveles de resolución de problemas, tomando como base los niveles dados por Tamayo, (2014) y las habilidades que se desarrollan utilizando la estrategia STEM.

Figura 2 Etapas de la investigación



Fuente: elaboración propia

8 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 a las afueras de la ciudad de Bogotá sobre la autopista norte. Para el 2019-2 la Escuela contaba con 5336 estudiantes de los cuales 5237 son de ingenierías y matemáticas. Los estratos socioeconómicos donde se encuentran ubicadas las familias de los estudiantes oscila desde el 0 hasta el 6, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 7 Clasificación de estudiantes ECI, según estrato

ESTRATO	NÚMERO DE ESTUDIANTES
0	1
1	293
2	1897
3	2112
4	830
5	160
6	43
TOTAL	5336

Fuente: elaboración propia

8.1 UNIDAD DE TRABAJO

La unidad de trabajo objeto de este estudio estaría conformada por 7 estudiantes escogidos de manera aleatoria, y que se encuentran estudiando física del electromagnetismo en la Escuela Colombiana de Ingeniería, Julio Garavito. 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 un grupo de teoría de física del electromagnetismo.

8.2 INSTRUMENTOS Y FUENTES DE INFORMACIÓN

Para la recolección de información se realizaron diferentes actividades, constituidas de preguntas orientadoras, donde el estudiante realizó observaciones, descripciones, diseño de montajes, fabricación de elementos, culminando con la fabricación de un prototipo de máquina eléctrica.

A lo largo de la aplicación de la unidad didáctica el estudiante tuvo que solucionar todo tipo de problemas que se van presentando en la parte experimental, dió conclusiones de fenómenos que se encuentran en cada situación planteada, argumentando sus explicaciones basadas en conceptos físicos integrando los saberes de matemáticas, ciencias, ingeniería y utilizando en muchos casos la tecnología.

Después de la indagación de los niveles de resolución de problemas en donde se encuentran los estudiantes inicialmente, se realizarán las actividades de intervención, que tendrán componentes conceptuales, metaconceptuales y de resolución de problemas.

Para los criterios de confiabilidad se realizaron dos validaciones, la primera fue que un semestre antes de la recolección de datos, los instrumentos fueron aplicados y se les realizaron ajustes en escritura, redacción, gráficos, imágenes. La segunda fue que todos los instrumentos de la unidad didáctica fueron evaluados por un grupo de expertos, profesores de física del electromagnetismo de la universidad, quienes se dedican al diseño de prácticas experimentales de nuevas metodologías, así como por mi tutor quien es Doctor en Educación, quienes ajustaron el lenguaje para que fuera más entendible a los estudiantes. T

A continuación se realizará un detalle de cada actividad que se realizará en la unidad didáctica:

8.2.1 Actividad Momento Inicial

En la actividad inicial se aplicará el instrumento de ideas previas consistente en ubicar a los estudiantes en un contexto real donde deben aplicar los pre-saberes respecto a algunos temas de Física del electromagnetismo para describir lo que sucede en cada experimento o solucionar problemas respecto a la situación propuesta, para ello se realizará una prueba escrita, en la primera clase del semestre con una duración de 1,5 horas. El resultado de la aplicación de este instrumento será la clasificación de los niveles de resolución de problemas con los que inician los estudiantes sus estudios de física del electromagnetismo.

8.2.2 Actividades Momento De Promoción:

En este momento se realizan cinco actividades de la unidad didáctica a saber:

La segunda actividad se titula **péndulos cargados**. El primer objetivo de esta actividad es que los estudiantes determinen por medio de observaciones en procesos sencillos de experimentación, los procesos de carga en materiales aislantes y conductores, realizando las comparaciones entre unos y otros. El segundo y no menos importante es que aprendan a solucionar problemas en la fabricación de elementos sencillos, en diseños de montajes y en procesos propios de la parte experimental.

La tercera actividad, tiene como título **Líneas de campo eléctrico de diferentes configuraciones**. El objetivo es describir el comportamiento de las líneas de campo eléctrico de diferentes configuraciones de carga en una práctica experimental con electrodos reales y determinar los problemas que se presentan al respecto.

La Cuarta actividad, se titula **dodecaedro**, es una actividad metaconceptual, su objetivo es determinar de manera experimental que $\int E \cdot dl = 0$ en una trayectoria cerrada. Es la primera actividad que deben utilizar un instrumento de medida, así que deben solucionar problemas que se les presentaron en el momento de utilizar instrumentos de medida y en la construcción de un prototipo.

La actividad número 5 se titula **Resistencia humana** y consiste en medir la resistencia humana en diferentes puntos de contacto, para determinar su orden de magnitud, así como tener claros los valores nocivos de corriente en el cuerpo humano.

La actividad número 7 se titula, **simulación del generador eléctrico**, su objetivo principal es que el estudiante determine como inciden las variables físicas en el funcionamiento de un generador eléctrico.

8.2.3 Actividad Momento De Síntesis

La actividad 8 tiene como título **Extra, extra, noticia**, su objetivo es describir los fenómenos físicos que estuvieron presentes en el momento de la noticia y contrastar las respuestas con los diferentes grupos de trabajo.

8.2.4 Actividades Momento De Aplicación:

En este momento se tienen dos actividades primordiales, que son el inicio del proyecto final del semestre.

La actividad 6, tiene como título **Población de Sipi** y el objetivo es ubicar a los estudiantes en una problemática real, para que piensen en las posibles soluciones desde sus propios conocimientos.

La actividad 9 tiene como título **Generador Eléctrico**. El objetivo es diseñar y fabricar un prototipo a escala de generador eólico vertical tipo Savonius.

Todas estas actividades van encaminadas a que el estudiante a través de la experimentación adquiera habilidades y competencias propias del siglo XXI, para que puedan solucionar problemas con la integración de sus saberes

Después de la aplicación de la unidad didáctica se realizarán actividades de indagación, para saber en que nivel de resolución de problemas quedaron los estudiantes. Se espera que el avance de ellos sea en mínimo dos niveles respecto a los iniciales.

8.3 TRIANGULACIÓN Y CODIFICACIÓN

Para analizar las respuestas dadas en las actividades con los péndulos y saber que explicación le dan ellos a los diferentes fenómenos observados, se utilizarán las bondades de las redes sistémicas, ya que esta es una buena manera de agrupar y categorizar respuestas, preservando a la vez las relaciones ente las diferentes categorías, además brinda la facilidad de comparar, como cambian las respuestas sobre los fenómenos presentados, antes y después de la intervención en el aula (Farias , Molina, & Carriazo, 2010) . La triangulación de la información recolectada para las actividades de aplicación, se realizaron por medio de matrices, diseñada según el tipo de actividad a analizar.

La codificación utilizada en la parte de análisis es que en lugar de escribir Estudiante 1, se trabajó con E1 y en lugar de escribir Nivel 1, se trabajó con N1, siguiendo esta misma codificación para el resto de estudiantes y de niveles. Como categorización, se utilizaron colores en las redes sitémicas para diferenciar cada uno de los niveles, siendo el N1 de color verde, el N2 de color rojo, el N3 de color morado, el N4 de color fuccia y el N5 de color azul.

Para observar mejor el aumento de niveles en resolución de problemas, cuando se realizó la comparación de la respuesta inicial y final en las actividades analizadas se asociaron colores de la siguiente manera:

Tabla 8 Descodificación de colores para las respuestas

Sube 1 nivel	Sube 2 niveles	Sube tres niveles	Sube 4 niveles	Sube 5 niveles
-----------------	-------------------	----------------------	-------------------	-------------------

Fuente: elaboración propia

8.4 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Se les informó a los estudiantes en el principio de la investigación que se les iba a realizar un estudio de acuerdo a las respuestas dadas en las diferentes actividades aplicadas a lo largo del semestre. Para esto, ellos firmaron un consentimiento (ver instrumento de ideas previas anexo 1). Frente a esto se llegó al acuerdo, de entregarles una retroalimentación de las actividades, tan pronto fueran valoradas.

9 RESULTADOS Y ANÁLISIS

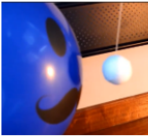

La unidad didáctica se aplicó totalmente a 58 estudiantes de física del electromagnetismo de la Escuela Colombiana de Ingeniería Julia Garavito. Para el análisis de resultados se tomaron las respuestas de los estudiantes que hacían parte de la unidad de trabajo, y se hicieron en dos momentos: Para el momento 1 se tomó la determinación de trabajar con algunos datos obtenidos de la actividad inicial y se comparó con los resultados de la primera actividad del momento de promoción de la unidad didáctica. Estos se realizaron con una diferencia de 15 días. Para el momento 2 se analizaron los resultados de las actividades 7 y 9 del momento de aplicación, aplicadas en la semana 12 y la semana 16 del semestre.

9.1 MOMENTO 1: ANÁLISIS ACTIVIDADES PÉNDULOS.

En esta etapa se toman las cuatro primeras situaciones planteadas en el momento inicial, y se comparan con las cuatro primeras situaciones de la actividad 1 del momento de promoción de la unidad didáctica que se aplicó a los quince días de haber empezado clases. Aquí se les presenta cuatro situaciones diferentes para trabajar con materiales aislantes y conductores. Esta fue la primera vez que se enfrentaban a situaciones problemáticas experimentales, de pregunta abierta, en donde ellos mismos debían fabricar los montajes y elementos con los que iban a trabajar, controlar variables de experimentación, no debían seguir una guía tipo receta. Esta actividad se realizó con el objetivo que analizarán la situación que se les presentaba, reflexionaran sobre lo que observaban y lo compararan con la teoría vista en clase, discutieran con su compañero si lo que observaban era correcto o no (Ruiz, 2017), se comenzaron a desarrollar las habilidades cognitivas como el análisis, síntesis, transferencia de conocimiento, creatividad y cognoscitivas como la observación y el trabajo en grupo propias de la resolución de problemas (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016), en pocas palabras se diseñó con el objetivo de promover el pensamiento crítico, por medio de la resolución de problemas. (López & Tamayo, 2012)

La información de las respuestas dadas por los estudiantes, tanto inicial como final de esta etapa se sistematizó en matrices para su respectivo análisis. Como se observa en la tabla 9, con una muestra de la pregunta tipo, la respuesta de los estudiantes y su respectiva clasificación en los niveles de resolución de problemas.

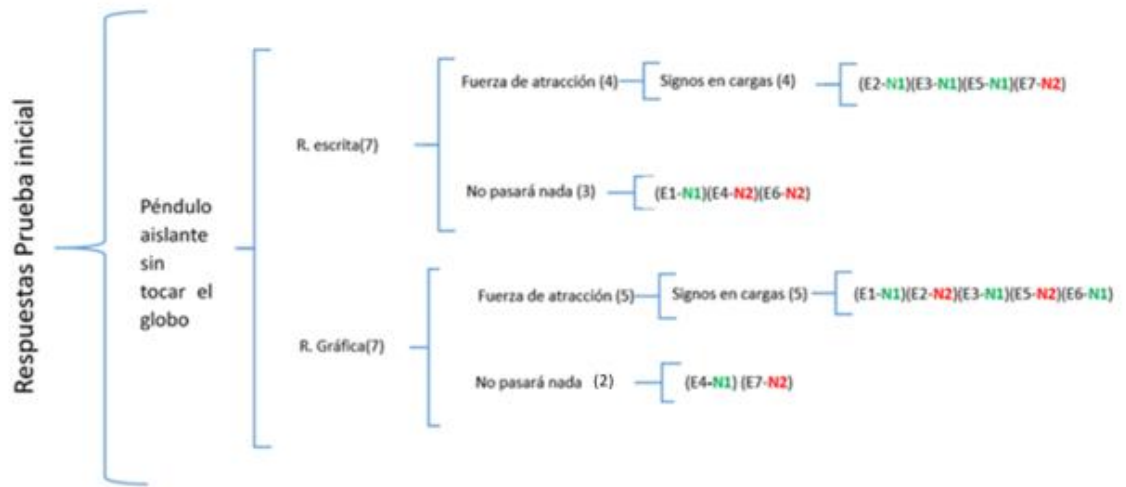
Tabla 9 Matriz de sistematización de la información inicial, en la segunda etapa

<p><i>Situación 1: Se tiene un globo o bomba cargada y se acerca a un péndulo conformado por una bola de icopor que se encuentra descargado. Prediga que efecto se ve en el péndulo en el momento de acercarse la bomba. ¿Qué tipo de cargas se encuentran dentro del péndulo? Explique con sus palabras y realice un esquema de lo que puede estar pasando externamente con los elementos (Bomba, péndulo) e internamente con las cargas en cada elemento (Bomba, péndulo).</i></p>				
<p>E4: Como la bola de icopor esta descargada, es decir no tiene ningún tipo de carga en el momento de acercarse el globo, este no va a tener ningún tipo de movimiento, quedará tal cuál su posición inicial. La bola de icopor no sentirá ningún tipo de atracción ni se va a repeler, tampoco el péndulo sufrirá algún tipo de movimiento debido a que no tienen contacto.</p>		<p>El E4 describe lo que cree va a observar con los dos elementos cuando realice el experimento, da opiniones propias acerca del tipo y forma de carga que tienen los elementos</p>	<p>E4 La gráfica que él ha dibujado es coherente con lo que expresa de manera escrita respecto al comportamiento externo que cree se va a observar. En cuanto al fenómeno interno, no describe absolutamente nada. Realizó la mitad de la predicción del experimento.</p>	<p>N1</p>

Fuente: elaboración propia

La red sistémica a continuación muestra las respuestas dadas por los estudiantes en la situación experimental 1 de la actividad inicial realizada el primer día de clase, recolectada en un instrumento de lápiz y papel.

Figura 3 Red sistémica prueba inicial, situación 1



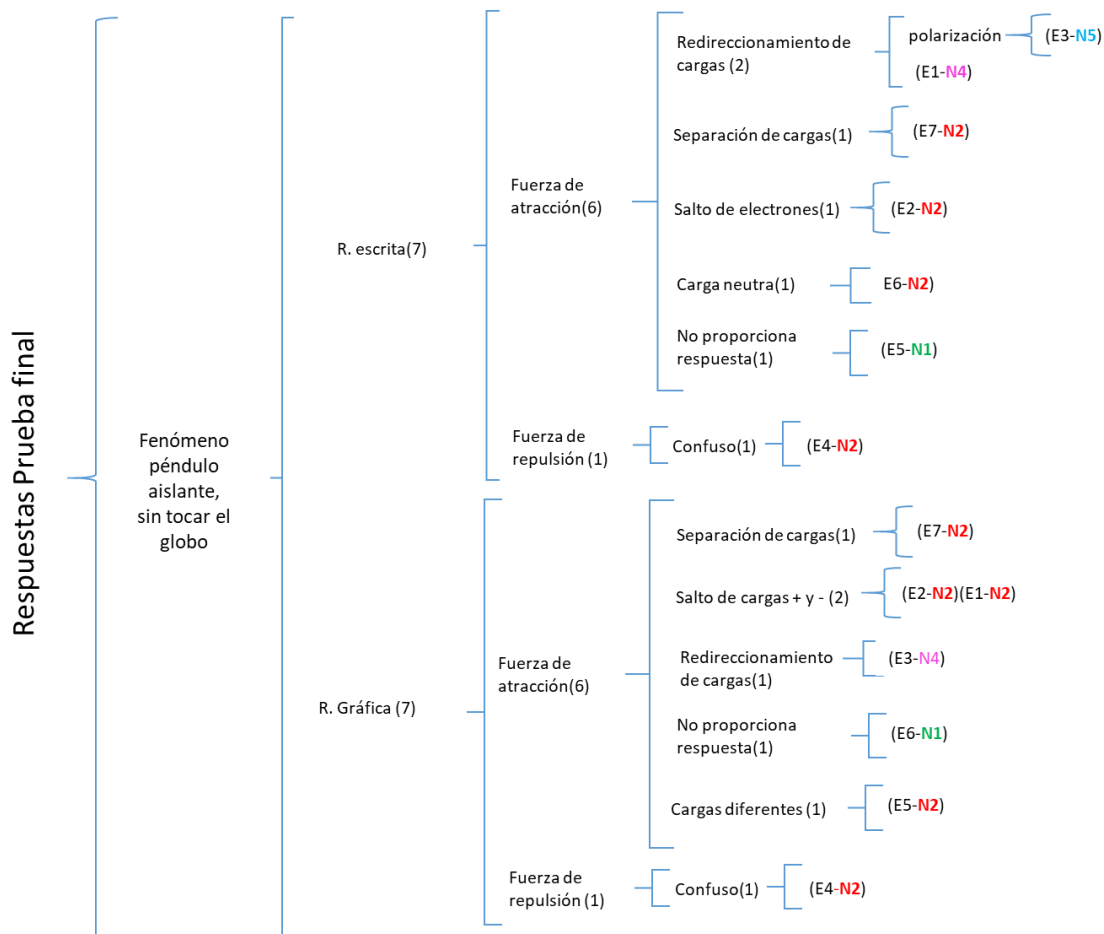
Fuente: elaboración propia

En este caso la primera categoría de la red sistémica muestra lo que ellos creen se va a observar en el péndulo, la segunda explica por qué ocurre esta situación. Muestra la clasificación de las respuestas en los niveles de resolución de problemas basados, en los dados por (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016).

En el caso de esta situación problémica, en la parte de respuestas escritas, cuatro estudiantes infieren que existirá una fuerza de atracción debido a los signos de las cargas de los elementos que se encuentran interactuando y tres deducen que no pasará nada debido al material aislante que tiene el péndulo. En cuanto a la parte gráfica cinco estudiantes dibujan la fuerza de atracción existente entre los elementos y expresan gráficamente que esto ocurre debido a las cargas de diferente signo que poseen los elementos y dos infieren que no pasará nada entre ellos. El E2, E3 y E5 expresan tanto de manera escrita como gráfica que se va a observar una fuerza de atracción debido a la carga de los elementos, manteniendo la consistencia en sus respuestas. Mientras que el E1 y el E6, por ejemplo, escriben que no pasará nada, pero dibujan un fenómeno de atracción entre los elementos, así mismo el E7 en su respuesta escrita, expresa que existe una fuerza de atracción debido a los signos de sus cargas, pero dibuja los elementos en la misma posición inicial, expresando que no pasará nada.

Las respuestas dadas por los estudiantes a la situación problémica 1, después de haber realizado la actividad experimental, se plasman en la siguiente red sistémica.

Figura 4 Red sistémica prueba final, situación 1



Fuente: elaboración propia



Visualmente se observa en esta red sistémica que el espectro de respuestas aumentó, también se evidencia una mayor complejidad en los términos que utilizan en sus respuestas. Al igual que la red sistémica inicial, la primera categoría muestra el comportamiento que observaron de los elementos, en el momento de la realización de la práctica. La segunda es la explicación del porqué ocurre este fenómeno. En la red se observa que seis estudiantes expresan de manera escrita y gráfica que existe una fuerza de atracción entre los elementos, solo uno observó una fuerza de repulsión. Los estudiantes que son congruentes con sus

respuestas del porque ocurre el fenómeno observado, tanto de manera gráfica como escrita son el E3, E7, E2 y E4, siendo este último el que observó el fenómeno de repulsión. El E6 proporciona una respuesta escrita, pero no la gráfica, al contrario del E7, que proporciona una respuesta gráfica pero no escrita.

Comparando las dos redes sistémicas se pudo observar que desapareció la expresión “no pasa nada”, en la red de respuestas finales. Se evidencia que, en el experimento, siempre observaron algún fenómeno entre el péndulo y la bomba. En la red de preguntas iniciales relacionan la fuerza de atracción, con los signos de las cargas, mientras que las respuestas finales mencionan varios fenómenos diferentes que pueden presentar las cargas en el interior de los elementos. En las respuestas, se evidencia que mezclan los conceptos de las propiedades de materiales aislantes y materiales conductores. La respuesta que causa curiosidad es en donde dos estudiantes expresan que las cargas saltan de un material a otro.

En la situación dos, se presenta una muestra de la matriz de sistematización de uno de los estudiantes analizados, los respectivos análisis y los niveles en RP donde quedaron clasificados

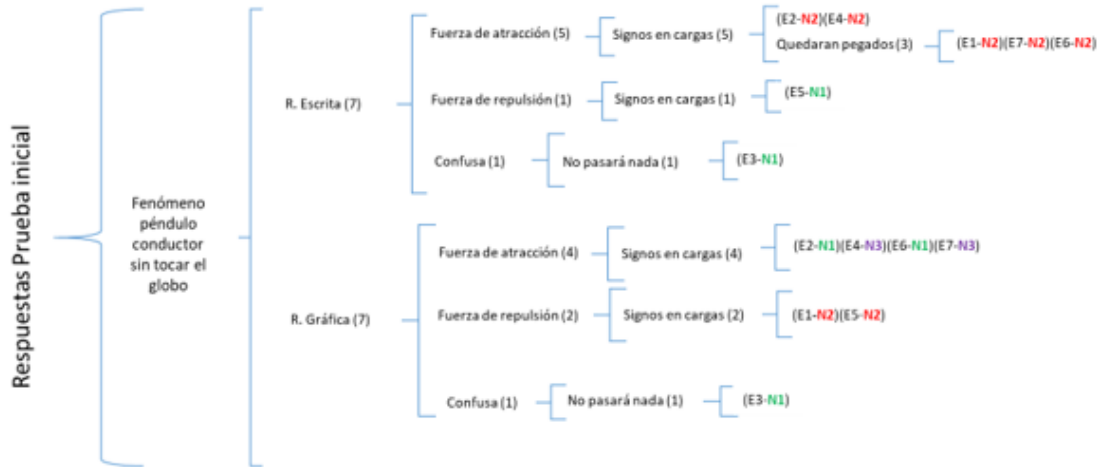
Tabla 10 Matriz de sistematización de respuestas iniciales actividad 2

<p><i>Situación 2: Se tiene un globo o bomba cargada y se acerca a un péndulo conformado por una bola de material conductor que se encuentra descargado. Prediga que efecto se ve en el péndulo en el momento de acercar la bomba. ¿Qué tipo de cargas se encuentran dentro del péndulo?. Explique con sus palabras y realice un esquema de lo que puede estar pasando externamente con los elementos (Bomba, péndulo) e internamente con las cargas en cada elemento (Bomba, péndulo).</i></p>					
Respuestas	Gráficas	Análisis de Respuestas	NRP	Análisis de gráficas	NRP
<p>E1. La bola de aluminio se pegara al globo y el pendulo al acabarse la carga se moverá, oscilándose de un lado para otro.</p>		<p>El E1 describe lo que cree va a observar en el experimento, da opiniones propias y reconoce una variable (carga). Su apreciación es correcta, pero su explicación no.</p>	<p>N2</p>	<p>En la primera gráfica se puede observar que el E1 identifica cargas de signo positivo dentro de la bomba. Los dibujos expresan que al principio el péndulo, no tiene carga, pero al final, queda con carga positiva, esta descripción es correcta, pero es sola la mitad del proceso.</p>	<p>N2</p>

Fuente: elaboración propia

Las respuestas iniciales y finales de las actividades siguientes se representaron de la misma manera en redes sistémicas, las que se muestran a continuación:

Figura 5 Red sistémica prueba inicial, situación 2

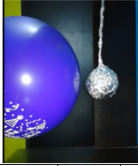
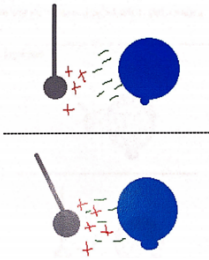


Fuente: elaboración propia

Los estudiantes infieren tres respuestas en la primera categoría, fuerza de atracción cinco estudiantes, fuerza de repulsión un estudiante y no pasará nada un estudiante. Deducen que las fuerza que se presentan depende de los signos de cada carga. Los estudiantes que son consecuentes en sus respuestas escrita y gráfica son E2, E3, E4, E5, E6 y E7. El E1 en la respuesta escrita expresa que existe una fuerza de atracción, pero gráficamente dibuja una fuerza de repulsión.

La sistematización de una respuesta dada por un estudiante, después de la aplicación de la actividad experimental de los péndulos, se muestra a continuación:

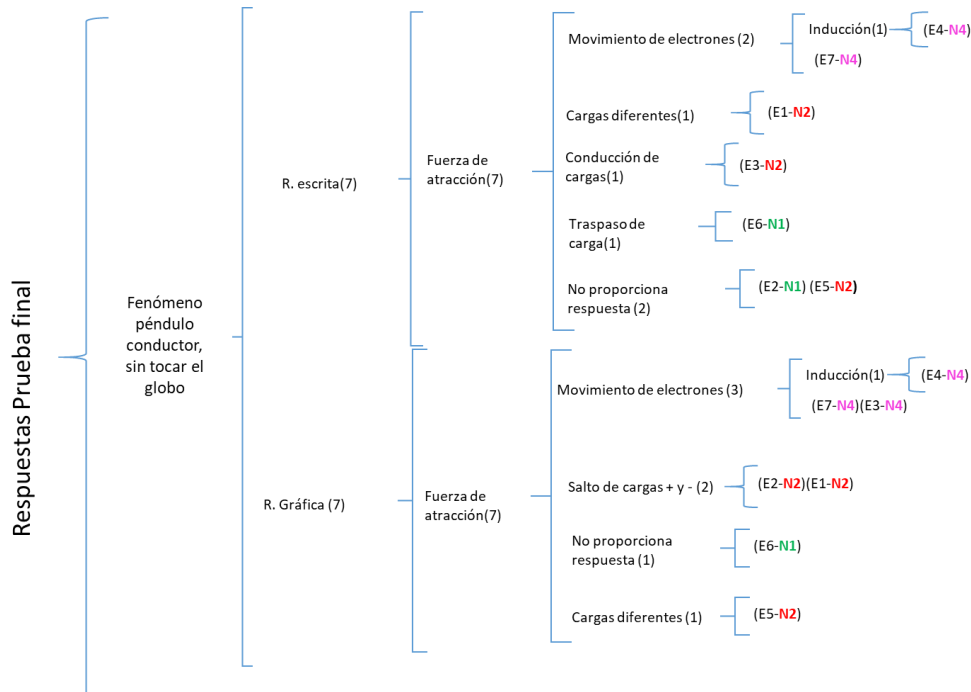
Tabla 11 Matriz de sistematización de respuestas finales actividad 2

<p><i>Situación 2: Se tiene un globo o bomba cargada y se acerca a un péndulo conformado por una bola de material conductor que se encuentra descargado. Prediga que efecto se ve en el péndulo en el momento de acercar la bomba. ¿Qué tipo de cargas se encuentran dentro del péndulo?. Explique con sus palabras y realice un esquema de lo que puede estar pasando externamente con los elementos (Bomba, péndulo) e internamente con las cargas en cada elemento (Bomba, péndulo).</i></p>					
<p>Respuestas</p> <p>E1: En esta actividad, se pudo evidenciar, como la carga del globo intenta, atraerse con la carga del signo opuesto de la bola de papel aluminio, sin embargo, al no permitir que esta toque el globo, por su peso regresa a su posición de reposo y al volver a atraer con el globo, genera que el péndulo empiece a oscilar.</p>	<p>Gráficas</p> 	<p>Análisis de Respuestas</p> <p>E1 redescrive la experiencia según lo que observa expresa su opinión al decir que se atraen por la carga de signo opuesto, soluciona el problema de forma descontextualizada</p>	<p>NRP</p> <p>N2</p>	<p>Análisis de gráficas</p> <p>El E1 expresa su opinión gráficamente sobre la forma en que cree se transfieren las cargas de un elemento al otro. Identifica cargas, pero de forma descontextualizada para la actividad que se realizó</p>	<p>NRP</p> <p>N2</p>

Fuente: elaboración propia

La Red sistémica a continuación, muestra la clasificación de las respuestas dadas por los estudiantes, después de aplicar la actividad experimental inicial.

Figura 6 Red sistémica prueba final, situación 2



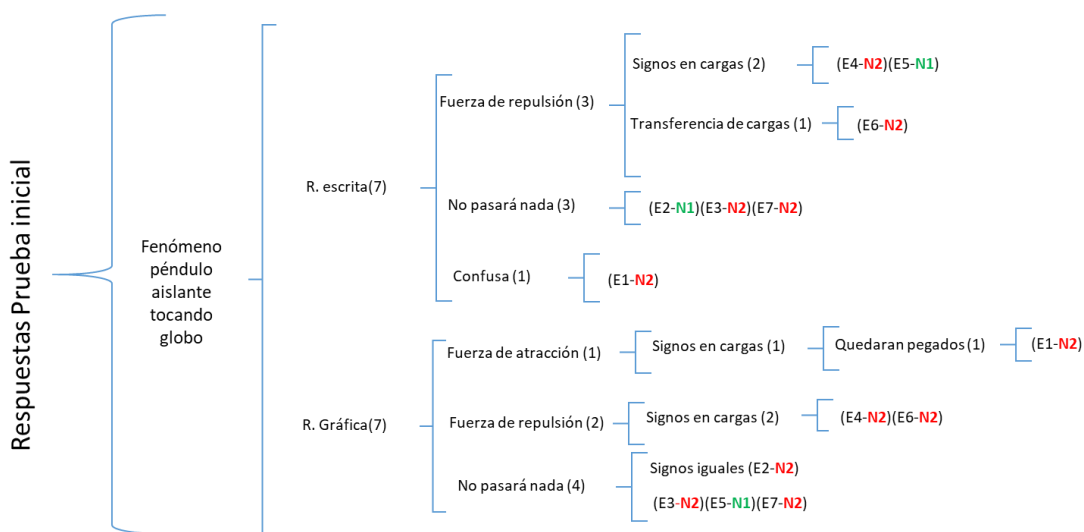
Fuente: elaboración propia

En esta red, se evidencia que solo existe una categoría y es la de fuerza de atracción, tanto en las respuestas escritas como gráficas. Aumenta la cantidad de explicaciones del porque se observa esa fuerza de atracción, así como su complejidad. En la categoría dos, el E1 tiene la concepción que la fuerza de atracción se debe porque los dos elementos tienen cargas diferentes, y gráficamente expresa que existe un salto de cargas entre los dos elementos. Dos estudiantes expresan que existe un movimiento de electrones internamente en el péndulo, uno de ellos habla del fenómeno de inducción. Dos de ellos dicen que hay una conducción de electrones y un traspaso de cargas, seguramente en el experimento que realizaron, dejaron que los dos elementos se tocaran. El E5 no proporciona respuesta escrita, pero sí gráfica, en donde expresa que la fuerza de atracción es debido a las cargas diferentes de los elementos.

Al comparar las dos redes sistémicas se evidencia que, en la figura 6, los estudiantes infieren solo la fuerza de atracción. Desaparecieron la fuerza de repulsión y las respuestas confusas. En la categoría dos, de la tabla 11, ellos atañen la explicación de las fuerzas al signo de las cargas internas del material, mientras que la categoría dos, de la red sistémica en la figura 6 tienen cinco posibles explicaciones.

La red sistémica de la prueba inicial, situación tres se muestra a continuación:

Figura 7 Red sistémica prueba inicial, situación 3

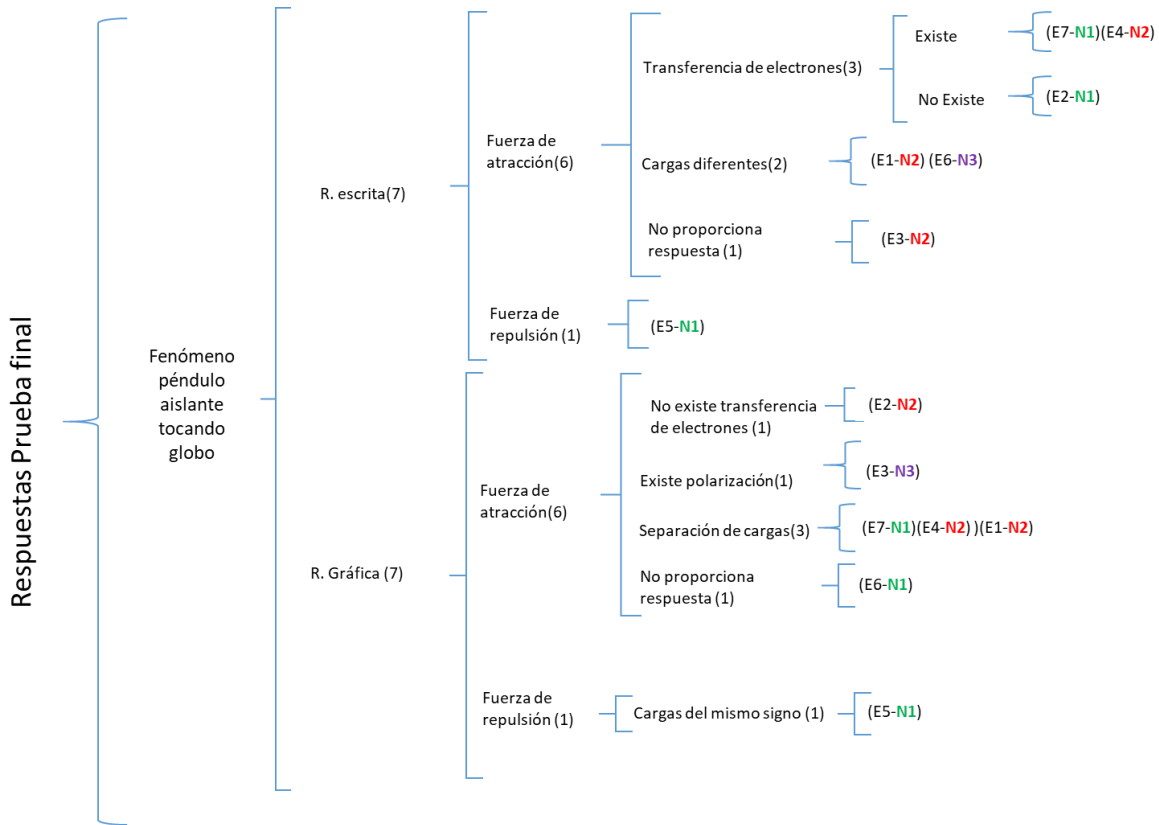


Fuente: elaboración propia

En esta situación se está trabajando con el péndulo de material aislante, los estudiantes dan dos respuestas de manera escrita, la primera que se puede observar una fuerza de repulsión y la segunda que los elementos se quedaran tal cual como se inició la actividad. Mientras que en la parte gráfica las respuestas de la categoría uno aumenta, los estudiantes deducen que hay fuerzas de atracción, de repulsión o simplemente el péndulo se quedará quieto. La explicación para que las fuerzas de atracción o repulsión se den, las atañen a los signos de las cargas que se encuentran internamente en los elementos.

La red sistémica a continuación muestra las respuestas dadas a la situación tres después de haber realizado la experiencia. Aquí se visualiza que en la primera categoría existe la fuerza de atracción y la fuerza de repulsión, tanto en las respuestas escritas, como gráficas, fenómenos que debieron haber observado en el momento de la realización de la experiencia. La explicación de manera escrita de dos de los siete estudiantes es que existe transferencia de electrones y por esto ocurre una fuerza de atracción, otros dos alucen este fenómeno a las cargas con signo diferente, uno no da respuesta y para otro lo que existe es una fuerza de repulsión.

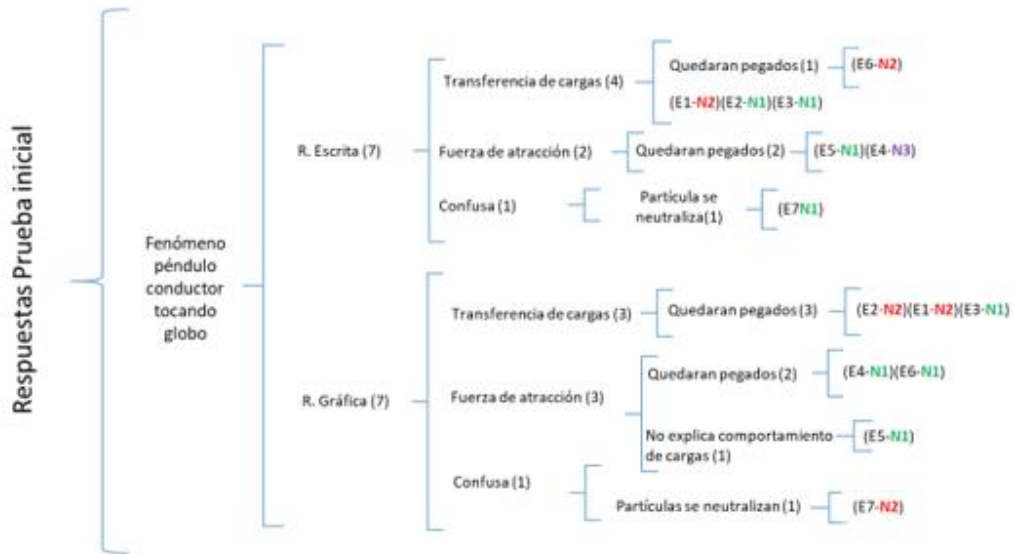
Figura 8 Red sistémica prueba final, situación 3



Fuente: elaboración propia

La actividad cuatro se trabaja el péndulo de material conductor, pero en este caso es tocado por la bomba previamente cargada. En este caso la primera categoría de la red sistémica es que existe una fuerza de atracción, o una transferencia de carga, pero en los dos esperan que los elementos queden pegados. La tercera respuesta es un poco confusa, pues ellos infieren que las cargas se neutralizan en el momento en que se tocan los dos elementos.

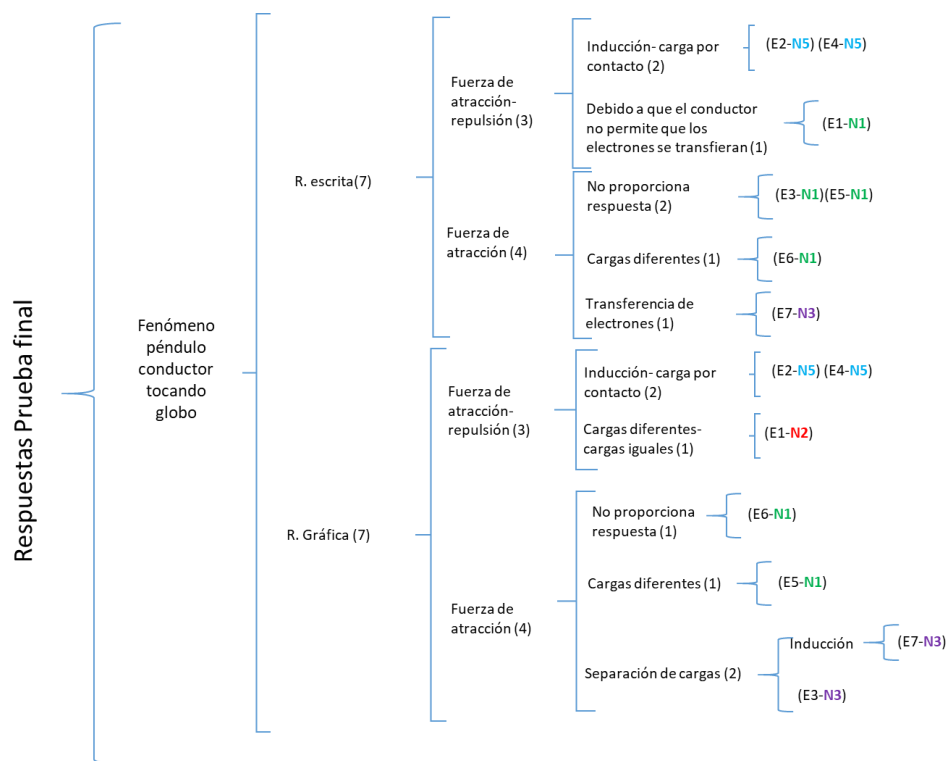
Figura 9 Red sistémica prueba inicial, situación 4



Fuente: elaboración propia

La red sistémica construida con las respuestas dadas por los estudiantes después de la realización de la situación cuatro se presenta a continuación:

Figura 10 Red sistémica prueba final, situación 4



Fuente: elaboración propia

Evidentemente el espectro de respuestas aumentó, así como la complejidad en ellas. Ellos observan una fuerza de atracción, pero en el momento en que los elementos se tocan existe una fuerza de repulsión. Son tres los estudiantes que en sus respuestas escritas y gráficas tienen esta respuesta, y la explicación del por qué sucede este fenómeno se debe a que existe una inducción en sus cargas y luego existe una carga por contacto, quedando los dos elementos con la misma carga, razón por la cual se ve la repulsión. Los estudiantes que no observaron el fenómeno de repulsión de una u otra forma cometieron un error en el experimento.

A continuación, se presenta el cuadro comparativo de las respuestas dadas por los estudiantes en las redes sistémicas, a cada una de las actividades.

Tabla 12 Cuadro resumen de las redes sistémicas

SITUACIÓN	TIPO DE RESPUESTA	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	INICIAL	FINAL
1	R. ESCRITA	FUERZA DE ATRACCIÓN	SIGNOS EN CARGA	4	
			REDIRECCIONAMIENTO DE CARGAS		2
			SEPARACIÓN DE CARGAS		1
			SALTO DE ELECTRONES		1
			CARGA NEUTRAL		1
	NO PROPORCIONA RESPUESTA		1		
	NO PASARÁ NADA		3	1	
	FUERZA DE REPULSIÓN	CONFUSO		1	
	R. GRÁFICA	FUERZA DE ATRACCIÓN	SIGNOS EN CARGA	5	
			SEPARACIÓN DE CARGAS		1
SALTO DE CARGAS				2	
REDIRECCIONAMIENTO DE CARGAS				1	
NO PROPORCIONA RESPUESTA				1	
CARGAS DIFERENTES		1			
NO PASARÁ NADA		2			
FUERZA DE REPULSIÓN	CONFUSO		1		
2	R. ESCRITA	FUERZA DE ATRACCIÓN	SIGNOS EN CARGA	5	
			MOVIMIENTO DE ELECTRONES		2
			CARGAS DIFERENTES		1
			CONDUCCIÓN DE CARGAS		1
			TRASPASO DE CARGA		1
	NO PROPORCIONA RESPUESTA		2		
	FUERZA DE REPULSIÓN	SIGNOS EN CARGA	1		
	CONFUSA	NO PASARÁ NADA	1		
	R. GRÁFICA	FUERZA DE ATRACCIÓN	SIGNOS EN CARGA	4	
			MOVIMIENTO DE ELECTRONES		3
SALTO DE CARGAS				2	
NO PROPORCIONA RESPUESTA				1	
CARGAS DIFERENTES				1	
FUERZA DE REPULSIÓN	SIGNOS EN CARGA	2			
CONFUSA	NO PASARÁ NADA	1			

SITUACIÓN	TIPO DE RESPUESTA	CATEGORIA 1	CATEGORIA 2	INICIAL	FINAL
3	R. ESCRITA	FUERZA DE ATRACCIÓN	TRANSFERENCIA DE ELECTRONES		3
			CARGAS DIFERENTES		2
			NO PROPORCIONA RESPUESTA		1
		FUERZA DE REPULSIÓN	SIGNOS EN CARGA	2	
			TRANSFERENCIA DE CARGAS	1	
	NO PASARÁ NADA		3		
	CONFUSA		1		
	R. GRÁFICA	FUERZA DE ATRACCIÓN	SIGNOS EN CARGA	1	
			NO EXISTE TRANSFERENCIA DE ELECTRONES		1
			EXISTE PORALIZACIÓN		1
SEPARACIÓN DE CARGAS				3	
NO PROPORCIONA RESPUESTA				1	
FUERZA DE REPULSIÓN	SIGNOS EN CARGA	2			
CARGAS DEL MISMO SIGNO		1			
NO PASARÁ NADA	SIGNOS IGUALES	1			
	NO PASARÁ NADA	3			
4	R. ESCRITA	TRANSFERENCIAS DE CARGAS	QUEDARÁN PEGADOS	1	
				3	
		FUERZA DE ATRACCIÓN	QUEDARÁN PEGADOS	2	
			NO PROPORCIONA RESPUESTA		2
		CARGAS DIFERENTES		1	
	TRANSFERENCIA DE ELECTRONES		1		
	CONFUSA	PARTÍCULA SE NEUTRALIZA	1		
	FUERZA DE ATRACCIÓN - REPULSIÓN	INDUCCIÓN CARGA POR CONTACTO		2	
		DEBIDO A QUE EL CONDUCTOR NO PERMITE QUE LOS ELECTRONES SE TRANSFIERAN		1	
		TRANSFERENCIAS DE CARGAS	QUEDARÁN PEGADOS	3	
			2		
R. GRÁFICA		FUERZA DE ATRACCIÓN	QUEDARÁN PEGADOS	2	
	NO EXPLICA COMPORTAMIENTO DE CARGAS		1		
	NO PROPORCIONA RESPUESTA			1	
	CARGAS DIFERENTES			1	
	SEPARACIÓN DE CARGAS			2	
CONFUSA	PARTÍCULA SE NEUTRALIZA	1			
FUERZA DE ATRACCIÓN - REPULSIÓN	INDUCCIÓN CARGA POR CONTACTO		2		
	CARGAS DIFERENTES - CARGAS IGUALES		1		

Fuente: elaboración propia

En la tabla 12 se evidencia que inicialmente la explicación para que existieran las fuerzas de atracción o repulsión, era en gran parte debido a los signos de las cargas, las respuestas finales estaban mejor elaboradas, con más alternativas del porqué se producía este fenómeno. También se puede observar que varios de los estudiantes que, en la prueba inicial, dijeron que no pasaba nada se retractaron en la respuesta final, escogiendo una alternativa diferente.

Para dar cuenta del primer objetivo específico, en la tabla 13 se muestran a continuación las respuestas iniciales tanto escritas como gráficas, dadas por los estudiantes, en este primer momento:

Tabla 13 Niveles de clasificación de las respuestas iniciales momento 1

RIE-E1	S1I	S2I	S3I	S4I	RIG-E1	S1I	S2I	S3I	S4I
E1	N1	N2	N2	N2	E1	N1	N2	N2	N2
E2	N1	N2	N1	N1	E2	N2	N1	N2	N1
E3	N1	N1	N2	N1	E3	N1	N1	N2	N1
E4	N2	N2	N2	N3	E4	N1	N3	N2	N3
E5	N1	N1	N1	N1	E5	N2	N2	N1	N1
E6	N2	N2	N2	N2	E6	N1	N1	N2	N2
E7	N2	N2	N2	N1	E7	N2	N3	N2	N1

Fuente: elaboración propia

Cómo se pueden observar en este primer momento, de las 28 respuestas escritas, 12 se encuentran en N1, 14 en N2, y 1 en N3. De las 28 respuestas gráficas, 13 en N1, 12 en N2 y 3 en N3. Al comparar estos resultados con los datos iniciales obtenidos en las ideas previas del trabajo de Gómez, (2018) quien se basó en los niveles de Tamayo, (2014), se observa que el resultado es similar ya que, de 30 respuestas, 4 se encuentran en N1, 24 en N2, y 2 en N3. De la misma manera el resultado en el momento 1 del trabajo de Tamayo, Zona, Loiza, (2016), se evidencia que el 18,5% del total de respuestas corresponden al N1, el 12% al N2, el 54% al N3, para un total de 84,5% de las repuestas analizadas quedaron clasificadas en estos niveles. Caso contrario ocurrió con el trabajo de Acero, (2018), quien también basó su análisis en los niveles dados por Tamayo, (2014), de 25 estudiantes

analizados para el caso 1, las respuestas de 8 estudiantes quedaron clasificadas en el nivel 3, 13 estudiantes en N4, 3 en N5 y 1 no respondió.

Para dar cuenta del segundo objetivo específico, la tabla a continuación muestra a la izquierda los resultados finales escritos, a la derecha los resultados gráficos del momento

Tabla 14 Niveles de clasificación de las respuestas finales momento 1

RFE-E1	S1F	S2F	S3F	S4F	RFG-E1	S1F	S2F	S3F	S4F
E1	N4	N2	N2	N1	E1	N2	N2	N2	N2
E2	N2	N1	N1	N5	E2	N2	N2	N2	N5
E3	N5	N2	N2	N1	E3	N4	N4	N3	N3
E4	N2	N4	N2	N5	E4	N2	N4	N2	N5
E5	N1	N2	N1	N1	E5	N2	N2	N1	N1
E6	N2	N1	N3	N1	E6	N1	N1	N1	N1
E7	N2	N4	N1	N3	E7	N2	N4	N1	N3

Fuente: elaboración propia

Cómo se puede observar en las tablas anteriores, de las 28 respuestas escritas, 10 se encuentran en N1, 10 en N2, 2 en N3, 3 en N4 y 3 en N5. De las 28 respuestas gráficas 8 se encuentran en N1, 11 en N2, 3 en N3, 4 en N4 y 2 en N5. Al comparar estos resultados con los datos obtenidos en la primera intervención después de las ideas previas de Gómez, (2018) cuyos niveles de respuestas estuvieron entre el N2 y el N3, se observa que algunas de las respuestas tuvieron un pequeño corrimiento en sus Niveles pues, seis de ellas se encuentran por encima del N3, aunque en su gran mayoría se clasificaron en N1 y N2. Por otro lado, en la investigación de Tamayo, Zona, Loaiza, (2016), en el segundo momento se evidencia que un 36,2% de las respuestas se encuentran clasificadas en N1 y un 40% en N3, dando un 76,2% del total de las respuestas oscilando en estos 2 niveles. Se observa un incremento en el porcentaje de respuesta en N3, comparado con las respuestas iniciales. Caso contrario sucede con los resultados obtenidos en el caso 2 del trabajo de Acero, (2018) muestran que, de las 25 respuestas, 1 se encuentra clasificada en N2, 6 en N4, 14 en N5 y 4 no contestaron, niveles bastante distintos a los obtenidos en este trabajo.

De la misma manera se realizó la tabla 15 donde se comparan los niveles de resolución de problemas obtenidos por los estudiantes en las respuestas iniciales y finales de las cuatro actividades.

Tabla 15 Comparación de niveles de resolución de problemas obtenidos por estudiante. Respuesta escrita

RESPUESTA ESCRITA 1. E.	S1I	S1F	S2I	S2F	S3I	S3F	S4I	S4F
E1	N1	N4	N2	N2	N2	N2	N2	N1
E2	N1	N2	N2	N1	N1	N1	N1	N5
E3	N1	N5	N1	N2	N2	N2	N1	N1
E4	N2	N2	N2	N4	N2	N2	N3	N5
E5	N1	N1	N1	N2	N1	N1	N1	N1
E6	N2	N2	N2	N1	N2	N3	N2	N1
E7	N2	N2	N2	N4	N2	N1	N1	N3

Fuente: elaboración propia

En la tabla 15 se puede observar que son pocas las respuestas en esta actividad, en donde los estudiantes lograron subir el nivel en resolución de problemas. Se evidencia que el E1 logró subir la respuesta en la situación 1 tres niveles, las respuestas dos y tres permanecieron en el mismo nivel dos y la respuesta a la situación cuatro bajó un nivel. El E2 logró subir de nivel dos respuestas, la situación uno subió un nivel, mientras que la situación cuatro logró subir cuatro niveles. El E3 subió las respuestas de la situación uno y dos, la primera cuatro niveles y la segunda un nivel. El E4 subió la respuesta de la situación dos niveles, así como la respuesta de la situación cinco dos niveles. El E5 logró subir tan solo la respuesta a la situación dos un nivel, así como el E6 que lo hizo en las respuestas de la situación tres. Por último, el E7 logró subir las respuestas en la situación dos y en la situación cuatro, en ambas fueron dos niveles.

Tabla 16 Comparación de niveles de resolución de problemas obtenidos por estudiante. Respuesta gráfica

RESPUESTA GRÁFICA 1.E	S1I	S1F	S2I	S2F	S3I	S3F	S4I	S4F
E1	N1	N2	N2	N2	N2	N2	N2	N2
E2	N2	N2	N1	N2	N2	N2	N1	N5
E3	N1	N4	N1	N4	N2	N3	N1	N3
E4	N1	N2	N3	N4	N2	N2	N3	N5
E5	N2	N2	N2	N2	N1	N1	N1	N1
E6	N1	N1	N1	N1	N2	N1	N2	N1
E7	N2	N2	N3	N4	N2	N1	N1	N3

Fuente: elaboración propia

En el caso de las respuestas gráficas, se puede observar que fueron más los niveles de resolución de problemas que aumentaron de nivel, comparadas con las respuestas escritas, lo que puede reflejar que los estudiantes se expresan mejor realizando gráficas, que de manera escrita. El estudiante 3 logró subir por lo menos un nivel en todas sus respuestas, el estudiante 4 logró subir el nivel en tres de sus cuatro respuestas. El estudiante siete logró subir dos de sus respuestas de nivel, los estudiantes 1 y 2 lograron subir de nivel una de sus respuestas, los estudiantes 5 y 6 no lograron subir ninguna de sus respuestas de nivel.

Los niveles en las respuestas finales fueron bajos de acuerdo a lo esperado. El fracaso en este tipo de actividades se debe a la carencia que tienen los estudiantes para abordar este tipo de actividades, no poseen las habilidades o estrategias necesarias (Del Valle & Curotto, 2008). Es muy importante recalcar que esta es la primera vez que ellos se enfrentan a situaciones experimentales de este tipo, vienen de una inercia de prácticas tipo receta, lo que les ha generado un déficit en la capacidad de pensamiento, de reflexión, de búsqueda y organización en la información obtenida (García, 2000). Son pocas las veces en donde ellos tienen la oportunidad de planear y ser partícipes de su propio aprendizaje (López & Tamayo, 2012).

Es evidente que en esta etapa no tienen la capacidad de análisis o síntesis, sus conocimientos declarativos o procedimentales son realmente bajos, no poseen las habilidades propias de la resolución de problemas, se encuentran en la etapa de observación

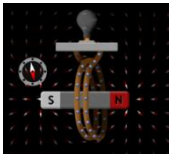
y re descripción del problema (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016). Por lo anterior, era de esperarse que los resultados en la primera actividad no fueran tan satisfactorios.

9.2 MOMENTO 2: ANÁLISIS ACTIVIDADES GENERADOR EÓLICO

Aquí se muestra la segunda parte de los resultados de las actividades realizadas por los estudiantes. Para las respuestas iniciales en esta etapa 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. Esta actividad es el número 7 del momento de promoción de la unidad didáctica.

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 tabla 17.

Tabla 17 Muestra de la matriz utilizada para la sistematización de las respuestas

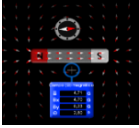
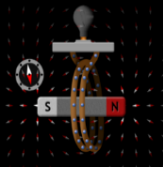
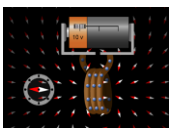
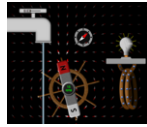
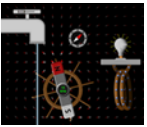
<p>Mueva el imán a través de la bobina y explique con sus palabras el fenómeno observado teniendo en cuenta las cargas dentro de la bobina y la iluminación del bombillo.</p>		
<p>RESPUESTAS</p>	<p>ANÁLISIS</p>	<p>NRP</p>
<p>E1: Podemos observar que el bombillo se prende cuando pasa por los polos y la 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>

Fuente: elaboración propia

¹ El simulador se encuentra en la siguiente dirección https://phet.colorado.edu/es_PE/simulation/legacy/generator

En la tabla 18 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 1, dando los siguientes resultados:

Tabla 18 Clasificación de las respuestas iniciales dadas por los estudiantes según los niveles de RP

PREGUNTAS	N1	N2	N3	N4	N5	NC
<p>1. <i>¿Cómo se produce el campo magnético en la situación planteada?</i></p> 		E3-E5	E2-E4- E6-E7			E1
<p>2. <i>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.</i></p> 		E7	E1-E2- E3-E5	E4-E6		
<p>3 <i>¿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></p> 	E1-E2- E6	E4-E3- E5	E7			
<p>4. <i>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)</i></p> 		E7-E5	E2-E3- E6	E1-E4		
<p>5. <i>¿Cuál es la relación que tienen las variables implicadas en el fenómeno?</i></p> 	E3	E2-E7		E4-E5		E1- E6

Fuente: elaboración propia

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.

Tabla 19 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

Fuente: elaboración propia

En la tabla 19 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.

En la tabla a continuación se observa las respuestas de los estudiantes y su respectiva clasificación dentro de la codificación diseñada para estas matrices de análisis

Tabla 20 Niveles de clasificación de las respuestas iniciales momento 2

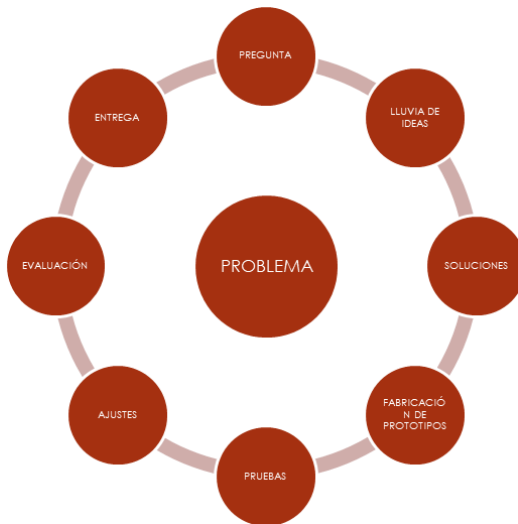
RI E2	P1I	P2I	P3I	P4I	P5I
E1	NC	N3	N1	N4	NC
E2	N3	N3	N1	N3	N2
E3	N2	N3	N2	N3	N1
E4	N3	N4	N2	N3	N4
E5	N2	N3	N2	N2	N4
E6	N3	N4	N1	N3	NC
E7	N3	N2	N3	N2	N2

Fuente: elaboración propia

Se observa que, de las 35 respuestas, 4 se encuentran en N1, 10 en N2, 13 en N3, 5 en N4 y 3 no contestaron, teniendo en cuenta que estos son los terceros datos analizados y que se realizaron en la semana 12 del semestre, se evidencia que existe un aumento en los niveles de clasificación de las respuestas, comparados con los anteriores análisis.

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 11 Proceso de diseño en ingeniería. Basado en el ciclo dado por (Botero, Educación STEM, introducción a una nueva forma de Enseñar y Aprender, 2018)



Fuente: elaboración propia

Para comenzar con los pasos planteados por el diseño de ingeniería 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, ésta actividad tiene la intención que los estudiantes comiencen a resolver problemas del mundo real, integrando las diferentes disciplinas STEM (Ortiz, Aduriz, & Greca, 2019).

Figura 12 Noticia del periódico el Tiempo

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>

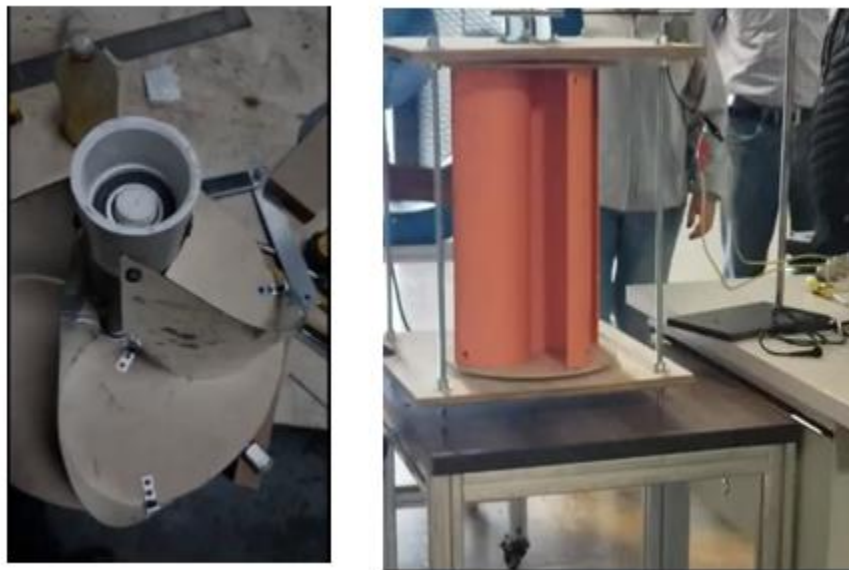
Fuente: elaboración propia

Esta noticia en la actividad desencadenante, en donde se motiva al estudiante, lo acerca al tema y lo introduce al reto que debe resolver (Ruiz, 2017).

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). Otro punto interesante de esta actividad es que a través de ella los estudiantes desarrollen las competencias ciudadanas, propias para una resolución responsable de problemas sociales (Ortiz, Aduriz, & Greca, 2019)

Después de una investigación por parte de los estudiantes de las condiciones y características sociales, culturales, climáticas, de acceso a la población de Sipi, 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 13 Construcción y pruebas de prototipos, fuente propia



Fuente: elaboración propia

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. Esta información se sistematizó por medio de una matriz, para su posterior análisis

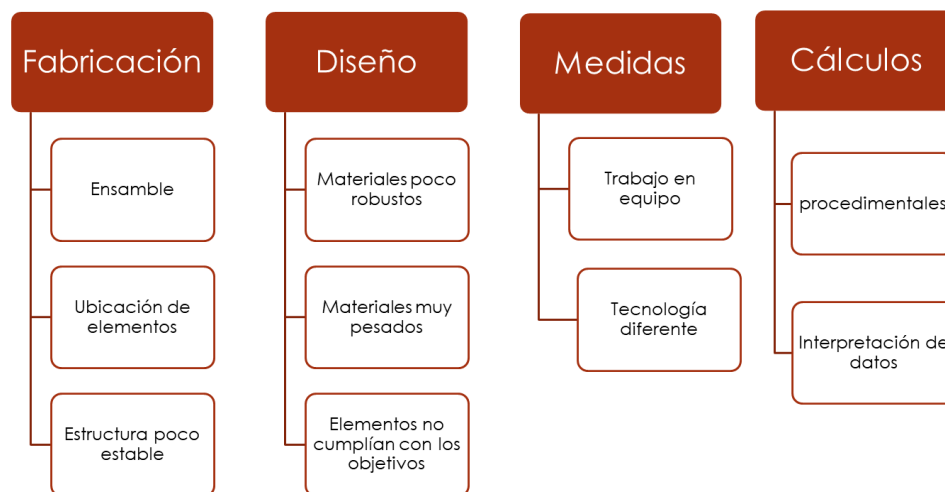
Tabla 21 Matriz de sistematización de los problemas y ajustes presentados por los estudiantes

PROBLEMAS PRESENTADOS Y AJUSTES REALIZADOS
<p>E2: Para que nuestro generador no se desarmara de nuevo se procedió a abrir ranuras de la misma forma de los álabes en las tablas de 5 mm con el fin que estos encajen acá y después sean llenados con pegante con el fin que sea más robusto y no se salgan a volar los álabes se ingresaron los rodamientos apoyados en la base de madera la cual tiene una una pulgada tanto en la base superior como inferior esto con el fin de que el eje gire libremente con mayo facilidad procediendo a ajustar todo con tuerca aranduela en cada parte debe apoyado en cada superficie con el fin de que nuestro generador no se vaya a desarmar en ningún momento a la hora de determinar nuestros objetivos una buena toma de datos nos facilitará el proceso par esto se propusieron unos pasos[silencio] paso uno estar organizadas dos personas escuchando estando pendientes cuando la profesora de la señal de ya [silencio] cuando la docente dice ya estar pendientes del dato que nos arroja el multimetro y el dispositivo de la medición de las rpm[silencio] este paso nos ayuda a la mejora de la precisión a la hora de la toma de las medidas para calcular lo deseado paso dos [silencio] se presentaron algunas dificultades a la hora de esta obtención de datos dado que por el dispositivo que nos calcula las rpm[silencio] os calculaba un error a la hora de saltos de datos un ejemplo es que primero nos arrojaba un dato en cuatrocientos y después nos arrojaba un dato en mil es un ejemplo teóricamente pueda que no sea así este error se solucionó ajustando la posición del generador e interpretando mejor lo que sucedía y lo que nos arrojaban los dispositivos como datos para la obtención de nuestra variable de fabricación [silencio] el trabajo en equipo y la concentración es fundamental para la realización de este proyecto</p>

Fuente: elaboración propia

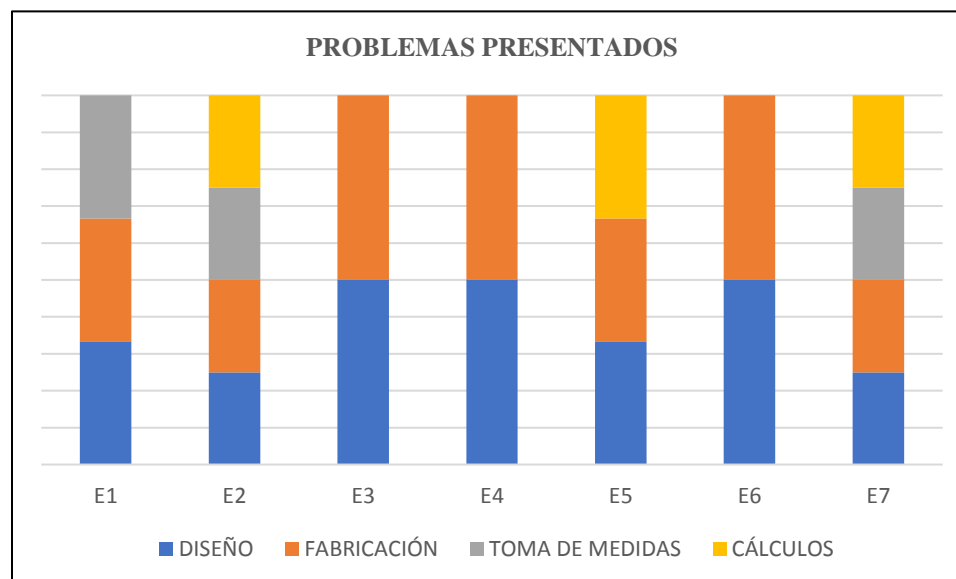
Después de tener la información sistematizada, los problemas se clasificaron en 4 grupos según se observa en la tabla 22.

Tabla 22 Clasificación de los problemas presentados en el momento de aplicación.



Fuente: elaboración propia

Gráfico 1 Clasificación de problemas presentados por estudiante



Fuente: elaboración propia

Como se evidencia en la gráfica 1 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, solo 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.

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, habilidad propia de la resolución de problemas (Paz, 2011) (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016).

Al clasificar estos resultados, se evidencia que existen cruces importantes entre las habilidades en resolución de problemas, STEM y del siglo XXI. Si bien este no era el propósito de esta investigación, es importante seguir indagando en términos epistemológicos y teóricos estos cruces en futuras investigaciones.

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 23 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	

Fuente: elaboración propia

En la tabla 23 se observa que no existen respuestas clasificadas en niveles uno o dos, se encuentran en los niveles tres, cuatro y cinco.

Tabla 24 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

Fuente: elaboración propia

La tabla 24 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.

La tabla a continuación muestra las respuestas finales dadas por los estudiantes, según los niveles de clasificación y su respectiva decodificación por colores:

Tabla 25 Niveles de clasificación de las respuestas momento 2

RF E2	PIF	P2F	P3F	P4F	P5F
E1	N4	NC	N3	N4	N4
E2	N4	N5	N3	N5	N4
E3	N5	N5	N3	N3	N5
E4	N5	N4	N4	N3	N4
E5	N3	N3	N3	N3	N3
E6	N5	N5	N3	N3	N5
E7	N4	N5	N3	N5	N4

Fuente: elaboración propia

Se puede observar que, de las 35 respuestas dadas por los estudiantes, 13 se encuentran en N3, 10 en N4, 11 en N5 y 1 que no se contestó. Las respuestas analizadas en el trabajo de Gómez, (2018) en su última intervención, se puede apreciar que se encuentran clasificadas en N1, N3 y N5, coincidiendo en los últimos dos niveles con el actual trabajo. Las respuestas dadas por los estudiantes en el momento 3 y analizadas en el trabajo de Tamayo, Zona, Loaiza, (2016) se encuentran clasificadas en N3 con un 57,6% y en N5 con un 13,8%, para un total de 71,4%, lo que evidencia que la mayoría se encuentra en el N3, al igual que el actual trabajo. Por último, respecto a las respuestas de las estudiantes analizadas en el trabajo de Acero, (2018) en el instrumento 3, se puede observar que, de 25, 1 quedó clasificado en N3, 8 en N4 y 16 en N5.

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

Tabla 26 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

Fuente: elaboración propia

Los colores de la tabla 26 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 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).

10 CONCLUSIONES

- ✓ En el Momento 1, las respuestas escritas y gráficas iniciales se encontraban clasificadas en N1 y N2 en su gran mayoría, de manera similar a las respuestas analizadas en los trabajos de Gómez (2018) y Tamayo, Zona & Loaiza (2016); En las respuestas finales de este momento se encontraron casos aislados de respuestas en N4 y N5. Al comparar las dos respuestas se evidencia que son pocos los casos en los que se logró subir de niveles.
- ✓ En el Momento las respuestas iniciales se clasificaron: 4 en N1, 10 en N2, 13 en N3, 5 en N4 y 3 NC, evidenciando un pequeño aumento en la clasificación. Las respuestas finales de este momento, después de aplicar la estrategia STEM, se clasificaron 13 en N3, 10 en N4, 11 en N5 y 1 que NC, de manera similar a las respuestas analizadas en los trabajos de Gómez (2018) y Tamayo, Zona & Loaiza (2016). Al comparar las respuestas iniciales y finales, se evidencia un aumento en los niveles de resolución de problemas.
- ✓ La aplicación de la unidad didáctica generó resultados positivos y más aún en el momento de aplicación, logró promover las habilidades en la resolución de problemas ya 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 habilidades cognitivas, cognoscitivas y metacognitivas, propias de 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, un mayor análisis de los resultados, un mejoramiento en el manejo de pasos en sus actividades para lograr el objetivo planteado.
- ✓ 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.
- ✓ Las habilidades en resolución de problemas, en STEM y las del siglo XXI se complementan entre sí, desarrollando competencias importantes en el aprendizaje de los estudiantes.

11 RECOMENDACIONES

- ✓ Existen algunas conceptualizaciones que presentan cruces entre las dimensiones del pensamiento crítico y metodología STEM, se sugieren futuras investigaciones que puedan validar esta premisa y presenten hallazgos en términos epistemológicos teóricos y prácticos de estas supuestas congruencias.
- ✓ Se recomienda estudiar la habilidad metacognitiva en la resolución de problemas mediante la utilización de estrategias STEM, ya que esta investigación, se centró más en las habilidades cognitivas y cognoscitivas
- ✓ Es imperativo que los profesores se capaciten en diseñar actividades en el aula donde involucren problemas en contexto, para que los estudiantes promuevan las habilidades en resolución de problemas y los prepare como ciudadanos del siglo XXI
- ✓ Es importante que los estudiantes conozcan la realidad del país donde viven, por esta razón la estrategia STEM brinda bondades para el diseño de actividades de problemática mundial, de esta manera se puede generar conciencia social en los estudiantes, desde los inicios de sus carreras, para que uno de los objetivos al ser profesionales sea brindar apoyo a comunidades vulnerables.
- ✓ Las actividades de resolución de problemas deben ir acompañadas de actividades metacognitivas, para promover las habilidades que permiten elevar la conciencia en sus procesos mentales.
- ✓ Se deben abolir las guías experimentales tipo receta que no les permiten a estudiantes ningún tipo de autorregulación en su aprendizaje.
- ✓ Se sugiere realizar futuras investigaciones que relacionen cada una de las dimensiones del pensamiento crítico con la educación STEM.
 - ✓ Es muy buena estrategia implementar proyectos interdisciplinarios en un mismo semestre, de esta manera el estudiante da cuenta que todos los conceptos se relacionan entre sí para lograr un solo propósito.

12 REFERENCIAS

- Acero, S. (2018). Aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico a la genética mendeliana. Manizales: UAM.
- Acosta, D., & Vasco, C. (2013). La competencia, la experticia y el virtuosismo. En D. Acosta, & V. Carlos, *Habilidades, Competencias y Experticias. Más allá del saber qué y el saber cómo* (págs. 78-87). Bogotá: Corporación Universitaria Unitec. Universidad de Manizales y la Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (Cinde).
- 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.
- Anderson, B. (2017). iSTEM - International Inclusive STEM Education - OSU. Obtenido de <https://istem.engineering.osu.edu/about>
- Botero, J. (2018). Educación STEM, introducción a una nueva forma de Enseñar y Aprender. Bogotá: Stilo impresores Ltda.
- Botero, J. (30 de julio de 2018). unperiodico.unal.edu.co. Obtenido de <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/blog/detail/la-educacion-stem-hoy-mas-importante-que-nunca/>
- Botero, J. (2019). STEM education Colombia. Obtenido de <https://www.stemeducol.com/que-es-stem>
- Chacko, P., Appelbaum, S., Kim, H., Zhao, J., & Montclare, J. (2015). Integrating technology in stem education. *Journal and technology and science education*, 5-14.
- Chavarria, J., & Alfaro, C. (2011). Resolución de problemas según Polya y Schoenfeld. IV CIEMAC, (págs. 1-4).

- Couso, D. (20 de noviembre de 2017). Revive lo que fue la conferencia "Educación STEM" por Digna Couso. Obtenido de <http://ddcc.ucv.cl/web/index.php/2017/11/20/revive-lo-que-fue-la-conferencia-educacion-stem-realizada-por-diga-couso/>
- Del Valle, M., & Curotto, M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza aprendizaje. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 463-479.
- 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
- Farias, D., Molina, M., & Carriazo, J. (2010). Una aplicación de redes sistémicas para entender las concepciones de los estudiantes: ¿Qué tan grande es un átomo? *Tecné, Epísteme y Didaxis*, 9-19.
- García, P. F. (2000). LOS MODELOS DIDÁCTICOS COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISIS Y DE INTERVENCIÓN EN LA REALIDAD EDUCATIVA. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*.
- Gaulin, C. (2000). Tendencias Actuales de la Resolución de problemas. *Tendencias Actuales de la solución de problemas* (págs. 51-63). Bilbao: Sigma.
- Gómez, L. (2018). Aprendizaje del concepto de reacciones químicas mediante el modelo de resolución de problemas en los estudiantes de la UCM. Manizales: UAM.
- Handelsman & Smith, M. (2016). Obtenido de <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>
- Hodson, D. (1992). Redefining and Reorienting Practical Work in School Science. *School Science Review*, 65-68.
- Jessup, M. (1998). Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. TED.
- Johnson, C., Breiner, J., Harkness, S., & Koehler, C. (28 de octubre de 2011). [www.academia.edu](https://www.academia.edu/4558729/What_Is_STEM_A_Discussion_About_Conceptions_of_STEM_in_Education_and_Partnerships?). Obtenido de https://www.academia.edu/4558729/What_Is_STEM_A_Discussion_About_Conceptions_of_STEM_in_Education_and_Partnerships?

- López, A. M., & Tamayo, O. E. (2012). Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 145-166.
- Ortiz J., Aduriz, A., & Greca, I. (2019). The philosophy in/of integrated STEM education. En IHPST International history philosophy & science taching Re introducing science. Thessaloniky: Grafima Publications.
- Payá, J. (1991). Los Trabajos Prácticos en la Enseñanza de la Fpísica y la Química.Un análisis crítico y una Propuesta Fundamentada. Valencia: Tesis doctoral, universidad de Valencia.
- Paz, H. (2011). Como desarrollar la metacognición en la educación superior mediante la resolución de problemas. *INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 31*, 213-223.
- PCIS. (07 de 2017). Parque Científico de Innovación Social - UNIMINUTO. Obtenido de <http://www.uniminuto.edu/web/pcis/stem>
- Perales, P. F. (1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias y resolución de problemas*, 119-143.
- Peterson, N. G., Munford, M. D., Borman, W. C., & Jeanneret, P. R. (1999). An occupational information system for the 21 st century:development of O*NET. American Psychological Association.
- 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.
- STEM+B, g. d. (2017). *Revista Sistema*. Obtenido de <http://revista-sistema.org/giistem/1852.html>
- Tamayo, O. E., Zona, J. R., & Loaiza, Y. E. (2016). La resolución de problemas como constituyente del pensamiento crítico en el aula de ciencias. En O. E. Tamayo

- Álzate, 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.
- Tamayo, O. E., Cadavid, V., & Montoya, D. M. (2017). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. Revista Colombiana de educación, 117-141.
- Valencia, A. (2004). La relación entre la ingeniería y la ciencia. Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 156-174.
- Vásquez, J. A., Comer, M., & Sneider, C. (2013). STEM Lesson Essentials Grades 3-8 Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics. Heinemann.
- Woods, D., Crowe, C., Hoffman, T., & Wright, J. (1985). Challenges to teaching problem-solving skills. Waterloo: Waterloo University.

13 ANEXOS

ANEXO # 1 - UNIDAD DIDÁCTICA

Título

Generación eléctrica

Objetivo

Al finalizar la unidad didáctica el estudiante debe lograr subir mínimo dos niveles de resolución de problemas respecto a su nivel inicial, integrando los conocimientos adquiridos hasta el momento en ciencias, matemáticas, tecnología e ingeniería.

Preámbulo

La unidad didáctica que se muestra a continuación, se plantea bajo la perspectiva de trabajo de (Sanmartí, 2000), es decir los temas se agruparan en cuatro momentos en los que se tratan diferentes conceptos de acuerdo con la siguiente descripción:

Actividades iniciales

Las actividades iniciales en cada uno de los temas se realizan para saber en cuales niveles de resolución de problemas se encuentran los estudiantes antes de las intervenciones de promoción. Son actividades motivadoras de exploración de ideas previas que traen los estudiantes al ingresar al curso de física del electromagnetismo.

Actividades de promoción

El diseño de estas actividades tiene como finalidad que los alumnos reflexionen algunas veces de manera individual y otras de manera colectiva a cerca de sus hipótesis iniciales y del planteamiento de sus modelos iniciales en cada concepto explorado.

Actividades de síntesis

Estas actividades favorecen que los estudiantes expliciten lo que han aprendido respecto a sus condiciones iniciales, aquí deben contrastar lo aprendido con sus compañeros.

Actividades de aplicación

Esta actividad es para diseñar pequeños proyectos, para que se les posibilite a los estudiantes el planteamiento de nuevos interrogantes y preguntas al enfrentarlos a situaciones problemáticas complejas, reales y en contexto.

Actividades

Actividad 1

NOMBRE: Ideas previas

MOMENTO: Inicial

OBJETIVO: Determinar los niveles iniciales de resolución de problemas que tienen los estudiantes al ingresar al curso de física del electromagnetismo.

DESCRIPCIÓN: El instrumento de ideas previas consiste en ubicar a los estudiantes en un contexto real donde deben aplicar los pre-saberes respecto a algunos temas de Física del electromagnetismo para describir lo que sucede en cada experimento o solucionar problemas respecto a la situación propuesta, para ello se realizará una prueba escrita.

DURACIÓN: La prueba tendrá una duración de 1,5 horas y será al iniciar el semestre

RECURSOS: papel y lápiz

RESULTADOS ESPERADOS: Con la aplicación de esta prueba inicial se pretende clasificar los niveles de resolución de problemas que traen los estudiantes antes de ingresar al curso, así como los modelos explicativos con los que llegan.

INSTRUMENTO DE IDEAS PREVIAS

Nombre del estudiante: _____ **Grupo:** _____

Apreciado estudiante:

Antes que nada, quiero agradecerles su colaboración activa y participación en una serie de pruebas que se desarrollarán a lo largo de este semestre y que están dirigidas a establecer una serie de mecanismos en el aula que les permitan una mejor comprensión de Los fenómenos que estudia la física del electromagnetismo.

Estas actividades estarán alineadas con el proyecto de investigación que adelanta su profesora para optar al título de Maestría en Enseñanza de las Ciencias en la Universidad Autónoma de Manizales.

Esta primera actividad está encaminada a determinar qué ideas traen sobre la forma en que ustedes pueden describir fenómenos y solucionar problemas relacionados con la física del electromagnetismo en un contexto real.

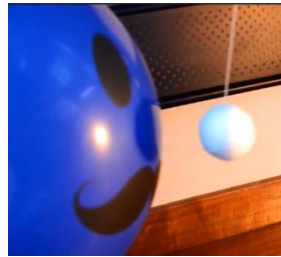
Todo el trabajo que desarrollemos en este aspecto a lo largo del semestre será valorado y cada uno de ustedes recibirá la retroalimentación para que finalmente la actividad resulte provechosa tanto para ustedes como para mí

Es posible que todavía no conozca algunos conceptos por los que se pregunta, de ser así utilice su intuición para dar la respuesta, es decir responda como crea que se explica mejor lo que le están preguntando.

Firma _____

PRIMERA SITUACIÓN

Se tiene un globo o bomba cargada y se acerca a un péndulo conformado por una bola de icopor que se encuentra descargado. Prediga que efecto se ve en el péndulo en el momento de acercar la bomba. ¿Qué tipo de cargas se encuentran dentro del péndulo?. Explique con sus palabras y realice un esquema de lo que puede estar pasando externamente con los elementos (Bomba, péndulo) e internamente con las cargas en cada elemento (Bomba, péndulo).



Descripción

Esquemas

SEGUNDA SITUACIÓN

Se tiene un globo o bomba cargada y se acerca a un péndulo conformado por una bola de material conductor que se encuentra descargado. Prediga que efecto se ve en el péndulo en el momento de acercar la bomba. ¿Qué tipo de cargas se encuentran dentro del péndulo?. Explique con sus palabras y realice un esquema de lo que puede estar pasando externamente con los elementos (Bomba, péndulo) e internamente con las cargas en cada elemento (Bomba, péndulo).



Descripción

Esquemas

TERCERA SITUACIÓN

De nuevo la bomba se encuentra cargada y se acerca al péndulo de material aislante, pero en esta ocasión la toca, ¿Qué fenómeno se espera observar?, ¿Qué sucede internamente con las cargas en el péndulo y en la bomba? Explique con sus palabras y realice un esquema de lo esperado.



Descripción

Esquemas

CUARTA SITUACIÓN

La bomba se encuentra cargada y se acerca al péndulo de material conductor, pero en esta ocasión la toca, ¿Que fenómeno se espera observar?, ¿Qué sucede internamente con las cargas en el péndulo y en la bomba? Explique con sus palabras y realice un esquema de lo esperado.



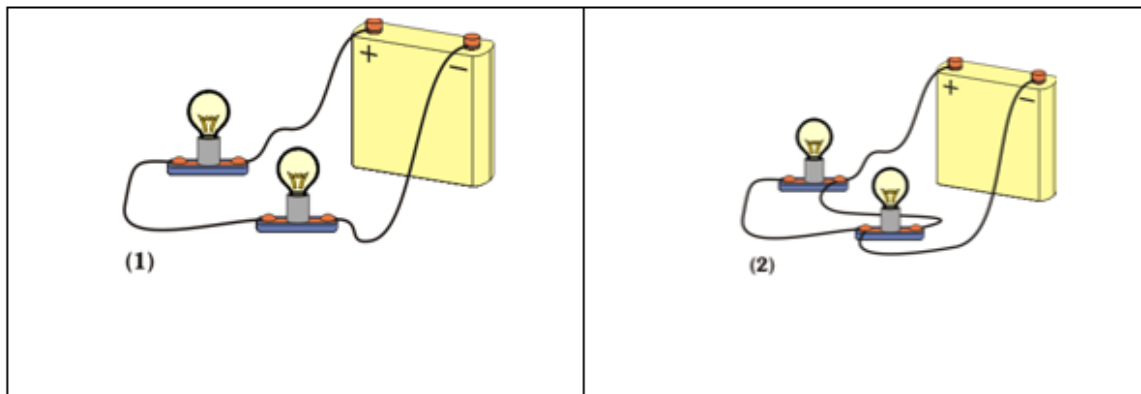
Descripción

Esquemas

QUINTA SITUACIÓN

Usted se quedó de encontrar en la casa a las siete de la noche con varios amigos para la realización de un proyecto de física, que tenía que entregar al día siguiente.

Desafortunadamente se fue la luz, y necesita que cada uno de los integrantes tengan buena iluminación para el ensamble de su parte del proyecto. Su papá le dijo que mientras llegaba la luz podía conectar bombillos a una batería y éstos funcionaban por un tiempo. ¿Con cuál de las dos formas de conexión usted podría solucionar el problema para que todos tuvieran una buena iluminación y por qué? ¿Por qué solo puede solucionar el problema temporalmente? Explique detalladamente su decisión.



Las imágenes se obtuvieron de la siguiente dirección electrónica:

https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwiy8Jrs_rnhAhWutlkKHTkTDI0QjRx6BAqBEAU&url=https://www.flaplace.us.es/~wiki/index.php/Conexiones_serie_y_paralelo_de_bombillas_a_bater%25C3%25ADa_real_GIA&psig=AOvVaw2JyApeqpA2PrHMqOjRkYGo&ust=1554589349900267

SEXTA SITUACIÓN

En el 2002 el fútbol colombiano tuvo una gran pérdida cuando en un partido de entrenamiento cayó un rayo y varios futbolistas murieron. Uno de ellos fue Giovanni Córdoba. Parte de la noticia del espectador dice lo siguiente:

Elkin Murillo recuerda que “cuando cayó el rayo yo estaba al lado de Giovanni Córdoba, él se volteó y me dijo: ‘Uy, mira Elkin, a Carepa le está saliendo humo de la cabeza’. Nos fuimos hacia donde Hernán para ayudarlo y recuerdo que Córdoba dio unos cinco pasos, se puso la mano en el pecho y cayó arrodillado. Yo creí que estaba molestando, porque siempre hacía ese tipo de chistes, pero cuando le miré los ojos, grité”.

Fuente: <https://www.elespectador.com/deportes/futbolcolombiano/un-fatidico-24-de-octubre-articulo-383071>

Según sus palabras explique de una manera detallada ¿por qué cayó al suelo el jugador Giovanni Córdoba al comenzar a caminar?

Si usted se encontrara en una situación como la de Elkin Murillo ¿Podría hacer algo para ayudar a sus compañeros? Explique el porqué de su respuesta

SÉPTIMA SITUACIÓN

En Colombia existen 1710 localidades rurales en donde se calcula que 128 587 personas acceden al servicio de energía eléctrica pocas horas en el día, lo que implica que 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. Usted como futuro ingeniero ¿Qué soluciones daría para que estos habitantes tuvieran energía eléctrica más tiempo a lo largo de sus días? Explique detalladamente su respuesta.

Las respuestas dadas por los estudiantes se clasificarán según la siguiente tabla de resolución de problemas:

Actividad 2

NOMBRE: Péndulos cargados

MOMENTO: Promoción

OBJETIVO: Determinar por medio de observaciones en procesos sencillos de experimentación los procesos de carga en materiales aislantes y conductores, realizando las comparaciones entre unos y otros.

Aprender a solucionar problemas en la fabricación de elementos sencillos y en la parte experimental.

DESCRIPCIÓN: Esta actividad es para ser realizada en la casa, en parejas, durante la primera semana de clase. Consiste en que ellos deben fabricar péndulos con bolas de icopor, uno de material aislante y otro forrando las bolas de icopor con papel de aluminio, para que quede de material conductor. Con cada uno se realizan diferentes experimentos y ellos deben describir lo que están observando y lo que sucede internamente en cada material. Las descripciones las realizan de manera oral, escrita y gráfica mediante un video que documente paso a paso lo que van fabricando y la descripción en cada caso. Cada respuesta se clasifica según los niveles de resolución de problemas de (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016).

DURACIÓN: Tienen una semana para entregar la actividad.

RECURSOS: Celular con cámara de video, formato de preguntas, lápiz, colores, esfero, papel de aluminio, pelotas de icopor, hilo, bombas de piñata, telas de diferente material.

RESULTADOS ESPERADOS: Se espera que los estudiantes determinen las diferencias visuales entre polarización e inducción según sea el caso. Que describan físicamente lo que están observando en las diferentes actividades de manera oral, escrita y gráfica. Debido a que es una de las primeras prácticas experimentales que realizan sin supervisión de los docentes, se espera que comiencen a solucionar problemas que se

presentan en cualquier experimento, que aprendan a controlar variables de experimentación y que por último comparen sus respuestas con las de la prueba inicial y reflexionen sobre su propio conocimiento, dando explicación del porqué se comportan los péndulos de la manera que lo hacen en cada uno de los casos.

FÍSICA DEL ELECTROMAGNETISMO

ACTIVIDAD 2: ELECTROSTÁTICA

OBJETIVOS

Diferenciar fenómenos físicos en materiales aislantes o conductores cuando presentan cargas iguales, diferentes o neutras.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desarrollar en los estudiantes la capacidad de solucionar problemas en la fabricación de elementos sencillos y en la experimentación de electrostática básica.
- Describir lo observado en cada una de las diferentes actividades para desarrollar habilidades comunicativas en los estudiantes.
- Establecer las diferencias en la forma de cargar materiales aislantes y conductores.
- Evidenciar la existencia de carga eléctrica en elementos comunes a través de la observación de un experimento.

MATERIALES

- 1 bola de icopor (3 cm de diámetro aproximadamente)
- Hilo
- Cinta pegante
- Bomba para fiesta
- Una hoja de plástico (puede usar los separadores plásticos o una hoja de carpeta plástica)

- Una hoja (tamaño carta) de papel aluminio

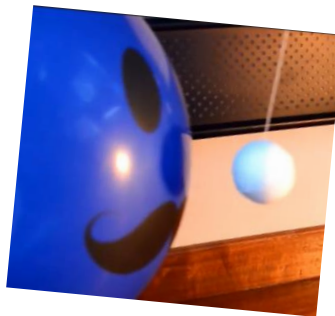
PROCEDIMIENTO

Con los materiales propuestos realice la fabricación de dos péndulos, uno de material aislante conformado por una bola de icopor y otro de material conductor, conformado por una bola de icopor recubierta de papel de aluminio, es muy importante que el aluminio recubra completamente la bola de icopor y que el hilo que lo sostiene también sea de aluminio o algún material conductor.

Sea cuidadoso en el momento de realizar el experimento, trate de minimizar los errores al máximo, es decir procure que el péndulo se encuentre estable en algún soporte o mesa, no lo sostenga de la mano, busque un sitio cerrado donde no haya corrientes de aire. Cada vez que lo necesite y al empezar cada actividad, descargue los elementos involucrados.

En el momento de realizar el experimento procure no tener sacos de lana o algodón puestos, recuerde que éstos también se cargan y pueden dañar el experimento.

A continuación, realice las actividades propuestas para cada caso, describiendo detalladamente lo observado en cada elemento, compare lo observado en el péndulo aislante y en el péndulo conductor, siempre argumente su respuesta. Realice también un esquema que muestre internamente que está pasando con las cargas en cada elemento involucrado (Haga uso de lo visto en clase e investigue en los libros si es necesario para argumentar mejor su respuesta).



Planeación:

1. Lea cuidadosamente las actividades y antes de su realización planee una estrategia, para que ésta quede fácil de realizar, organice sus ideas y proponga una serie de pasos para tanto para la parte conceptual, como para la experimental.

Paso1

¿Por qué propuso ese paso?

Paso 2

¿Por qué propuso ese paso?

Paso 3

¿Por qué propuso ese paso?

¿Qué conocimientos son necesarios para poder realizar las actividades a continuación?

¿Qué problemas se les presentaron en la fabricación de los elementos y en la realización del montaje?

¿Cómo los solucionaron?

ACTIVIDAD 1

Cargue la bomba frotándola con algún material (puede ser tela de algodón, lana, jean) y acérquela al péndulo de material aislante sin tocarlo. En caso que se toquen debe descargar los dos materiales y repetir el experimento. Explique con sus palabras y realice un esquema de lo que está pasando interna y externamente con los elementos (Bomba, péndulo).

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 2

Repita los pasos de la actividad anterior, pero ahora acerque la bomba al péndulo de material conductor.

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 3

Cargue nuevamente la bomba y acérquela al péndulo de material aislante, pero ahora permita que el péndulo toque la bomba.

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 4

Cargue nuevamente la bomba y acérquela al péndulo de material conductor, pero ahora permita que el péndulo toque la bomba.

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 5

Repita la actividad número uno, pero ahora coloque la hoja de acetato entre el péndulo aislante y la bomba.

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 6

Repita la actividad número uno, pero ahora coloque la hoja de acetato entre el péndulo conductor y la bomba.

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 7

Descargue el péndulo aislante y repita la actividad anterior pero ahora cambie la hoja de acetato por una hoja de papel de aluminio.

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 8

Descargue el péndulo conductor y repita la actividad anterior pero ahora cambie la hoja de acetato por una hoja de papel de aluminio.

Descripción del fenómeno	Esquema

ACTIVIDAD 9

Observe el video y trate de reproducir el fenómeno

<https://www.youtube.com/watch?v=Ke9iFU7xdQw>

Descripción del fenómeno	Esquema

¿Qué dificultades se les presentaron en el momento de realizar los experimentos?

¿Por qué creen que surgieron esas dificultades?

¿Cómo lograron resolver las dificultades presentadas?

¿Creen ustedes que la estrategia que planearon para llevar a cabo las actividades fueron exitosas?

ACTIVIDAD 3

NOMBRE: Líneas de campo eléctrico de diferentes configuraciones

MOMENTO: Promoción

OBJETIVO: Describir el comportamiento de las líneas de campo eléctrico de diferentes configuraciones de carga en una práctica experimental con electrodos reales.

Determinar los problemas que se presentan respecto a las líneas de campo eléctrico, cuando se está experimentando con electrodos reales.

Clasificar las respuestas dadas por los estudiantes en los niveles de resolución de problemas dados por (Tamayo, Zona, & Loaiza, 2016).

DESCRIPCIÓN: Se realizará la carga de electrodos de diferentes formas por medio de una máquina de whimshurst, estos electrodos se encuentran inmersos dentro de una cubeta con aceite y varias partículas de areparina, una vez se comienzan a cargar, se podrán observar las distintas líneas de campo que se van formando dependiendo de los montajes. Esta actividad se realizará de manera individual y cada estudiante deberá entregar las fotos respectivas de los montajes, así como un formato escrito donde se le realizan diferentes preguntas al respecto y otras que deben averiguar en cualquier medio, ya sea en internet o en libros específicos del tema. El formato debe ser entregado vía mail. En cada caso describirán lo observado y describirán cuales son los problemas más significativos que se han presentado en este caso y por qué se están generando.

DURACIÓN: Una sesión de clase de 1,5 horas.

RECURSOS: Electrodos de diferente forma, Máquina de Whimshurst, aceite de cocina, areparina, cubetas de vidrio, celular con cámara, formatos de papel, correo electrónico, lápiz, colores y esfero.

RESULTADOS ESPERADOS: Se espera que los estudiantes identifiquen las diferencias presentadas en la formación de líneas de campo en los distintos montajes realizados, así como la comparación de éstos, con las líneas ideales que se presentan en los libros de texto, lo importante de esta actividad es que los estudiantes sepan explicar cuáles fueron los problemas que se presentaron en la parte experimental para que las líneas de campo en montajes reales no fueran igual a las líneas de campo ideales.

Actividad 3

Líneas de campo

Objetivo

Analizar las líneas de campo de las diferentes configuraciones de carga y realizar las distintas de lo observado.

Procedimiento:

Tomar las fotografías de cada uno de los montajes, en donde se puedan observar las líneas de campo que producen las diferentes configuraciones de carga. Realizar una descripción de lo que está observando en cada una de ellas y responder las preguntas a continuación.

1. ¿Qué características presentan las líneas de campo eléctrico en cada una de las configuraciones? Describa cada fotografía y argumente su respuesta.
2. ¿Qué pasaría si en la configuración **carga puntual-carga puntual**, el valor de una de las cargas es mayor? ¿Cómo se verían las líneas de campo?

3. ¿Qué pasaría si en la configuración **carga puntual-carga puntual**, las dos cargas son del mismo signo?
4. En la configuración de **círculos concéntricos**, se pueden diferenciar tres zonas, describa lo observado en cada una de ellas, ¿Por qué cree que ocurre esto?
5. En la configuración **placa-carga puntual**, ¿qué características tienen los patrones de las líneas de campo eléctrico, cerca de la placa y cerca de la carga puntual? Describa lo observado y explique.
6. Busquen tres configuraciones diferentes a las logradas en el laboratorio y entreguen el esquema de sus líneas de campo.
7. ¿Qué diferencias encontró usted entre las fotografías que tomó y las gráficas que presentan los libros?
8. ¿Qué problemas observó usted en el momento de la realización de la práctica?.

Actividad 4

NOMBRE: Dodecaedro

MOMENTO: Promoción

OBJETIVO: Determinar de manera experimental que $\int E \cdot dl = 0$ en una trayectoria cerrada.

Determinar los problemas que se presentan en la construcción de un prototipo específico, así como los problemas que se presentan en el momento de utilizar instrumentos de medida, para cumplir con un objetivo específico de una actividad.

DESCRIPCIÓN: Esta actividad está planeada para trabajar en parejas. En la casa se debe fabricar un dodecaedro de resistencias electrónicas sin soldarlo, simplemente uniendo cada una de las treinta resistencias que lo conforman. Una vez se tenga el dodecaedro se identifican cada uno de los nodos o puntos de unión y se transcribe la información a un plano que previamente se les ha proporcionado. Ya teniendo todo perfectamente señalado se escogen cuatro trayectorias distintas a las externas para medir las diferencias de potencial en cada resistencia, se debe comprobar que la suma de voltaje es igual a cero. El problema más importante que se les va a presentar en este caso, y que deben solucionar, es la forma en que deben medir el voltaje para que la suma les de cero, ya que es muy importante la polaridad que vayan a escoger.

Esta actividad es el preámbulo para una de las leyes más famosas de circuitos eléctricos: Las leyes de voltajes de Kirchoff y les va dando herramientas bastante importantes para la ejecución de ejercicios de este tipo

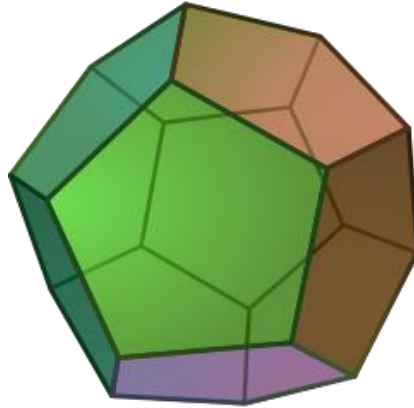
DURACIÓN: Las medidas requieren de 1,5 horas de clase, así como la comprobación de que la $\int E \cdot dl = 0$ en una trayectoria cerrada. La fabricación del dodecaedro la realizarán en casa, tienen una semana para la entrega del prototipo.

RECURSOS: 30 resistencias electrónicas de diferente denominación, teniendo en cuenta que deben tener el mismo orden de magnitud, multímetro y plano del dodecaedro.

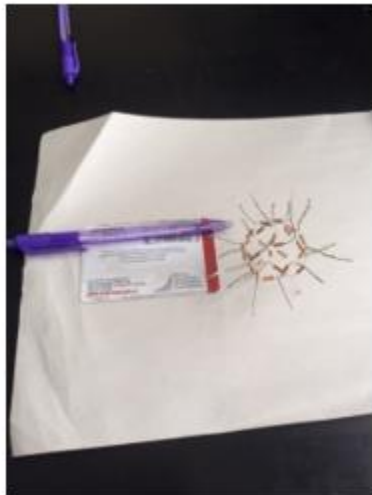
RESULTADOS ESPERADOS: Se espera que los estudiantes aprendan a realizar medidas adecuadamente y solucionen los problemas de polaridad que se les presenta en este caso.

Actividad 4

DODECAEDRO



<https://es.wikipedia.org/wiki/Dodecaedro#/media/File:Dodecahedron.svg>



MATERIALES

- 30 resistencias de diferente denominación entre 2000 y 10000 ohmios.
- Fuente de voltaje de mínimo 9 voltios
- Multímetro
- Papel
- Cinta de enmascarar

PROCEDIMIENTO

Para la fabricación del dodecaedro deben tener 30 resistencias con valores entre 2000 y 10000 ohmios. De las 30 por lo menos 5 deben ser de diferente denominación. Las resistencias deben ser de $\frac{1}{4}$ de watt para una mejor manipulación. La idea es que no les corten las puntas a las resistencias, ni que las vayan a soldar, es imprescindible que las unan con unas pinzas y dejen las puntas, tal cual se muestra en la foto. Cada punto común debe darle un número o una letra, bien sea en cinta o con post-it.

Una vez tenga todos los nodos identificados en las resistencias, ubíquenlos en el plano (anexo 1). Con una pila de 9 voltios o una fuente de voltaje continuo que proporcione mínimo 9 voltios, conéctela entre dos nodos que tenga mínimo tres resistencias entre ellos, para que los bornes de la batería o fuente no se vayan a tocar produciendo un corto. Una vez tenga la fuente conectada escoja cuatro trayectorias cerradas no convencionales y proceda a medir los voltajes sobre las resistencias para comprobar las leyes de Kirchoff de voltajes.

1. ¿Qué problemas se les presentaron en la fabricación del dodecaedro?

2. ¿De qué manera lograron solucionarlo?

3. ¿Fue fácil para ustedes poder identificar los puntos comunes en el dodecaedro de tres dimensiones y pasarlo al plano de dos dimensiones?

4. ¿Cómo lograron solucionar el problema anterior?

5. ¿Qué dificultades se les presentaron en el momento de medir el voltaje?

6. ¿Cómo lograron solucionarlas?

7. ¿Lograron cumplir con el objetivo propuesto? Explique su respuesta

Actividad 5

NOMBRE: Resistencia Humana

MOMENTO: Promoción

OBJETIVO: Determinar el orden de magnitud de la resistencia humana en diferentes puntos de contacto. Conocer los valores nocivos de corriente para el cuerpo humano

DESCRIPCIÓN: Esta actividad se divide en dos partes, la primera se debe realizar en parejas, consiste en la medición de la resistencia entre mano-mano, pie izquierdo-mano derecha y pie izquierdo-pie derecho. Luego se repite la actividad con los puntos de contacto mojados. Se realiza la comparación de las resistencias entre los diferentes integrantes del grupo, así como la comparación entre los distintos puntos de contacto, para analizar por qué cambian esos valores. Por último, se comparan los valores de resistencia con los puntos de contacto secos y húmedos. La segunda parte es una investigación a cerca de la resistencia humana, allí las preguntas que direccionan la actividad son muy sencillas, por ejemplo ¿De qué depende en valor de la resistencia en el cuerpo humano?, ¿Cuáles son sus rangos de medida de estas resistencias?, ¿Por qué los valores medidos cambian dependiendo de los puntos de contacto? y ¿Por qué cambian cuando los puntos están secos respecto a cuándo están húmedos? El segundo punto importante de la investigación son los valores de corriente nocivos para el cuerpo humano y que produce en cada rango. Con los datos medidos e investigados, se realiza el respectivo análisis para ver si lo que se midió se encuentra dentro de lo esperado o no, y que pasaría en el caso que se tuviera un potencial de 300000 voltios en cada punto de contacto.

DURACIÓN: 1 sesión de clase de 1,5 horas

RECURSOS: Multímetro, computador con internet.

RESULTADOS ESPERADOS: Se espera que los estudiantes evidencien que cada ser humano tiene su propia resistencia, que ésta depende de los puntos de contacto, que cambian drásticamente cuando los puntos de contacto están húmedos, que deben analizar

que sucede en caso de tener un valor conocido de voltaje aplicado en los puntos de contacto. Esta actividad está planeada para realizar en la sexta semana, por lo que ellos a estas alturas deben solucionar de manera independiente los problemas que se presentan con los instrumentos de medida, los objetos de medida y el experimentador, para que las medidas que realizan sean los más exactas y precisas posibles.

Actividad 6

NOMBRE: POBLACIÓN DE SIPI

MOMENTO: Aplicación

OBJETIVO: Ubicar a los estudiantes en una problemática real, para que piensen en las posibles soluciones que ellos pueden plantear desde sus propios conocimientos.

DESCRIPCIÓN: En esta actividad se les presenta una noticia del periódico del espectador en donde habla de las problemáticas que tiene la población de Sipi al sur del Chocó, por no encontrarse en el sistema interconectado de energía. Ellos deben investigar todas las condiciones climáticas, sociales, económicas, rutas de acceso de la población y dar tres posibles soluciones al problema.

DURACIÓN: 10 días

RECURSOS: Computador con internet

RESULTADOS ESPERADOS: Es que los estudiantes comiencen a plantear posibles soluciones que se puedan implementar en la población de SIPI para minimizar los problemas existentes actualmente.

ACTIVIDAD INICIAL PROYECTO FINAL

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>

Así como la población de Sipi existen muchas otras en las mismas o en peores situaciones.

Nuestro deber como futuros profesionales, es contribuir a la solución de problemas que necesiten la aplicación de conocimientos, es por esto que se requiere la implementación de un dispositivo que ayude a estas comunidades con la problemática de falta de fluido eléctrico. Por esta razón se les pide a ustedes investigar cuál es la mejor opción para una generación limpia, sin necesidad de combustibles supremamente costosos y que solucione los problemas energéticos de estas poblaciones, barrios o comunidades de nuestro país.

Para esta primera entrega deben investigar:

1. ¿Cuáles son las condiciones climáticas, socioculturales, de acceso y la ubicación de la población de Sipi?
2. Tres formas de generación limpia, que se puedan implementar en la población de Sipi, y explicar cómo es la forma en que cada uno genera energía.
3. ¿De qué manera se relacionan estas generaciones con la física de electromagnetismo que usted está cursando actualmente?

Actividad 7

NOMBRE: Simulación del generador eléctrico

MOMENTO: Promoción

OBJETIVO: Determinar cómo inciden las variables físicas en el funcionamiento de un generador eléctrico

DESCRIPCIÓN: En esta actividad se les presentará a los estudiantes la página de simulaciones físicas y químicas que se encuentran en la siguiente dirección:

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/generator>

En ésta ellos deberán interactuar con cada variable física y describir que sucede cuando se manipulan de maneras diferentes. Esta actividad está guiada con preguntas,

realizadas específicamente para dicha simulación. Deberán entregar la solución a las preguntas ya sea vía mail o en entregables en papel, observando describiendo y analizando cada una de las situaciones planteadas.

DURACIÓN: Esta es una actividad para realizar en casa, tienen una semana para entregar

RECURSOS: Computador con internet y con java, formato con preguntas

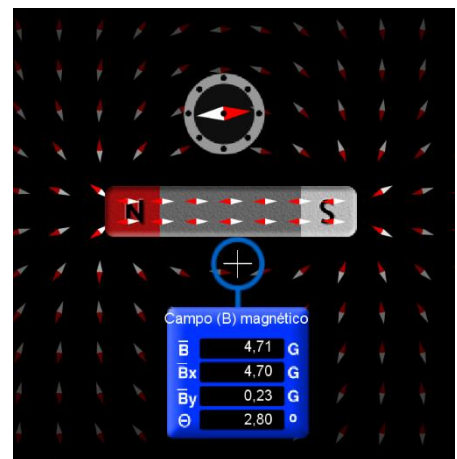
RESULTADOS ESPERADOS: Se espera que con la aplicación de esta actividad los estudiantes aprendan a controlar variables y a determinar cómo inciden éstas en el funcionamiento del generador. Que entiendan su funcionamiento y comprendan qué es un generador eléctrico ideal.

ACTIVIDAD SIMULACIÓN

Investigar qué es un generador, cómo funciona el generador, qué tipo de generadores existen. A partir de su investigación y haciendo uso de las simulaciones entregadas **DESCRIBA LOS FENÓMENOS** vistos en cada una de las simulaciones, según las preguntas realizadas.

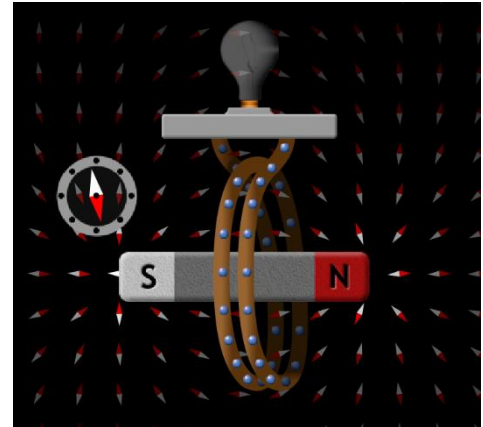
PARTE A (Primera pestaña a la izquierda)

1. De manera natural, ¿Cómo se produce un campo magnético?
2. Realice el cambio de la posición de los polos del imán. Explique ¿qué sucedió con la dirección de las líneas de campo magnético?
3. El campo magnético que usted observa es un campo magnético vectorial o escalar, explique el porqué de su respuesta.
4. Según lo observado en el imán. ¿Qué sucede con la magnitud del campo magnético en los diferentes puntos del espacio?
5. ¿Qué está mostrando la brújula?



PARTE B (Segunda pestaña de izquierda a derecha)

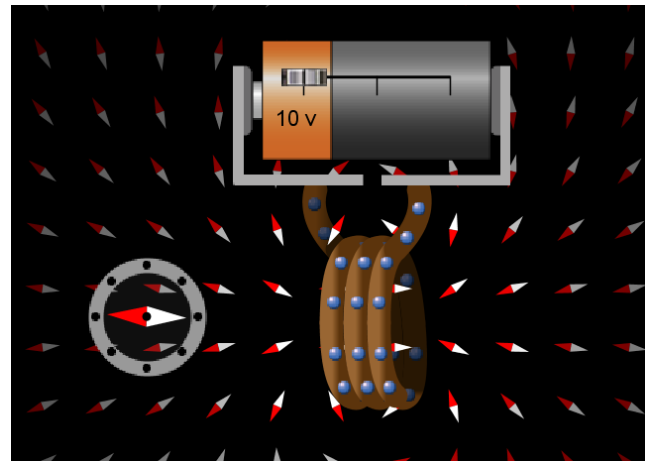
1. Mueva el imán a través de la bobina y explique con sus palabras el fenómeno observado teniendo en cuenta las cargas dentro de la bobina y la iluminación del bombillo.
2. Bajo ¿qué condición el bombillo enciende?
3. ¿Cuándo el imán se mueve, qué sucede con el campo magnético que ingresa a la bobina?



PARTE C (Tercera pestaña de izquierda a derecha)

Se tiene una pila de 10 voltios y una bobina a la que se le puede variar el número de vueltas.

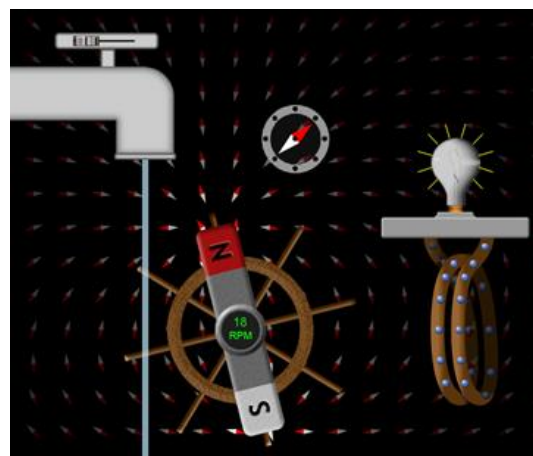
1. Describa con sus propias palabras ¿Qué sucede cuando la bobina se conecta a la pila? ¿Por qué cree usted que sucede esto?
2. ¿Si usted compara el campo magnético producido en la parte A, con el campo magnético producido en este caso, que puede concluir?
3. Cuando la pila se encuentra con 0 voltios, ¿Qué sucede respecto al campo magnético? ¿Por qué cree usted que sucede esto?
4. ¿Explique qué sucede cuando se invierte la polaridad de la batería?
5. Si se aumenta el número de vueltas de la bobina, ¿qué sucede con la magnitud de campo magnético?



PARTE D (Primera pestaña a la derecha)

En esta parte se cuenta con un imán de barra giratorio, una bobina conectada a un bombillo y diferentes medidores.

1. 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)
2. Explique ¿Qué sucede respecto a la iluminación del bombillo cuando se aumenta la velocidad de giro del imán? ¿Por qué cree que ocurre esto?
3. ¿Qué sucede cuando se aumenta el número de vueltas de la bobina? (Respecto a magnitud de campo magnético e iluminación del bombillo)
4. ¿Cuál es la relación que tienen las variables implicadas en el fenómeno?



Actividad 8

NOMBRE: Extra, extra, noticia

MOMENTO: Síntesis

OBJETIVO: Describir los fenómenos físicos que estuvieron presentes en el momento de la noticia y contrastar las respuestas con los diferentes grupos.

DESCRIPCIÓN: En una sesión de clase se les presenta la noticia que salió en los periódicos en el 2002 respecto a los jugadores de futbol. En esta ocasión ellos se encontraban realizando una sesión de entrenamiento, cayó un rayo e instantáneamente el jugador Garepa Gaviria murió. Segundos después el jugador Giovanni Córdoba, corrió a socorrerlo y al dar unos pasos cayó al piso. Se realiza el análisis y la descripción de la situación por parejas, así como los diferentes esquemas del asunto. En la siguiente sesión de clase, se realiza la socialización de los distintos análisis y se contrastan las respuestas con

los diferentes grupos, hasta llegar entre todos a la mejor respuesta de la situación. Esta noticia agrupa todos los conceptos vistos en clase hasta esa sesión donde se realiza la actividad. Previo a ésta actividad se les da una lectura científica a cerca de los rayos.

DURACIÓN: 2 sesiones de clase.

RECURSOS: presentación power point, papel, lápiz, esfero y colores.

RESULTADOS ESPERADOS: Se espera que los estudiantes sepan realizar la descripción y el análisis de los fenómenos físicos presentados, en un contexto real, que puedan llegar a obtener valores estimados de la corriente que pasó por el cuerpo de los futbolistas en este caso y que sepan dar respuestas a los interrogantes presentados para cumplir con los objetivos de la actividad.

ACTIVIDAD 8

En el 2002 el futbol colombiano tuvo una gran pérdida cuando en un partido de entrenamiento cayó un rayo y varios futbolistas murieron. Uno de ellos fue Giovanni Córdoba. Parte de la noticia del espectador dice lo siguiente:

Elkin Murillo recuerda que “cuando cayó el rayo yo estaba al lado de Giovanni Córdoba, él se volteó y me dijo: ‘Uy, mira Elkin, a Carepa le está saliendo humo de la cabeza’. Nos fuimos hacia donde Hernán para ayudarlo y recuerdo que Córdoba dio unos cinco pasos, se puso la mano en el pecho y cayó arrodillado. Yo creí que estaba molestando, porque siempre hacía ese tipo de chistes, pero cuando le miré los ojos, grité”.

Fuente: <https://www.elspectador.com/deportes/futbolcolombiano/un-fatidico-24-de-octubre-articulo-383071>

Según sus palabras explique de una manera detallada ¿por qué cayó al suelo el jugador Giovanni Córdoba al comenzar a caminar?

Si usted se encontrara en una situación como la de Elkin Murillo ¿Podría hacer algo para ayudar a sus compañeros? Explique el porqué de su respuesta

Actividad 9

NOMBRE: Generador eléctrico de eje vertical

MOMENTO: Aplicación

OBJETIVO: Diseñar y fabricar un prototipo a escala de generador eléctrico de eje vertical.

DESCRIPCIÓN: La actividad se realizará en grupos de tres personas, y consiste en el diseño e implementación de un generador eólico de eje vertical que genere 12 voltios de salida. El grupo deberá presentar los diseños, pruebas, medidas realizadas en cada caso, mejoras y prototipo final. Las medidas de los prototipos finales entregados se realizarán en el túnel de viento que posee la universidad, para comprobar que las máquinas cumplan con los objetivos propuestos en un principio. A parte se les realizarán las preguntas de reflexión control y evaluación metacognitiva de la actividad, preguntas que deberán entregar en papel junto con su informe de diseño. Todo lo deben sustentar debidamente mediante un video en donde describirán paso a paso el diseño, fabricación y puesta en marcha del generador.

DURACIÓN: 3 semanas

RECURSOS: motor de 12voltios dc, diseño de hélice, túnel de viento, multímetro, medidor de velocidad angular, frecuencímetro, prototipos de generadores

RESULTADOS ESPERADOS: Se espera que los estudiantes logren fabricar un prototipo de generador eléctrico de eje vertical sorteando todos los problemas que se les presenta en la fabricación de una máquina real diseñada para solucionar problemas de comunidades, barrios y poblaciones que no cuentan con un buen fluido eléctrico o que su zona no se encuentra interconectada. Dentro de sus diseños y la puesta en marcha del proyecto los estudiantes deben integrar los conocimientos adquiridos en matemáticas, física mecánica, física del electromagnetismo y tener claras las habilidades propias de un ingeniero. Deben también haber aprendido a minimizar errores en la parte experimental y de diseño, así como a controlar variables de experimentación de una manera adecuada, entendiendo todos los procesos que intervienen en ello.

ACTIVIDAD 3 PROYECTO FINAL

Como parte del guion del video de entrega deben exponer las respuestas a las siguientes preguntas, todos los integrantes del grupo deben hablar en la sustentación.

CONCEPTOS FÍSICOS

1. ¿Describa físicamente cómo se produce el campo magnético en el generador que ustedes utilizaron para su proyecto, ¿Qué variables intervienen en el proceso?
2. ¿Cómo están produciendo el movimiento en el generador eléctrico, detalle su respuesta?
3. 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?

FABRICACIÓN

1. Realice una descripción del diseño que ustedes realizaron para la fabricación de su generador.
2. Detalle como fue el proceso de armado de su generador
3. En el diseño, armado y puesta en marcha del generador ¿Qué problemas se les presentó y como lograron solucionarlos?
4. ¿Cómo podrían mejorar su diseño para que en el futuro pueda inducir mayor voltaje y para que la potencia sea la necesaria para poder cumplir con la demanda eléctrica básica de una casa?

CÁLCULOS

Con las medidas realizadas calcule las constantes de fabricación de su generador eléctrico. (Estas la puede obtenerlas a partir de las gráficas que realice).

1. Planee una estrategia antes de la toma de medidas de variables, para saber ¿cómo cumplir con los objetivos planteados?, ¿Qué medidas realizar?, ¿cómo obtener los cálculos pedidos?. Piensen ¿Qué variables se necesitan para la obtención de la constante por fabricación de cada generador?

Organice sus ideas y propongan una serie de pasos para su buena realización.

Paso 1 ¿Por qué propusieron ese paso? ¿Cómo les ayuda este paso a la toma de medidas?

Paso 2 ¿Por qué propusieron ese paso? ¿Cómo les ayuda este paso a la obtención de la variable de fabricación del generador?

2. ¿Qué problemas se les presentaron en el momento de la obtención de la variable por fabricación del generador y cómo lograron solucionarlo?

3. Si ustedes pudieran fabricar un generador de turbina vertical como el tipo ENLIL, que genere 2 KWh, ¿podrían ayudar a la población de SIPI a solucionar alguno del problema que se les presentan? ¿Cuáles? ¿De qué forma? ¿Podrían alimentar varias casas o escuelas con esa energía generada? Fundamenten su respuesta, conceptualmente y con datos específicos.

Referencias

- Acero, S. (2018). *Aporte de la resolución de problemas como dimensión del pensamiento crítico a la genética mendeliana*. Manizales: UAM.
- Acosta, D., & Vasco, C. (2013). La competencia, la experticia y el virtuosismo. En D. Acosta, & V. Carlos, *Habilidades, Competencias y Experticias. Más allá del saber qué y el saber cómo* (págs. 78-87). Bogotá: Corporación Universitaria Unitec. Universidad de Manizales y la Fundación Centro Internacional de Educación y Desarrollo Humano (Cinde).
- 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.
- Anderson, B. (2017). *iSTEM - International Inclusive STEM Education - OSU*. Obtenido de <https://istem.engineering.osu.edu/about>
- Botero, J. (2018). *Educación STEM, introducción a una nueva forma de Enseñar y Aprender*. Bogotá: Stilo impresores Ltda.
- Botero, J. (30 de julio de 2018). *unperiodico.unal.edu.co*. Obtenido de <https://unperiodico.unal.edu.co/pages/blog/detail/la-educacion-stem-hoy-mas-importante-que-nunca/>
- Botero, J. (2019). *STEM education Colombia*. Obtenido de <https://www.stemeducol.com/que-es-stem>
- Chacko, P., Appelbaum, S., Kim, H., Zhao, J., & Montclare, J. (2015). Integrating technology in stem education. *Journal and technology and science education*, 5-14.
- Chavarria, J., & Alfaro, C. (2011). Resolución de problemas según Polya y Schoenfeld. *IV CIEMAC*, (págs. 1-4).
- Couso, D. (20 de noviembre de 2017). *Revive lo que fue la conferencia "Educación STEM" por Digna Couso*. Obtenido de <http://ddcc.ucv.cl/web/index.php/2017/11/20/revive-lo-que-fue-la-conferencia-educacion-stem-realizada-por-diga-couso/>
- Del Valle, M., & Curotto, M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza aprendizaje. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 463-479.
- ECl. (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
- Farias , D., Molina, M., & Carriazo, J. (2010). Una aplicación de redes sistémicas para entender las concepciones de los estudiantes: ¿Qué tan grande es un átomo? *Tecné, Epísteme y Didaxis*, 9-19.

- García, P. F. (2000). LOS MODELOS DIDÁCTICOS COMO INSTRUMENTO DE ANÁLISIS Y DE INTERVENCIÓN EN LA REALIDAD EDUCATIVA. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*.
- Gaulin, C. (2000). Tendencias Actuales de la Resolución de problemas. *Tendencias Actuales de la resolución de problemas* (págs. 51-63). Bilbao: Sigma.
- Gómez, L. (2018). *Aprendizaje del concepto de reacciones químicas mediante el modelo de resolución de problemas en los estudiantes de la UCM*. Manizales: UAM.
- Guerra García, J. (2020). El constructivismo en la educación y el aporte de la teoría sociocultural de Vigotsky para comprender la construcción del conocimiento en el ser humano. <https://www.researchgate.net>.
- Handelsman & Smith, M. (2016). Obtenido de <https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/02/11/stem-all>
- Hodson, D. (1992). Redefining and Reorienting Practical Work in School Science. *School Science Review*, 65-68.
- Jessup, M. (1998). Resolución de problemas y enseñanza de las ciencias naturales. *TED*.
- Johnson, C., Breiner, J., Harkness, S., & Koehler, C. (28 de octubre de 2011). www.academia.edu. Obtenido de https://www.academia.edu/4558729/What_Is_STEM_A_Discussion_About_Conceptions_of_STEM_in_Education_and_Partnerships?
- López Rúa, A. M., & Tamayo Alzate, O. E. (2012). Las Prácticas de Laboratorio en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 145-166.
- Ortiz- revilla, J., Aduriz, A., & Greca, I. (2019). The philosophy in/of integrated STEM education. En *IHPST International history philosophy & science teaching Re introducing science*. Thessaloniky: Grafima Publications.
- Payá, J. (1991). *Los Trabajos Prácticos en la Enseñanza de la Física y la Química. Un análisis crítico y una Propuesta Fundamentada*. Valencia: Tesis doctoral, universidad de Valencia.
- Paz, H. (2011). Como desarrollar la metacognición en la educación superior mediante la resolución de problemas. *INGENIERÍA E INVESTIGACIÓN VOL. 31* , 213-223.
- PCIS. (07 de 2017). *Parque Científico de Innovación Social - UNIMINUTO*. Obtenido de <http://www.uniminuto.edu/web/pcis/stem>
- Perales, F. J., & Aguilera Morales, D. (2020). Ciencia-Tecnología- Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Revista de Educación científica*.
- Perales, P. F. (1998). La resolución de problemas en la didáctica de las ciencias experimentales. *Enseñanza de las ciencias y resolución de problemas*, 119-143.

- Peterson, N. G., Munford, M. D., Borman, W. C., & Jeanneret, P. R. (1999). *An occupational information system for the 21 st century:development of O*NET*. American Psychological Association.
- Rawlings, C. (2017). *British Council Colombia*. Obtenido de <https://www.britishcouncil.co/stem>
- Ruiz, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del Curriculum actual de educación primaria utilizando aprendizaje basado en problemas, Aprendizaje cooperativo, flipped, classroom y robótica educativa*. Valencia: Universidad CEU Cardenal Herrera. Departamento de Ciencias de la Educación.
- Sánchez, J. (s.f.). *Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos*. Obtenido de Actualidad pedagógica: <http://ww6.actualidadpedagogica.com/>
- Sanmartí, N. (2000). Diseño de unidades didácticas. En P. Palacios, F. J., & P. Cañal de León, *Didáctica de lass ciencias experimentales* (págs. 239-266). España: Marfíl, colección ciencias de la educación.
- STEM+B, g. d. (2017). *Revista Sistema*. Obtenido de <http://revista-sistema.org/giistem/1852.html>
- 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.
- Tamayo, O. E., Cadavid, V., & Montoya, D. M. (2017). Análisis metacognitivo en estudiantes de básica, durante la resolución de dos situaciones experimentales en la clase de Ciencias Naturales. *Revista Colombiana de educación*, 117-141.
- Valencia, A. (2004). La relación entre la ingeniería y la ciencia. *Revista FAcultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 156-174.
- Vasquez, J. A., Comer, M., & Sneider, C. (2013). *STEM Lesson Essentials Grades 3-8 Integrating Science, Technology, Engineering and Mathematics*. Heinemann.
- Woods, D., Crowe, C., Hoffman, T., & Wright, J. (1985). *Challenges to teaching problems-solving skills*. Waterloo: Waterloo University.