

Estrategias metodológicas para el aprendizaje del campo magnético en espiras circulares

Methodological strategies for learning the magnetic field in circular loops.

Elsa Marina Morales-Espinoza¹, Brayan Antonio López-Acevedo², Danier Josué Moreno-Videa³ y Cliffor Jerry Herrera-Castrillo⁴

¹Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, elsamoralespinoza@gmail.com, https://orcid.org/0009-0009-6681-9266, Nicaragua

²Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, bryanlop197@gmail.com, https://orcid.org/0009-0008-3667-672X, Nicaragua

³Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, daniermoreno480@gmail.com, https://orcid.org/0009-0007-6532-5710, Nicaragua

⁴Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, cliffor.herrera@unan.edu.ni, https://orcid.org/0000-0002-7663-2499, Nicaragua

Información del Artículo

Trazabilidad:

Recibido 10-09-2024

Revisado 15-09-2024

Aceptado 25-09-2024

Palabras Clave:

Campo magnético

Espiras circulares

Estrategias metodológicas

Enseñanza de Física

Educación secundaria

RESUMEN

Este artículo científico presenta una investigación sobre el "campo magnético en espiras circulares", parte del programa de Física de undécimo grado en la unidad de Electromagnetismo del colegio rural Amigos de Alemania, en Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua. El objetivo fue abordar las dificultades que los estudiantes enfrentan debido a la escasa información en el libro de texto y el tiempo limitado para la enseñanza. Se utilizó un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y corte transversal, con una selección no probabilística por conveniencia de 5 estudiantes para entrevistas, basándose en criterios específicos, y la participación total de 20 estudiantes en la implementación de estrategias metodológicas. Estas estrategias incluyeron el "Dominó magnético", una guía de autoestudio y una práctica de laboratorio, con el fin de hacer el contenido más accesible y comprensible. Los resultados muestran que las estrategias aplicadas mejoraron la comprensión de los estudiantes sobre la interacción entre energía y magnetismo a través de experiencias prácticas, lo que subraya la relevancia de integrar actividades experimentales en la enseñanza de temas complejos.

ABSTRACT

This scientific paper presents an investigation on the “magnetic field in circular loops”, part of the eleventh grade Physics program in the Electromagnetism unit of the rural school Amigos de Alemania, in Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua. The objective was to address the difficulties students face due to limited information in the textbook and limited time for teaching. A qualitative, descriptive, cross-sectional approach was used, with a non-probabilistic selection by convenience of 5 students for interviews, based on specific criteria, and the total participation of 20 students in the implementation of methodological strategies. These strategies included the “Magnetic Domino”, a self-study guide and a laboratory practice, to make the content more accessible and understandable. The results show that the applied strategies improved students' understanding of the interaction between energy and magnetism through hands-on experiences, which underlines the relevance of integrating experimental activities in the teaching of complex topics.

Keywords:

Magnetic field

Circular loops

Methodological strategies

Teaching Physics

Secondary education

INTRODUCCIÓN

El presente artículo se enfoca en las estrategias metodológicas para desarrollar el contenido del campo magnético en espiras circulares, destacando la necesidad de aplicar diversas técnicas que faciliten un aprendizaje significativo. Actualmente, el papel del docente es crucial en la formación de los estudiantes, no solo como transmisor de conocimiento, sino como facilitador del aprendizaje mediante el uso de variadas estrategias y herramientas. Estas técnicas no solo benefician el proceso educativo inmediato, sino que también preparan a los estudiantes para enfrentar situaciones de la vida cotidiana.

La educación se erige como la principal herramienta para combatir la pobreza, especialmente en Nicaragua, un país que ha enfrentado numerosas crisis a lo largo de su historia. Es fundamental cultivar el interés y la disciplina en los estudiantes durante su formación secundaria, motivándolos a alcanzar niveles superiores de conocimiento y contribuir al desarrollo personal y al progreso de su país (Morales et al., 2020).

El estudio del campo magnético en espiras circulares es particularmente relevante para demostrar a los estudiantes la importancia del electromagnetismo en la vida diaria. Muchos utilizan dispositivos tecnológicos e industriales sin comprender su estructura, funcionamiento y, crucialmente, las medidas de precaución necesarias para su uso seguro.

La investigación aborda las dificultades que enfrentan los estudiantes en la comprensión del contenido de "campo magnético en espiras circulares" en una escuela de undécimo grado. A través de visitas al centro educativo y la técnica del vagabundeo, se identificó que los estudiantes tienen problemas con la interpretación de ejercicios y el análisis físico, debido a falta de concentración, indisciplina y la ausencia de libros de texto. Adicionalmente, el uso indebido de teléfonos celulares durante las clases y la falta de equipos de medición, como voltímetros y amperímetros, han limitado la capacidad de los docentes para demostrar conceptos clave de manera práctica (Zeledón et al., 2024; Rodríguez et al., 2024).

El bajo rendimiento académico, evidenciado por la falta de autoestudio y el incumplimiento de tareas, se atribuye a la complejidad del contenido y la insuficiencia de tiempo para su enseñanza (Silva y López, 2020). Dado que el campo magnético en espiras circulares tiene aplicaciones importantes en tecnología y la industria, es crucial que los estudiantes comprendan su relevancia práctica. La investigación busca validar estrategias metodológicas, como prácticas de laboratorio con materiales accesibles, para mejorar la comprensión del tema y vincular la teoría con situaciones cotidianas.

La investigación en el colegio Amigos de Alemania, en el municipio de Pueblo Nuevo, Nicaragua ha revelado valiosa información sobre las debilidades en la enseñanza de la Física, particularmente en el tema del campo magnético en espiras circulares. La retroalimentación de los docentes ha permitido identificar las principales dificultades de los estudiantes, como la falta de interés y problemas en la interpretación de problemas físicos. Este conocimiento ha sido fundamental para el diseño de estrategias metodológicas adaptadas a las necesidades de los alumnos, con el objetivo de mejorar su comprensión y motivación hacia la materia.

Las estrategias metodológicas propuestas incluyen actividades innovadoras que buscan relacionar la teoría con la práctica, fomentando un entorno de aprendizaje más dinámico y atractivo. Estas estrategias tienen como meta transformar la percepción de los estudiantes sobre las clases de Física, haciéndolas más participativas y menos monótonas. La implementación de estas técnicas permitirá que los estudiantes se involucren activamente en su aprendizaje, fortaleciendo tanto su desarrollo intelectual como sus habilidades prácticas.

Dado que muchos centros educativos carecen de laboratorios completos, esta investigación destaca la importancia de diseñar y aplicar estrategias alternativas, como el dominó magnético, guías de autoestudio y prácticas de laboratorio adaptadas, para superar las limitaciones de recursos (Gómez-Martínez et al., 2024). Estas estrategias no solo buscan mejorar el aprendizaje del contenido, sino también preparar a los futuros docentes para utilizar recursos de manera efectiva y fomentar un aprendizaje significativo en sus estudiantes. La relevancia de este trabajo radica en su capacidad para contribuir a una enseñanza más efectiva y participativa en el contexto educativo actual.

Se han tomado en cuenta varios antecedentes que destacan la importancia de implementar estrategias metodológicas innovadoras en la enseñanza de la Física. A continuación, se muestra una síntesis de estos: A nivel internacional, diversos estudios han abordado la enseñanza del electromagnetismo mediante la construcción de dispositivos y metodologías innovadoras. Un equipo de bajo costo fue diseñado para medir el campo magnético fuera del eje de una bobina circular, ofreciendo una herramienta valiosa para estudiantes de Física. Asimismo, se ha desarrollado un prototipo de bobinas circulares para generar campos magnéticos uniformes, utilizado en el estudio de partículas elementales. Sin embargo, persisten enfoques tradicionales en la enseñanza, con escaso uso del enfoque STEM, según la percepción de estudiantes de Pedagogía de Ciencias Experimentales (Valeriano, 2024; Cabanillas y et al., 2019; Araujo y Félix, 2017). En Nicaragua, se destaca la importancia de implementar estrategias didácticas que fomenten el aprendizaje significativo en Ciencias Naturales, permitiendo clases más interactivas y participativas, alejándose de la enseñanza tradicional. En este contexto, se ha explorado la adquisición de competencias científicas a través de la integración de asignaturas como Electricidad y Didáctica Experimental, utilizando tecnologías de la información para mejorar la comprensión de fenómenos físicos. Asimismo, se ha promovido la creación de prototipos experimentales y el uso de simuladores virtuales en la enseñanza de Electromagnetismo, fomentando la creatividad y el análisis de fenómenos electromagnéticos en estudiantes de Física-Matemática (Herrera-Castrillo, 2024; Herrera y Córdoba, 2023; Lazo y Amador, 2021).

A nivel local, diversas investigaciones han validado estrategias metodológicas para mejorar el aprendizaje en temas de Física, como los capacitores, el campo magnético en solenoides y espiras circulares, y el

electromagnetismo. Estas investigaciones, llevadas a cabo en distintos institutos, destacan la importancia del uso de materiales didácticos accesibles, prácticas de laboratorio, y elementos tecnológicos como simuladores virtuales. Estas estrategias han permitido a los estudiantes participar activamente en su aprendizaje, mejorando su comprensión de los conceptos teóricos y su aplicación en la vida cotidiana, lo que ha fomentado su motivación e integración en las clases (Herrera et al., 2023; Medina y Joya, 2022; Molina y Vindel, 2022; Castellón et al., 2020; Gutiérrez et al., 2020; Morales et al., 2020).

La enseñanza de la física es un desafío que requiere no solo el dominio del contenido, sino también una pedagogía adecuada para hacer accesible el conocimiento a los estudiantes (Córdoba-Fuentes y Herrera-Castrillo, 2024; Cruz et al., 2024). En este contexto, el docente debe fomentar el desarrollo de habilidades analíticas y críticas que permitan a los alumnos comprender fenómenos físicos a través de la aplicación de principios teóricos a situaciones cotidianas (Herrera y Triminio, 2024). Además, la física, como ciencia experimental, invita a la utilización de recursos como laboratorios y simulaciones, facilitando una conexión entre la teoría y la práctica (Báez-Obando et al., 2024; Zeledón et al., 2024). Esto no solo mejora la retención de conceptos, sino que también estimula el interés de los estudiantes por la investigación científica.

Para garantizar una enseñanza efectiva en física, es crucial el uso de estrategias metodológicas variadas y centradas en el estudiante. Estas estrategias deben promover un aprendizaje activo, en el que los estudiantes no solo reciban información, sino que también participen activamente en la construcción de su propio conocimiento. Por ejemplo, las actividades experimentales y los problemas contextualizados son herramientas valiosas para facilitar la comprensión de conceptos abstractos. Del mismo modo, el uso de tecnología, como simuladores y videos interactivos, puede complementar la explicación teórica. A través de una planificación cuidadosa y la implementación de metodologías diversificadas, el docente logra adaptar el contenido a las necesidades del grupo, lo que mejora significativamente los resultados de aprendizaje (Hernández y Herrera, 2023).

Un concepto clave en el estudio del electromagnetismo es el comportamiento de las espiras circulares. Cuando una corriente eléctrica pasa a través de una espira, se genera un campo magnético que tiene un patrón particular, con líneas de campo que forman círculos concéntricos alrededor de la espira. Este fenómeno es de gran relevancia en aplicaciones prácticas como los generadores eléctricos y los electroimanes. Además, la comprensión del comportamiento de las espiras circulares ayuda a los estudiantes a desarrollar una visión más amplia del electromagnetismo, conectando las ecuaciones teóricas con aplicaciones tecnológicas reales. A través de experimentos y simulaciones, se puede visualizar el efecto del campo magnético, lo que facilita la comprensión de este fenómeno.

El estudio del campo magnético es esencial para comprender cómo interactúan las cargas en movimiento y las corrientes eléctricas con su entorno. Un campo magnético se genera alrededor de un conductor cuando una corriente eléctrica fluye a través de él. Esto implica que el magnetismo no es una propiedad aislada, sino que está intrínsecamente relacionado con el movimiento de cargas eléctricas. En la enseñanza de este concepto, es importante que los estudiantes comprendan tanto la naturaleza vectorial del campo como las leyes que lo gobiernan, como la ley de Ampère y la ley de Biot-Savart (Herrera, 2024; Lanuza y Herrera, 2020). La representación visual del campo magnético mediante líneas de campo es una herramienta poderosa que facilita la comprensión de este fenómeno, especialmente cuando se explica junto con experimentos como el de las limaduras de hierro o las bobinas eléctricas.

El objetivo de este estudio fue abordar las dificultades que los estudiantes enfrentan debido a la escasa información en el libro de texto y el tiempo limitado para la enseñanza.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de Estudio

La investigación se clasifica como cualitativa, de carácter descriptiva, ya que se centra en el análisis y la interpretación del proceso de enseñanza-aprendizaje del contenido de campo magnético en espiras circulares. Este tipo de estudio no busca generalizar datos numéricos, sino proporcionar una visión comprensiva de las dinámicas y estrategias aplicadas dentro del aula (Valle et al., 2022).

Selección de Muestras

La población de estudio está constituida por 20 estudiantes del undécimo grado del Colegio Rural Amigos de Alemania, ubicado en Pueblo Nuevo, Estelí, Nicaragua. De estos estudiantes, se seleccionaron cinco para realizar entrevistas en profundidad, utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia (Hernández, 2021). Los criterios de selección incluyeron que los estudiantes estuvieran cursando undécimo grado por primera vez, presentaran una variedad en sus promedios académicos, y mostraran un buen comportamiento. Además, se incluyó a tres docentes de física, quienes impartieron clases en el mismo colegio o en otros centros educativos del municipio.

Métodos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos, se emplearon varias técnicas cualitativas. Primero, se llevó a cabo la observación indirecta del entorno académico para comprender las interacciones entre docentes y estudiantes. Se realizaron entrevistas semi-estructuradas a los estudiantes y docentes para obtener información detallada sobre las dificultades encontradas y las estrategias metodológicas utilizadas. Las entrevistas a los estudiantes se enfocaron en su comprensión del campo magnético en espiras circulares y las estrategias aplicadas por los docentes. Las entrevistas a los docentes se centraron en las dificultades observadas en el proceso de enseñanza y las estrategias implementadas para superarlas (Sánchez, 2022; Hernández y Duana, 2020; Tamayo y Silva, 2012).

Procedimiento de Análisis

Los datos recolectados se analizaron mediante técnicas cualitativas, incluyendo la codificación temática para identificar patrones y temas recurrentes. Se realizó un análisis detallado de las respuestas de las entrevistas y las observaciones para interpretar las dificultades y estrategias metodológicas empleadas en la enseñanza del campo magnético en espiras circulares. La información obtenida se tabuló y se utilizó para formular conclusiones sobre la efectividad de las estrategias aplicadas y las áreas de mejora identificadas (Sánchez et al., 2021).

Consideraciones Éticas

Se garantizaron altos estándares éticos en el manejo de los datos y la participación de los sujetos de estudio. Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes y se aseguró la confidencialidad de la información proporcionada. Además, se respetaron los derechos de los participantes durante el proceso de recolección de datos.

Limitaciones del Estudio

El estudio presenta ciertas limitaciones, como el tamaño reducido de la muestra y la selección no probabilística de los participantes, lo cual puede afectar la generalización de los resultados. Sin embargo, la metodología empleada proporciona una comprensión detallada del contexto específico del Colegio Rural Amigos de Alemania y contribuye a la identificación de estrategias efectivas para mejorar la enseñanza del campo magnético en espiras circulares. Esta metodología detallada proporciona una base sólida para la interpretación y generalización de los hallazgos, asegurando la validez y aplicabilidad de los resultados en contextos educativos similares.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dificultades en el Proceso de Aprendizaje

Las dificultades identificadas en los estudiantes a través de la aplicación de instrumentos como observación directa y entrevista a maestros revelan que son:



Fig. 1: Dificultades de Aprendizaje en la unidad de Electromagnetismo

Materiales de Laboratorio Insuficientes

La insuficiencia y obsolescencia de los materiales de laboratorio representan un desafío significativo para la enseñanza efectiva del contenido de campo magnético en espiras circulares. La falta de materiales adecuados impide que los estudiantes realicen prácticas de laboratorio de manera efectiva, lo que limita su capacidad para experimentar y comprobar los conceptos teóricos en un entorno práctico, esto coincide con los estudios de Gómez-Martínez et al. (2024) y Herrera et al. (2023). Los imanes viejos y los equipos defectuosos no solo reducen la precisión de los experimentos, sino que también generan frustración entre los estudiantes, quienes pueden percibir la falta de resultados concretos como un obstáculo para su comprensión (Cabanillas et al., 2019).

Además, los materiales inadecuados afectan directamente la calidad del aprendizaje, ya que los estudiantes no tienen la oportunidad de interactuar con equipos y herramientas que reflejen las condiciones reales del

campo magnético. Esta situación impide que los estudiantes desarrollen habilidades prácticas esenciales y limita su capacidad para conectar la teoría con la práctica (Molina y Vindel, 2022). La falta de recursos adecuados también puede desalentar a los docentes, quienes se enfrentan a la dificultad de enseñar conceptos complejos sin los medios necesarios para una demostración efectiva (Araujo y Félix, 2017; Lazo y Amador, 2021; Medina y Joya, 2022).

Para superar estas limitaciones, es crucial que se invierta en la actualización y adquisición de materiales de laboratorio. El acceso a equipos modernos y funcionales permitirá a los estudiantes realizar experimentos que reflejen con precisión los conceptos teóricos y contribuirá a una comprensión más profunda del contenido. La mejora de los recursos disponibles en el laboratorio es una inversión en la calidad educativa que beneficiará tanto a estudiantes como a docentes, facilitando un aprendizaje más significativo y efectivo.

Distracción por Celulares

La presencia de teléfonos móviles en el aula ha emergido como una distracción significativa que afecta la capacidad de los estudiantes para concentrarse en el contenido de la clase, esto coincide con los resultados encontrados por Silva y López (2020). Los teléfonos móviles, cuando no se gestionan adecuadamente, pueden desviar la atención de los estudiantes de las actividades educativas hacia actividades no relacionadas, como redes sociales y juegos (Castellón et al., 2020). Esta distracción constante interfiere con la participación y el compromiso de los estudiantes durante las lecciones, limitando su capacidad para absorber y aplicar los conceptos discutidos en clase.

Además, la distracción por celulares no solo afecta la concentración individual, sino que también interfiere con la dinámica grupal (Báez-Obando et al., 2024). Los estudiantes distraídos pueden mostrar una falta de interés en las discusiones y actividades grupales, lo que reduce la calidad de la interacción y colaboración en el aula. La falta de atención durante las actividades de aprendizaje puede llevar a una comprensión superficial del material y una menor retención de la información, afectando negativamente el desempeño académico.

Para abordar este problema, es esencial implementar políticas claras sobre el uso de teléfonos móviles en el aula y fomentar un ambiente de aprendizaje libre de distracciones. Los docentes pueden establecer normas y expectativas sobre el uso de dispositivos electrónicos y promover estrategias para mantener a los estudiantes enfocados en el contenido de la clase. La gestión efectiva de las distracciones tecnológicas contribuirá a mejorar la participación y el rendimiento académico de los estudiantes.

Falta de Interés y Participación

La falta de interés y motivación entre algunos estudiantes se traduce en una participación baja en actividades grupales y discusiones, lo que puede ser una barrera importante para el aprendizaje efectivo (Hernández y Herrera, 2023). La apatía hacia el contenido puede manifestarse en una actitud pasiva durante las clases y en una mínima involucración en las actividades propuestas, lo que limita la posibilidad de un aprendizaje profundo y significativo. Cuando los estudiantes no están motivados, tienden a participar menos en la resolución de problemas y en el intercambio de ideas, lo que afecta la dinámica del aula y el progreso general del grupo.

Esta falta de interés puede ser causada por diversos factores, como la percepción de que el contenido es irrelevante o la falta de conexión entre la teoría y la práctica. Para abordar este problema, es importante diseñar actividades y estrategias de enseñanza que sean relevantes y atractivas para los estudiantes (Cruz et al., 2024). La inclusión de métodos pedagógicos innovadores y la creación de un ambiente de aprendizaje interactivo pueden ayudar a despertar el interés y la motivación, promoviendo una participación más activa y comprometida en el proceso educativo.

Además, el fomento de una cultura de aprendizaje en la que los estudiantes se sientan valorados y comprendidos puede mejorar su disposición para participar. Es fundamental que los docentes reconozcan y celebren los logros de los estudiantes, proporcionen retroalimentación constructiva y adapten las estrategias de enseñanza para satisfacer las necesidades individuales y grupales (Herrera-Castrillo, 2024). Al cultivar un ambiente educativo positivo y estimulante, se puede aumentar el interés y la participación, contribuyendo a un aprendizaje más eficaz y satisfactorio.

Limitaciones del Tiempo

Las limitaciones de tiempo enfrentadas por los docentes representan un desafío significativo para la cobertura completa de los temas programados y la profundidad de la enseñanza (Córdoba-Fuentes y Herrera-Castrillo, 2024). La restricción de tiempo puede llevar a una presentación apresurada de conceptos complejos, lo que impide que los estudiantes tengan una comprensión completa y detallada del contenido. Cuando el tiempo es limitado, es más difícil para los docentes proporcionar explicaciones exhaustivas, realizar prácticas adecuadas y abordar las preguntas y dudas de los estudiantes de manera efectiva.

Además, la presión por cubrir todo el material en un tiempo reducido puede afectar la calidad del aprendizaje. Los docentes pueden sentirse forzados a priorizar ciertos temas sobre otros, sacrificando la profundidad del análisis y la oportunidad de explorar temas con el nivel de detalle que merecen (Herrera y Triminio, 2024). Esta situación puede llevar a una comprensión superficial de los conceptos y a una falta de preparación para aplicaciones más avanzadas del contenido.

Para mitigar las limitaciones de tiempo, es crucial que los docentes planifiquen cuidadosamente sus lecciones y prioricen los objetivos de aprendizaje esenciales. La implementación de estrategias de enseñanza eficaces y la utilización de recursos adicionales, como materiales en línea y actividades de autoestudio, pueden ayudar a maximizar el tiempo disponible y mejorar la calidad de la enseñanza. Además, es importante que las instituciones educativas consideren la posibilidad de ajustar los horarios y el contenido del currículo para permitir una cobertura más completa y profunda de los temas.

Estrategias Metodológicas Pertinentes para el Estudio del Campo Magnético en Espiras Circulares

El diseño de estrategias metodológicas para facilitar el contenido de "campo magnético en espiras circulares" resultó de gran relevancia. Para su desarrollo, se realizó un análisis exhaustivo del programa de estudios y del libro de texto utilizado por los estudiantes, con el fin de evaluar su concordancia. Sin embargo, se identificó que el libro de texto ofrece información limitada sobre este tema en particular, lo que planteó la necesidad de diseñar estrategias específicas para cubrir las deficiencias encontradas en el aula y ofrecer un enfoque más integral y didáctico.

En la elaboración de estas estrategias metodológicas, se siguió la estructura del plan diario de clases de Física, que incluye elementos clave como los datos generales, los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales, así como los distintos momentos de desarrollo del contenido (Gutiérrez et al., 2020). También se incorporó el concepto de interacción, para que el docente tenga una guía clara de lo que los estudiantes deben ir realizando paso a paso a lo largo de la clase. Asimismo, se consideraron las funciones didácticas esenciales, tales como asegurar el nivel de partida de los estudiantes, motivar y orientar hacia los indicadores de logro, tratar el nuevo contenido, y garantizar la fijación y comprobación del aprendizaje a través de la evaluación.

Las estrategias se diseñaron utilizando materiales didácticos diversos, con el objetivo de hacer las clases más atractivas y accesibles para los estudiantes. Se priorizó el uso de materiales reciclables y de fácil acceso, para evitar gastos innecesarios, y al mismo tiempo garantizar que los recursos fueran asequibles y disponibles en el entorno de los estudiantes. Este enfoque permitió que el aprendizaje fuera tanto práctico como inclusivo, promoviendo una mayor comprensión del contenido.

A continuación, se presenta un resumen de cada una de las estrategias desarrolladas:



Fig. 2: Estrategias metodológicas diseñadas

El diseño de estas estrategias fue respaldado por una amplia consulta de diversas fuentes, tales como sitios web, libros de texto, tesis, y la colaboración con docentes experimentados en la materia. Este proceso permitió al grupo investigador adaptar y personalizar cada estrategia, asegurando su relevancia y efectividad en el contexto del aula.

Aplicación de las estrategias

El docente a cargo de la clase de Física autorizó la implementación de tres estrategias consecutivas durante tres días, sin embargo, no previmos que las condiciones climáticas interrumpirían la aplicación de las dos últimas estrategias, las cuales tuvieron que ser reprogramadas para la semana siguiente. Cada una de las estrategias se desarrolló en un periodo de 90 minutos, tiempo que fue eficientemente aprovechado por los investigadores.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos con cada una de las estrategias:

Estrategia #1: Dominó magnético

La actividad comenzó con la presentación de la estrategia ante el grupo de estudiantes. Luego, se llevó a cabo la dinámica "Polos opuestos", que consistió en organizar a los estudiantes en el centro del aula y dar instrucciones mencionando puntos cardinales. Por ejemplo, si se decía "Norte" (frente a la pizarra), los estudiantes debían moverse en la dirección contraria; o si se indicaba "Este" (a su derecha), debían girar hacia el lado opuesto. El estudiante que cometía un error debía responder una de las siguientes preguntas para evaluar sus conocimientos previos:

- ¿Qué entiendes por campo magnético?
- ¿Cómo se puede identificar un campo magnético en una espira circular?
- ¿Qué es el electromagnetismo?
- ¿Cómo crees que se genera un campo electromagnético?

Las respuestas de los estudiantes fueron orales. Al inicio, su participación fue limitada, probablemente debido a la falta de confianza con el facilitador y la poca familiaridad con el tema. Sin embargo, conforme avanzaba la actividad, los estudiantes comenzaron a involucrarse más.

Posteriormente, los alumnos se organizaron en equipos según sus afinidades para analizar un documento que abordaba conceptos clave como electromagnetismo, magnetismo, campo magnético, espiras, la regla de la mano derecha, las propiedades de los imanes, y la dirección y sentido del campo magnético.

Durante esta fase, se observó que algunos estudiantes no prestaban la atención debida a la lectura del documento, debido a la distracción con sus teléfonos móviles. El docente intervino en ese momento para reincorporar a los alumnos en las actividades.

Finalmente, se explicó a los estudiantes cómo se llevaría a cabo el juego educativo "Dominó". El juego comenzó con una ficha que contenía las palabras "Electromagnetismo" y "Campo magnético". Los estudiantes debían agregar fichas en los extremos, conectando los conceptos que correspondieran lógicamente con los indicados en las fichas previas. Aquellos estudiantes que no habían prestado suficiente atención a la lectura del documento enfrentaron mayores dificultades para completar el juego, mientras que otros equipos lograron finalizarlo exitosamente siguiendo el orden lógico del dominó.

En general, la estrategia logró su objetivo de reforzar el aprendizaje de los conceptos clave, aunque fue evidente la necesidad de mantener a los estudiantes enfocados y motivados durante el proceso.



Fig. 3: Aplicación de la Estrategia #1

Una vez que todos los equipos finalizaron sus actividades, cada representante presentó el trabajo realizado ante el resto del grupo. Luego, se orientó a los estudiantes a elaborar un esquema en forma de llaves, un mapa semántico o un mapa conceptual, que reflejara los conocimientos adquiridos. Posteriormente, estos esquemas fueron presentados al docente para su revisión. En los trabajos realizados se evidenció una buena comprensión del contenido al concluir la estrategia.

Para finalizar, se llevó a cabo una evaluación de la estrategia a través de la dinámica "La silla pica", donde los estudiantes respondieron a las siguientes preguntas:

- ¿Qué te pareció la clase? ¿Te gustó la estrategia utilizada por el docente? ¿Por qué?
- Explica lo que comprendiste sobre el campo magnético en una espira circular.

Con base en las respuestas, se pudo confirmar que la mayoría de los estudiantes lograron captar los conceptos básicos planteados, lo cual era el objetivo principal de la estrategia.

Estrategia #2: Rotafolio A.R.I.

La estrategia "Rotafolio A.R.I." consistió en la presentación de manera visualmente atractiva de frases, información clave y ecuaciones en un rotafolio, con el objetivo de facilitar la resolución de problemas relacionados con el campo magnético en espiras circulares.

Tras explicar el propósito de la actividad, se pidió a los estudiantes que se organizaran en un semicírculo. Para generar un ambiente de confianza, se inició con la dinámica "Sí, No y Por qué", en la que se recordaron los temas tratados con anterioridad a través de preguntas como:

1. ¿De qué trataba el tema anterior?
2. ¿Qué entiendes por campo magnético?
3. ¿Qué entiendes por inducción electromagnética?
4. ¿Qué es una espira circular?
5. ¿Cuál es la importancia de la espira circular en la nueva era tecnológica?

Esta actividad permitió reforzar los conocimientos previos y conectar el contenido con el nuevo material de la clase.

A continuación, se presentan las respuestas de algunos estudiantes.

Tabla 1: Respuestas dadas por los estudiantes

Preguntas	Estudiante 1	Estudiante 2	Estudiante 3	Estudiante 4
¿De qué trataba el tema anterior?	Trataba del campo magnético que el cual se atraen los imanes	Del campo magnético que poseen algunos materiales como los imanes	La atracción de imanes sobre otros objetos	La importancia que tienen los imanes en la vida que gracias a ellos existen los aparatos
¿Qué entiendes por campo magnético?	Es la atracción de los cuerpos ya sean materiales	Es una atracción que sucede a interactuar con un imán	Es algo que se manifiesta, así como la gravedad	Es una atracción que ocurre en un material
¿Qué entiendes por inducción electromagnética?	Es como el cálculo del campo magnético	Es la aplicabilidad de energía	Es cuando introducimos energía	Magnetismo y corriente
¿Qué es una espira circular?	Es algo redondo	Es un material de metal en forma de circunferencia	Es donde circula corriente	Es algo redondo de material
¿Importancia de la espira circular en la nueva era de la tecnología?	Son importantes para el avance gracias a ellos existe los aparatos	Sin las espiras no existieran los celulares	El avance de la medicina	El avance en los automóviles
Conclusiones	Verificando cada una de las repuesta proporcionada por el estudiante se observa que tienen conocimientos empíricos que de una u otra manera conocen un poco sobre el contenido en estudio, quizás sus respectivos conocimientos no estén de forma ordenada y un concepto más profundo, pero están conscientes de la importancia del campo magnético en la vida diaria.			

Después de repasar el contenido anterior, se realizó una retroalimentación para asegurar la comprensión, y luego se continuó con la estrategia. Se colocó una mesa en el centro del aula para sostener el rotafolio, de manera que todos los estudiantes pudieran ver claramente la información presentada. Así, se procedió a exponer el contenido del rotafolio de forma similar a una presentación de PowerPoint.



Fig. 4: Aplicación de la Estrategia #2

La presentación comenzó con una frase motivadora en la primera diapositiva, y se pidió a los estudiantes que compartieran sus opiniones al respecto. Algunos comentaron que es fundamental esforzarse personalmente para lograr una buena educación, y la discusión continuó en esa línea. En la segunda diapositiva, se involucró a los estudiantes planteando la pregunta: "¿En qué consiste el electromagnetismo y los campos magnéticos?". Al principio, los estudiantes mostraron cierta timidez para participar, ya que no nos conocían, pero con un enfoque amigable y sonriente, logramos que se animaran a intervenir.

La tercera diapositiva presentó la ecuación de la "Ley de Biot-Savart", que permite calcular el campo magnético en una espira circular.

En la cuarta diapositiva, se mostró la ecuación para el cálculo del campo magnético en una bobina. Se introdujo el concepto de manera interactiva, guiando a los estudiantes a través de sus opiniones para que llegaran al entendimiento del tema.

Además, se presentó un ejercicio de cálculo del campo magnético en una espira circular. Se explicó que con la misma fórmula es posible despejar y calcular la intensidad y el radio, según sea necesario. Al finalizar la presentación, se realizó una dinámica en la que los estudiantes debían encontrar a alguien con características similares para formar los grupos de trabajo.



Fig. 5: Estudiantes resolviendo guías de autoaprendizaje

El docente seleccionó a cinco estudiantes que demostraban mayor comprensión en la asignatura de física, quienes pasaron a sacar una palabra de una caja amarilla. El resto del grupo debía sacar una ficha de otra caja, con el propósito de formar equipos de cuatro integrantes. Los estudiantes con mejor desempeño en física actuarían como monitores de sus equipos, ayudando a sus compañeros. Se les indicó que debían organizarse en grupos basándose en los sinónimos de las palabras obtenidas.

Una vez formados los grupos, se compartió un documento a sus teléfonos celulares y se les pidió que lo leyeron y analizaran antes de resolver las actividades planteadas. Se observó una buena integración y motivación por parte de los estudiantes hacia la actividad.

Sin embargo, algunos tuvieron dificultades para resolver los ejercicios debido a problemas con el uso de la calculadora. El docente brindó orientación sobre su correcta utilización para facilitar los cálculos. Al concluir con la resolución de los ejercicios, se invitó a los estudiantes a pasar a la pizarra y compartir las soluciones de cada situación planteada durante la clase, lo que culminó en una discusión conjunta para llegar a una conclusión general.

Para concluir la clase, se solicitó a los estudiantes que compartieran su opinión respondiendo las siguientes preguntas:

- ¿Qué te ha parecido la clase de hoy?
- ¿Qué se debe mejorar?

- ¿Qué has aprendido?

Al reflexionar sobre estas preguntas, los estudiantes comentaron que la clase les resultó interesante y dinámica, pero señalaron que sería útil reforzar el uso de la calculadora. También sugirieron que habría sido beneficioso explicar el ejercicio propuesto en la pizarra para mejorar la comprensión visual del problema.

En cuanto a la tercera pregunta, los estudiantes expresaron que lograron entender gran parte del concepto de campo magnético en espiras circulares y destacaron que el uso de estrategias hace que las clases sean más atractivas y comprensibles.

Las actividades realizadas incluyeron preguntas de análisis, como:

- ¿Qué ley permite calcular el campo magnético en una espira circular?
- Si una corriente eléctrica pasa por una espira, ¿cómo se comporta?
- ¿Consideras que la espira es importante para el desarrollo de la tecnología?

En sus respuestas, todos coincidieron en que la ley que permite calcular el campo magnético es la Ley de Biot-Savart, la cual proporciona una ecuación precisa para calcular el campo magnético en el centro de una espira circular. En la segunda pregunta, los estudiantes concluyeron que cuando se introduce corriente en una espira circular, esta actúa como un imán, atrayendo materiales metálicos y generando un campo magnético. En cuanto a la tercera pregunta, destacaron la importancia de las espiras en el desarrollo tecnológico, ya que muchos dispositivos operan gracias al electromagnetismo.

El análisis de las respuestas evidenció que la aplicación de estrategias educativas despertó el interés de los estudiantes, motivándolos a indagar y preguntar sobre el contenido.

Estrategia #3: Guía de laboratorio

La estrategia del "motor magnético" se centró en relacionar la teoría con la práctica, ayudando a los estudiantes a desarrollar habilidades para utilizar de manera coherente los conocimientos adquiridos. Esta estrategia fomenta el aprendizaje activo, permitiendo a los estudiantes elegir las representaciones más adecuadas para resolver problemas y explicar situaciones.

Entre las dificultades que algunos estudiantes enfrentaron, estuvo la falta de un cargador adecuado para realizar la conexión del experimento, y en otros casos, no contaban con el imán necesario. A pesar de estos inconvenientes, los estudiantes se mostraron motivados e integrados en la actividad, logrando completar el trabajo con éxito.

Las actividades se desarrollaron en grupos, donde cada equipo elaboró su propio experimento con la guía de los docentes. Los estudiantes fueron los protagonistas de su aprendizaje, explicando sus conocimientos sobre el fenómeno estudiado y construyendo el experimento, lo que les permitió verificar cómo cambiaron sus ideas desde el punto inicial.

La estrategia propuesta permitió a los estudiantes conectar la teoría con la práctica, colaborando en equipo y ajustando sus ideas a medida que avanzaban en la temática. A pesar de algunos errores en la ejecución, los grupos socializaron sus experiencias y compartieron cómo abordaron las actividades planteadas.

Esta estrategia resultó ser un valioso aprendizaje para los estudiantes, quienes pudieron observar y poner en práctica los conceptos teóricos previamente estudiados. Al ser protagonistas de sus propios experimentos, los estudiantes se mostraron más interesados en el tema, generando sus propias ideas y comprendiendo mejor el fenómeno. El docente, además, contribuyó significativamente al proporcionar materiales y motivar a los estudiantes.

Uno de los principales desafíos fue el mal funcionamiento de un cargador, que no permitía la correcta distribución de corriente. Sin embargo, con la ayuda de otros grupos, se solucionó el problema, permitiendo observar cómo el campo magnético se producía en la espira circular al conectar la corriente y aproximar el imán.



Fig. 6: Estudiantes realizando práctica de laboratorio 1

El análisis de los resultados mostró mejoras significativas en los aprendizajes, con la aplicación de las estrategias demostrativas y la resolución de problemas, que permitieron relacionar la teoría con la práctica. Esto resultó ser una forma eficaz de comprender un tema complejo que no se detalla adecuadamente en los libros de texto y para el cual los estudiantes no tienen acceso a dichos libros.

Se recomendó que la enseñanza del contenido sea más práctica, utilizando diapositivas y realizando experimentos sencillos para mejorar los resultados en el aprendizaje. La propuesta didáctica se estructuró en torno a cuatro instancias: inicio, desarrollo, aplicación y síntesis, con el objetivo de fomentar la reflexión y el análisis en los estudiantes sobre el fenómeno de estudio, facilitando así un aprendizaje más efectivo.

La estrategia recomendada para el docente consiste en la experimentación conjunta con los estudiantes, permitiendo que ellos vinculen la teoría con la práctica. Esta metodología resulta ser una de las formas más eficaces para el aprendizaje.

Una propuesta didáctica como la descrita considera al estudiante como el principal protagonista de su propio proceso de aprendizaje, mientras que el rol del docente es guiar y presentar el contenido de manera explícita. Esto ayuda a los estudiantes a comprender sus propias ideas y a ser conscientes de lo que están realizando.

La experimentación, la resolución de ejercicios y el uso del rotafolio son herramientas que pueden despertar el conocimiento latente de los estudiantes, facilitando un aprendizaje más atractivo y enriquecedor.

Los resultados de las entrevistas concluyen que, para el contenido de la unidad de electromagnetismo en undécimo grado, la experimentación es clave para conectar la teoría con la práctica y ha dado buenos resultados. Sin embargo, el tiempo limitado ha sido un factor crítico, a menudo dejando los planes de clase incompletos y afectando el ritmo de la asignatura.

Para captar la atención de los estudiantes y mejorar la dinámica de las clases, se resalta la importancia de implementar estrategias metodológicas que permitan análisis e interpretación, aumentando el interés y la participación en el contenido.

A partir de este análisis, se proponen estrategias metodológicas para conceptualizar e interpretar problemas relacionados con el campo magnético en espiras circulares, con el objetivo de mejorar la educación a nivel nacional e internacional. Este documento puede ser consultado por cualquier persona interesada en adoptar estas estrategias para desarrollar el contenido de manera efectiva.

CONCLUSIÓN

Se identificó que los estudiantes de undécimo grado enfrentaron dificultades al interpretar y analizar la teoría, así como en la resolución de problemas relacionados con el campo magnético en espiras circulares. Se desarrollaron tres estrategias didácticas para fomentar la integración en equipo, la atención y participación de los estudiantes, con el objetivo de mejorar su comprensión del contenido.

La implementación de las estrategias reveló una mejora significativa en el aprendizaje y la participación de los estudiantes. Cada estrategia posicionó al estudiante como protagonista en su propio proceso de aprendizaje. La primera estrategia, el “Dominó Magnético”, facilitó el aprendizaje de la teoría a través de un juego, aumentando la motivación y participación de los estudiantes.

La segunda estrategia, “Rotafolio A.R.I. (Aprendo, Resuelvo, Interpreto)”, demostró que no es necesario contar con un aula TIC para realizar presentaciones efectivas. El uso del Rotafolio, que incluía información, ejercicios y elementos lúdicos, promovió la integración y participación de los estudiantes, quienes compartieron sus opiniones y puntos de vista.

Tercera estrategia consistió en la realización del experimento “Motor Magnético”, que permitió a los estudiantes aplicar la teoría en la práctica. Este enfoque les permitió desarrollar habilidades prácticas y observar el funcionamiento del experimento.

La aplicación de estas estrategias metodológicas tuvo un impacto positivo tanto en docentes como en estudiantes, quienes mostraron mayor motivación e integración en las actividades.

Las estrategias propuestas demostraron ser valiosas para el desarrollo del contenido investigado y pueden ser adaptadas para otros temas. Su efectividad resalta la importancia de métodos innovadores en la enseñanza de la física en undécimo grado.

Se recomienda la utilización de las tres estrategias metodológicas—juego, presentaciones con Rotafolio y experimentos—como recursos prácticos y accesibles para futuros investigadores y docentes que imparten la asignatura de física en niveles similares. Estos métodos pueden ser implementados sin necesidad de tecnología avanzada, proporcionando herramientas efectivas para el aprendizaje y la enseñanza del campo magnético en espiras circulares.

REFERENCIAS

- Araujo Martínez, A. C., y Félix Valdez, J. (2017). Diseño, Construcción y Caracterización de un Dispositivo para Generar un Campo Magnético Uniforme. *Jóvenes en la Ciencia*, 2(1), 252–257. Obtenido de <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/1042>
- Báez-Obando, D. F., Rivera-Rivera, D. F., Centeno- Centeno, F. J., y Herrera Castrillo, C. J. (2024). Explorando la Magnetización de Fluidos: Un Enfoque Interactivo con Electromagnetismo y Simuladores Virtuales. *Educación Superior*(37), 91–108. <https://doi.org/10.56918/es.2024.i37.pp91-108>
- Cabanillas Mendoza, C., Valdez, L. A., Merino, C. A., Cabrera, C. A., Bentz, E. N., Pisarello, M. I., y Provasi, P. F. (2019). *Libro de resúmenes de la 104ª Reunión de la Asociación Física Argentina / Campo magnético de una espira circular en un punto fuera del eje: análisis y enseñanza de las leyes de Faraday y Lentz y Biot y Savart*. Asociación Física Argentina. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/130998>
- Castellón Espinoza, M. G., Espinoza Olivas, E. J., y Arteta Pérez, L. C. (2020). Estrategias metodológicas para el aprendizaje del contenido capacitores. *[Tesis de Grado]*. UNAN-Managua/CUR-Estelí. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12988/>
- Córdoba-Fuentes, D., y Herrera-Castrillo, C. (2024). Desarrollo de competencias en física-matemática a través de los productos integradores. *Revista Científica EcoCiencia*, 11(2), 24–43. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.112.875>
- Cruz López, S. L., Miller Sáenz, A. C., y Ponce Morales, K. I. (2024). Efectividad de las estrategias para el análisis de diagramas y resolución de problemas. *Revista Educativa HEKADEMOS*(36), 35-52. <https://hekademos.com/index.php/hekademos/article/view/92>
- Gómez-Martínez, K. N., Soriano-Sánchez, S. P., Soriano-Rivera, K. M., Triminio-Zavala, C. M., y Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Guías de Laboratorio para el Aprendizaje del Electromagnetismo. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 1(3), 11-20. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13630978>
- Gutiérrez Rodríguez, A. A., Díaz Hernández, O. J., y Córdoba López, N. E. (2020). Estrategias metodológicas para facilitar el contenido campo magnético en un solenoide. *[Tesis de Grado]*. UNAN-Managua/CUR-Estelí. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12990/>
- Hernández Mendoza, S., y Duana Avila, D. (2020). Técnicas e instrumentos de recolección de datos. *Boletín Científico De Las Ciencias Económicos Administrativas Del ICEA*, 9(7), 51-53. <https://doi.org/10.29057/icea.v9i17.6019>
- Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), 1-3. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-21252021000300002yscript=sci_arttext
- Hernández Muñoz, D. A., y Herrera Castrillo, C. J. (2023). Didactic Model in the Teaching-Learning Process at the Higher Education Level. *Revistas - Universidad César Vallejo*, 10(2), 48–60. https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/REVUCV_134d6b287c87063582c15a381c50389b
- Herrera Castrillo, C. J. (2024). Ecuaciones en fenómenos físicos. *Logos Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 2*, 11(22), 15-19. <https://doi.org/10.29057/prepa2.v11i22.12323>
- Herrera Castrillo, C. J., y Córdoba Fuentes, D. J. (2023). Competencias Científicas y Tecnológicas en el Trabajo Práctico Experimental de Electricidad. *Revista Multi-Ensayos*, 9(17), 3-18. <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v9i17.15737>
- Herrera Castrillo, C. J., y Triminio Zavala, C. T. (2024). La evaluación por competencia en el contexto universitario de las carreras de Matemáticas y Física-Matemática. *Revista Científica Retos De La Ciencia*, 8(18), 55-72. <https://doi.org/10.53877/rc.8.18.20240701.6>
- Herrera Guerrero, A. J., Ramírez Pérez, L. M., y Gómez Villareyna, A. R. (2023). Uso de material didáctico como estrategia metodológica que facilite el aprendizaje en las aplicaciones del electromagnetismo. *[Tesis de Grado]*. UNAN-Managua/CUR-Estelí. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/19967/>
- Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Desarrollo de competencias a través de prototipos y simuladores en un entorno interdisciplinario de física-matemática. *Revista Oratores*, 1(20), 78–102. <https://doi.org/10.37594/oratores.n20.1243>
- Lanuza Saavedra, E. M., y Herrera Castrillo, C. J. (2020). *La Ley de inducción de Faraday*. https://d1wqxts1xzle7.cloudfront.net/64769486/Unidad_II_Ley_de_Inducion_de_Faraday-libre.pdf?1603701386=yresponse-content-disposition=inline%3B+filename%3DUNIVERSIDAD_NACIONAL_AUTONOMA_DE_NICARAG.pdf&Expires=1725863990&Signature=XsADmV-e6aBD1BIlawLpcrTr

- Lazo Marín, D. d., y Amador Dávila, J. A. (2021). Estrategias didácticas que propicien el aprendizaje significativo en la disciplina de Ciencias Naturales. *[Tesis de Grado]*. UNAN-Managua/CUR-Chontales. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/19052/>
- Medina Martínez, R. J., y Joya Olivas, B. A. (2022). Estrategias metodológicas complementadas con elementos tecnológicos que faciliten el aprendizaje en el contenido aplicación del electromagnetismo. *[Tesis de Grado]*. UNAN-Managua/CUR-Estelí. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/18852/>
- Molina Rugama, M. S., y Vindel Méndez, M. I. (2022). Prácticas de laboratorio como estrategia metodológica que faciliten el aprendizaje de la unidad electromagnetismo. *[Tesis de Grado]*. UNAN-Managua/CUR-Estelí. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/18836/>
- Morales Espinoza, E. M., López Acevedo, B. A., y Moreno Videá, D. J. (2020). Estrategias metodológicas para la comprensión del contenido: El campo magnético en espiras. *[Tesis de Grado]*. UNAN-Managua/CUR-Estelí. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/12984/>
- Rodríguez Diaz, J. E., Rivera González, E. M., Altamirano Vásquez, F. J., y Herrera Castrillo, C. J. (2024). Aplicación de integrales dobles y vectores en el cálculo de la densidad de circulación de fluidos. *Uno Sapiens Boletín Científico De La Escuela Preparatoria No. 1*, 7(13), 1-11. <https://doi.org/10.29057/prepa1.v7i13.12307>
- Sánchez Martínez, D. V. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigación. *TEPEXI Boletín Científico de la Escuela Superior Tepeji del Río*, 9(17), 38-39. <https://doi.org/10.29057/estr.v9i17.7928>
- Sánchez, M., Fernández, M., y Diaz, J. (2021). Técnicas e instrumentos de recolección de información: análisis y procesamiento realizado por el investigador cualitativo. *Revista Científica UISRAEL*, 8(1), 114-128. <https://doi.org/10.35290/rcui.v8n1.2021.400>
- Silva Córdova, R. d., y López Donoso, E. (2020). Las tecleras o clickers como un instrumento complementario que favorece la construcción de Aprendizaje Significativo en la resolución de problemas en electromagnetismo. *Caderno Brasileiro De Ensino De Física*, 37(2), 957–970. <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n2p957>
- Tamayo Ly, C., y Silva Siesquén, I. (2012). *Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos*. <https://n9.cl/jbmcp>
- Valeriano Meneses, M. A. (2024). El Enfoque STEM en la enseñanza de Electromagnetismo en un Programa de Formación Docente de la Universidad Técnica del Norte. *Revista Latinoamericana de Calidad Educativa*, 1(1), 33-38. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13151105>
- Valle Taiman, A., Manrique Villavicencio, L., y Revilla Figueroa, D. (2022). *La Investigación Descriptiva con Enfoque Cualitativo en Educación*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/184559>
- Zeledón Herrera, G. J., Pérez Aguilar, K. A., Laguna Laguna, Y. J., y Herrera Castrillo, C. J. (2024). Prototipo experimental en la demostración de la ecuación de continuidad en forma diferencial e integral. *Revista Torreón Universitario*, 17(37), 18-31. <https://doi.org/10.5377/rtu.v13i37.17958>
- Zeledón Herrera, G. J., Pérez Aguilar, K. A., Laguna Laguna, Y. J., y Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Conectando Puntos: Un Prototipo de Trabajo Práctico para Explorar la Ecuación de Continuidad. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 24(43). <https://doi.org/10.47189/rcct.v24i43.673>