

## Elaboración de dispositivo didáctico para la visualización de líneas de campo magnético

### *Development of a teaching device for visualizing magnetic field lines*

**Mateo Nicolás Toabanda Enriquez\***  
Universidad Nacional de Chimborazo  
Riobamba - Ecuador  
mateo.toabanda@unach.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0005-6359-2095>

**Klever David Cajamarca-Sacta**  
Universidad Nacional de Chimborazo  
Riobamba - Ecuador  
klever.cajamarca@unach.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0008-6446-5276>

\*Correspondencia:  
mateo.toabanda@unach.edu.ec

**Cómo citar este artículo:**  
Toabanda, M., & Cajamarca-Sacta, K. (2026).  
Elaboración de dispositivo didáctico para la  
visualización de líneas de campo  
magnético. *Esprint Investigación*, 5(1), 115-  
127. <https://doi.org/10.61347/ei.v5i1.238>

**Recibido:** 8 de diciembre de 2025

**Aceptado:** 13 de enero de 2026

**Publicado:** 20 de enero de 2026

**Resumen:** El electromagnetismo es un eje central de la Física, pero uno de los problemas presentes en su enseñanza radica en la abstracción del concepto de campo magnético y en la limitada visualización de sus líneas. El objetivo de este estudio fue construir un dispositivo didáctico que permita visualizar líneas de campo magnético y determinar el nivel de satisfacción estudiantil respecto a su uso como recurso de apoyo. Se desarrolló una investigación cuantitativa, no experimental y transversal, de nivel descriptivo-propositivo, que incluyó el diseño y la fabricación del dispositivo mediante impresión 3D, así como la aplicación de una encuesta Likert de 10 ítems; la fiabilidad se verificó mediante prueba piloto con estudiantes de sexto semestre ( $n = 22$ ). Posteriormente, el instrumento se aplicó a estudiantes que aprobaron electromagnetismo, agrupando séptimo y octavo semestre como un solo grupo ( $n = 27$ ). El dispositivo permitió visualizar líneas de campo en configuraciones con imanes permanentes y con bobina energizada (400 y 1600 espiras). La encuesta mostró consistencia interna adecuada en el piloto ( $\alpha = 0.849$ ). En la muestra final, las medias por ítem oscilaron entre 4.15 y 4.59 y el puntaje global presentó una media de 4.36 ( $DE = 0.48$ ), con valores entre 3 y 5. No se realizaron pruebas inferenciales, por lo que el valor de  $p$  no es aplicable ( $p = NA$ ). Se concluye que el dispositivo es factible como recurso didáctico para apoyar la visualización del campo magnético y que fue valorado favorablemente, recomendándose futuras evaluaciones que incorporen medidas de aprendizaje y técnicas cualitativas complementarias.

**Palabras clave:** Electromagnetismo, enseñanza de la física, magnetismo, material didáctico, tecnología educativa.

**Abstract:** Electromagnetism is a central axis of Physics; however, one of the main problems in its teaching lies in the abstraction of the concept of the magnetic field and the limited visualization of its field lines. The objective of this study was to construct a teaching device that allows magnetic field lines to be visualized and to determine the level of student satisfaction with its use as a support resource. A quantitative, non-experimental, cross-sectional study was conducted at a descriptive-propositional level, which included the design and manufacture of the device through 3D printing and the application of a 10-item Likert survey; reliability was verified through a pilot test with sixth-semester students ( $n = 22$ ). The instrument was then administered to students who had passed electromagnetism, grouping seventh and eighth semesters as a single group ( $n = 27$ ). The device allowed field lines to be visualized in configurations with permanent magnets and an energized coil (400 and 1600 turns). The survey showed adequate internal consistency in the pilot ( $\alpha = 0.849$ ). In the final sample, the means per item ranged from 4.15 to 4.59, and the overall score had a mean of 4.36 ( $SD = 0.48$ ), with values between 3 and 5. No inferential tests were performed; therefore, the  $p$ -value is not applicable ( $p = NA$ ). It is concluded that the device is feasible as a teaching resource to support the visualization of the magnetic field, that it was evaluated favorably, and that future evaluations should incorporate learning measures and complementary qualitative techniques.

**Copyright:** Derechos de autor 2026 Mateo Nicolás Toabanda Enriquez, Klever David Cajamarca-Sacta.



Esta obra está bajo una licencia internacional  
Creative Commons Atribución-  
NoComercial 4.0.

**Keywords:** Educational technology, electromagnetism, physics education, magnetism, teaching materials.

## 1. Introducción

El electromagnetismo constituye una de las áreas fundamentales de la Física, pues describe la interacción entre los campos eléctricos y magnéticos, así como los fenómenos derivados de dichas interacciones. Sin embargo, la enseñanza del electromagnetismo presenta un desafío debido a la abstracción de sus conceptos y teorías, especialmente aquellos relacionados con el campo magnético y su representación. Diversos estudios muestran que las estrategias aplicadas en experiencias prácticas mejoran la comprensión de temas como energía y magnetismo, lo que destaca la importancia de incorporar actividades experimentales en el abordaje de conceptos complejos (Morales-Espinoza et al., 2024).

Diversos estudios proponen herramientas didácticas para facilitar el aprendizaje. En la investigación realizada por Cyrulies (2022) se observa que con materiales que se encuentran en el medio accesible se puede conseguir experiencias didácticas eficaces, siempre y cuando sean aplicadas de manera correcta para contribuir a la comprensión de conceptos y conocimientos de electromagnetismo. El conocimiento desarrollado en las aulas de física debe ser aplicado de forma práctica para facilitar al estudiante el aprendizaje significativo e incentivar a los docentes a integrarlos en los procesos de enseñanza.

La investigación de Sotelo (2021) presentó una propuesta de visualizar el campo magnético basado en los principios de la estrioscopía Schlieren, que es posible representar los gradientes del campo magnético a través de sus desviaciones, asimismo identificó los materiales para desarrollar un prototipo funcional el cual permite evidenciar los fenómenos magnéticos de forma visual. Por lo tanto, es posible crear un dispositivo para visualizar los fenómenos físicos, haciendo uso del conocimiento científico para guiar al estudiante en su aprendizaje. Por otra parte, De la Cruz et al. (2022) evidencia que los proyectos y actividades propuestos bajo el enfoque 3D tienen como objetivo la aplicación del conocimiento científico y matemático en un contexto vinculado a la tecnología y la ingeniería tridimensional, tangible y práctica.

Durante las prácticas de laboratorio se evidenciaron limitaciones en la comprensión y visualización de las líneas de campo magnético, puesto que estas actividades se realizan de forma improvisada con materiales disponibles en el entorno y estos no se pueden conservar para una próxima clase de laboratorio.

El presente trabajo se justifica en la necesidad de fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo mediante recursos didácticos concretos y accesibles. La elaboración de un dispositivo que permita visualizar las líneas del campo magnético podría contribuir al desarrollo del pensamiento científico y al aprendizaje activo, debido a que posibilitaría la comprensión de un tema abstracto a través de una experiencia sensorial directa, además de una guía de actividades experimentales que incentive el interés por la ciencia y facilite el acceso a experiencias prácticas.

Este dispositivo no se limita únicamente a representar campos magnéticos generados por imanes permanentes (como los de neodimio), sino que permitirá mostrar campos magnéticos generados por corriente eléctrica, es decir, producidos por electroimanes. Esta versatilidad permite representar distintos tipos de configuraciones de campo magnético, lo que lo convierte en un recurso más completo y funcional para el docente que quiera enseñar diferentes casos. Por lo tanto, la elaboración de dispositivos didácticos mediante el uso de impresión 3D puede resultar interesante para los estudiantes, de diferentes niveles de educación. Se puede argumentar que la impresión de modelos 3D como metodología de enseñanza puede abarcar una población de estudiantes de todos los niveles educativos, de forma interactiva, práctica y creativa, para que sean aplicadas en distintas áreas de la ciencia (De la Cruz et al., 2022).

Por lo tanto, el objetivo de este estudio es construir un dispositivo didáctico que permita la visualización de las líneas del campo magnético como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje del electromagnetismo. Los objetivos específicos son: evaluar las limitaciones de los recursos didácticos actuales para visualizar las líneas de campo magnético, elaborar un dispositivo experimental que permita la visualización de líneas del campo magnético para sistemas magnetostáticos tanto ferromagnéticos como inducidos, determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes respecto al dispositivo didáctico. Puesto que esta investigación no busca evaluar directamente la eficacia del dispositivo, se plantea su construcción como una propuesta que facilitaría la representación visual de las líneas de campo magnético, que puede ser potencialmente útil para docentes y estudiantes de distintas instituciones educativas, adaptándose a diferentes niveles y contextos, de manera accesible, permanente, didáctico y duradero.

## 2. Metodología

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental de corte transversal, orientado a describir y proponer la elaboración de un dispositivo didáctico para la visualización de las líneas de campo magnético, así como a evaluar el nivel de satisfacción de los estudiantes respecto al uso del dispositivo didáctico como recurso para la visualización de las líneas de campo magnético, junto con una guía de actividades experimentales que apoyó la enseñanza del electromagnetismo.

La investigación se ubicó en un nivel descriptivo-propositivo y se clasificó como investigación tecnológica educativa, dado que articula la fundamentación teórica con el diseño y construcción de un recurso material que responde a una problemática didáctica identificada en el aula, con el uso de impresión 3D para el desarrollo de un dispositivo didáctico de calidad.

Por la fuente de información, se abordó una investigación bibliográfica y de campo, puesto que se investigaron y se organizaron todas las fuentes de información encontradas referente al tema procedentes de libros, artículos científicos y documentos que contenían información sobre el electromagnetismo, el campo magnético y también los recursos didácticos que concuerden con el tema. En la fase de campo, se trabajó con datos cuantitativos obtenidos mediante una encuesta estructurada, con escala de Likert, el instrumento fue validado mediante juicio de expertos en electromagnetismo, quienes comprobaron la pertinencia y claridad de los ítems. Posteriormente, su fiabilidad se estimó mediante el coeficiente alfa de Cronbach. La población estuvo conformada por estudiantes universitarios de la carrera de Pedagogía en matemáticas y física. Se utilizó un muestreo no probabilístico de tipo criterial, cuyo criterio de inclusión fue haber aprobado la asignatura de electromagnetismo, seleccionando dos cursos que agrupan un total de 27 estudiantes, distribuidos entre 14 y 13 estudiantes de séptimo y octavo semestre, respectivamente.

Se siguió un análisis estadístico descriptivo mediante el uso del software Excel y RStudio para la tabulación y el análisis de datos. Para el análisis descriptivo se utilizaron tablas y figuras generadas con el software RStudio para representar frecuencias y tendencias, con el fin de determinar el nivel de satisfacción de los estudiantes respecto al dispositivo didáctico, permitiendo evaluar su pertinencia como recurso de apoyo en la enseñanza del electromagnetismo.

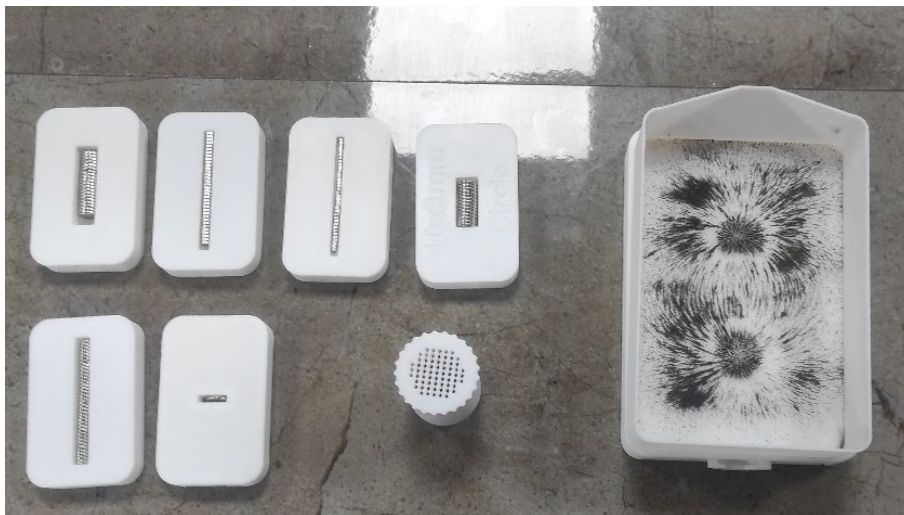
## 3. Resultados

El principal hallazgo de este trabajo fue que el dispositivo didáctico permitió la visualización de las líneas de campo magnético en configuraciones con imanes permanentes y con una bobina energizada tanto de 400 como de 1600 espiras. Este resultado es relevante porque aporta evidencia de factibilidad

de un recurso didáctico orientado a representar un fenómeno electromagnético que suele abordarse de manera abstracta en el aula. Las Figuras 1 y 2 presentan la visualización obtenida utilizando imanes de neodimio junto a varios tamaños de imanes que se pueden usar, mientras que las Figuras 3, 4, 5 y 6 muestran la visualización obtenida mediante una bobina energizada usando núcleos de hierro. En todos los casos, las imágenes registraron la aparición de trayectorias definidas, consistentes con el comportamiento esperado de las líneas de campo magnético.

### Figura 1

Visualización de líneas de campo magnético con imanes de neodimio.



### Figura 2

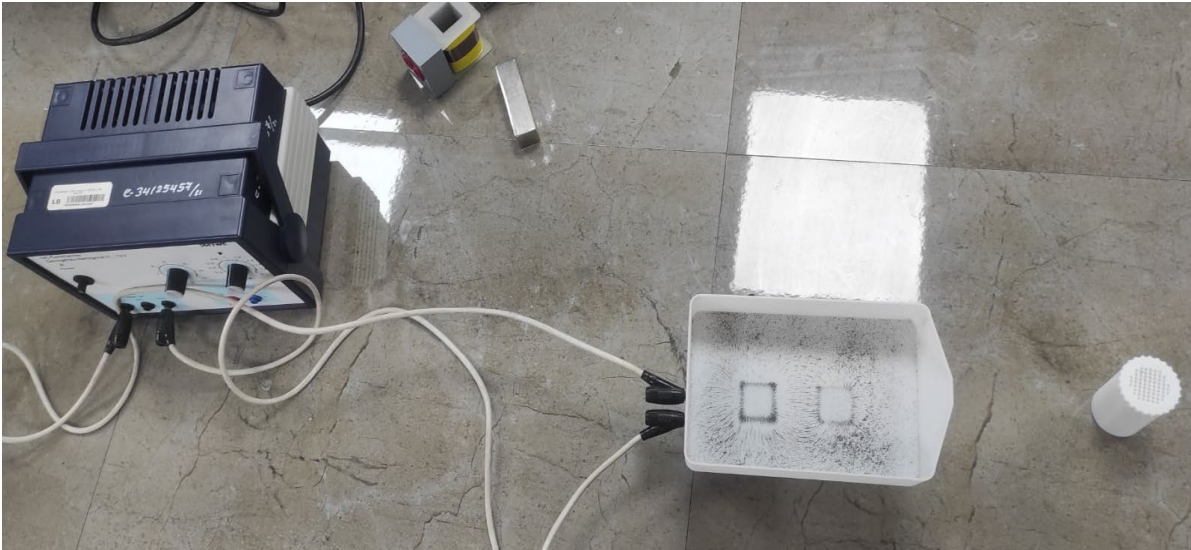
Visualización de líneas de campo magnético con imanes permanentes en configuración de polos iguales enfrentados.



Nota. Se giró uno de los imanes para orientar los polos iguales (N-N o S-S)

**Figura 3**

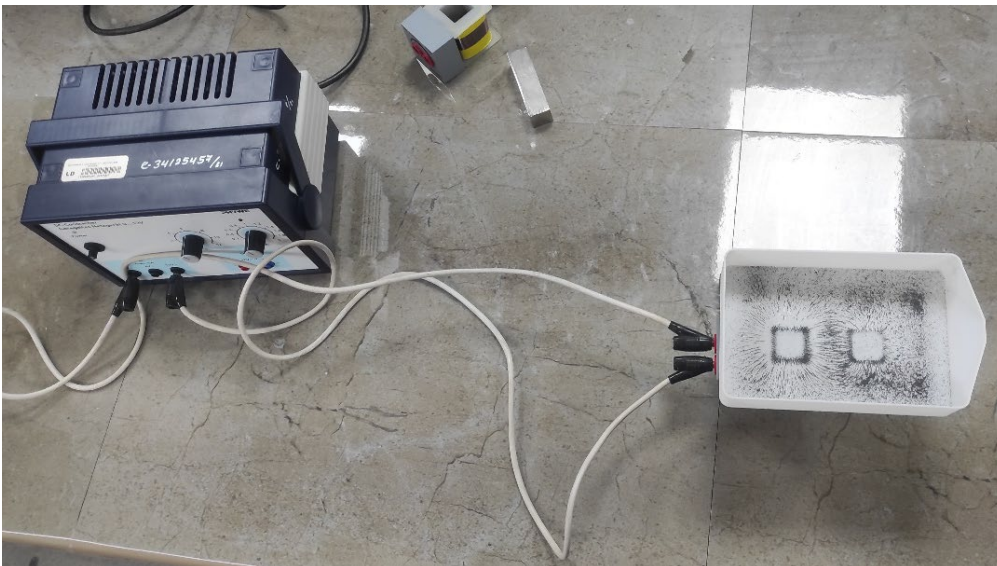
Visualización de líneas de campo magnético en bobina energizada con núcleo de hierro tipo transformador (configuración abierta).



*Nota.* El núcleo fue modificado a partir de un núcleo cerrado para permitir su inserción parcial en la bobina de 400 espiras y mejorar la visualización del patrón con limaduras de hierro.

**Figura 4**

Visualización de líneas de campo magnético en bobina energizada con núcleo de hierro tipo transformador (configuración abierta).



*Nota.* El núcleo fue modificado a partir de un núcleo cerrado para permitir su inserción parcial en la bobina de 1600 espiras y mejorar la visualización del patrón con limaduras de hierro.

**Figura 5**

Visualización de las líneas de campo magnético en una bobina de 400 espiras con un núcleo de hierro

**Figura 6**

Visualización de las líneas de campo magnético en una bobina de 1600 espiras con un núcleo de hierro



Se aplicó el instrumento en una prueba piloto con estudiantes de sexto semestre ( $n = 22$ ) con el fin de estimar su consistencia interna. La Tabla 1 presenta el resultado del coeficiente alfa de Cronbach obtenido en la prueba piloto y en la muestra. El análisis de fiabilidad evidenció una consistencia interna adecuada del cuestionario para poder aplicar el instrumento a la muestra.

**Tabla 1**

Fiabilidad del instrumento (prueba piloto).

Etapa	n	Alfa de Cronbach
Piloto (6to)	22	0.849

Nota. Elaboración propia a partir del análisis de fiabilidad del instrumento.

Posteriormente, el instrumento se aplicó a estudiantes de séptimo y octavo semestre considerados como un único grupo ( $n = 27$ ). La Tabla 2 presenta los estadísticos descriptivos por ítem (media, mediana, moda, varianza, desviación estándar, rango y percentiles). En general, las respuestas se concentraron en los valores superiores de la escala. La Tabla 3 muestra las frecuencias y porcentajes por categoría Likert (1–5) para cada ítem.

**Tabla 2***Estadísticos descriptivos por ítem.*

Ítem	Media	Mediana	Moda	DE	Min-Max
I1	4.52	5	5	0.58	3 - 5
I2	4.59	5	5	0.57	3 - 5
I3	4.22	4	5	0.93	1 - 5
I4	4.37	5	5	0.74	3 - 5
I5	4.30	4	4	0.61	3 - 5
I6	4.48	5	5	0.64	3 - 5
I7	4.15	4	5	0.86	2 - 5
I8	4.33	4	4	0.73	2 - 5
I9	4.26	4	5	0.81	3 - 5
I10	4.41	4	5	0.64	3 - 5

*Nota: Elaboración propia a partir de los resultados del software RStudio.*

Como se observa en la Tabla 2, las puntuaciones por ítem se ubicaron en niveles altos de la escala, con medias entre 4.15 y 4.59. La tendencia central se concentró en los valores 4 y 5 (medianas de 4–5), y la dispersión fue baja a moderada (DE entre 0.57 y 0.93). El mayor nivel de variabilidad se registró en el ítem I3, mientras que el que tuvo menos variabilidad fue el ítem I1.

**Tabla 3***Distribución de frecuencias y porcentajes por ítem (escala Likert 1–5)*

Ítem	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	5 (%)
I1	0 (0.00%)	0 (0.00%)	1 (3.70%)	11 (40.74%)	15 (55.56%)
I2	0 (0.00%)	0 (0.00%)	1 (3.70%)	9 (33.33%)	17 (62.96%)
I3	1 (3.70%)	0 (0.00%)	3 (11.11%)	11 (40.74%)	12 (44.44%)
I4	0 (0.00%)	0 (0.00%)	4 (14.81%)	9 (33.33%)	14 (51.85%)
I5	0 (0.00%)	0 (0.00%)	2 (7.41%)	15 (55.56%)	10 (37.04%)
I6	0 (0.00%)	0 (0.00%)	2 (7.41%)	10 (37.04%)	15 (55.56%)
I7	0 (0.00%)	1 (3.70%)	5 (18.52%)	10 (37.04%)	11 (40.74%)
I8	0 (0.00%)	1 (3.70%)	1 (3.70%)	13 (48.15%)	12 (44.44%)
I9	0 (0.00%)	0 (0.00%)	6 (22.22%)	8 (29.63%)	13 (48.15%)
I10	0 (0.00%)	0 (0.00%)	2 (7.41%)	12 (44.44%)	13 (48.15%)

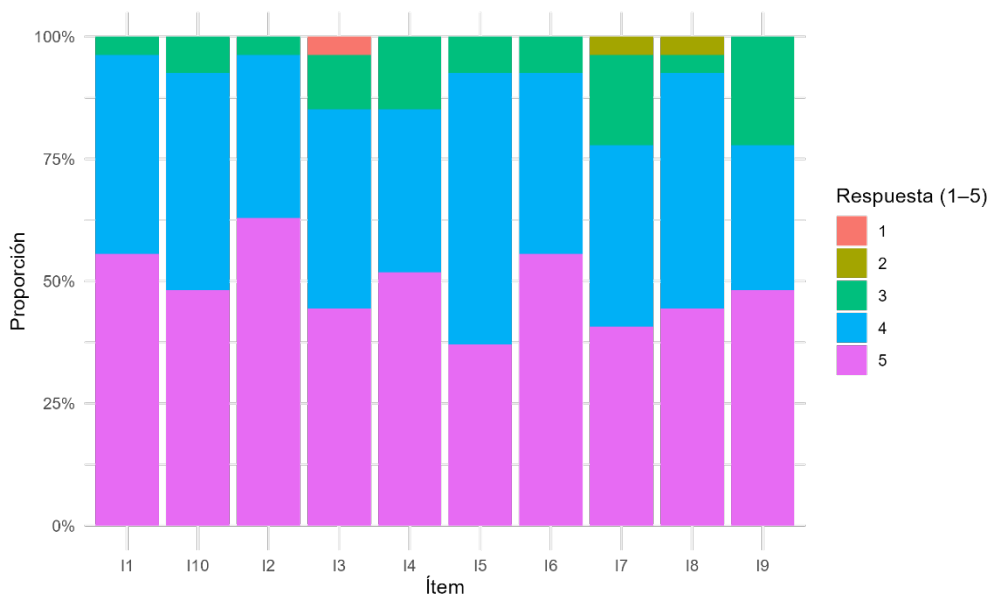
*Nota. Elaboración propia a partir de los resultados del software RStudio, los valores se reportan como frecuencia absoluta y porcentaje para cada categoría de respuesta.*

La Tabla 3 muestra que, en los diez ítems, las categorías 4 y 5 concentraron la mayor cantidad de respuestas. En cambio, las categorías 1 y 2 presentaron frecuencias nulas en la mayoría de los ítems, con apariciones puntuales (por ejemplo, en I3 para la categoría 1 y en I7–I8 para la categoría 2). La categoría 3 se presentó con mayor frecuencia relativa en I9 e I7 en comparación con el resto de los ítems.

La Figura 7 presenta la distribución proporcional de las respuestas (1–5) para cada ítem, evidenciando la frecuencia relativa de cada categoría en la escala. La Figura 8 muestra la media por ítem con barras de error (desviación estándar), como síntesis de la tendencia central y dispersión de las respuestas registradas.

**Figura 7**

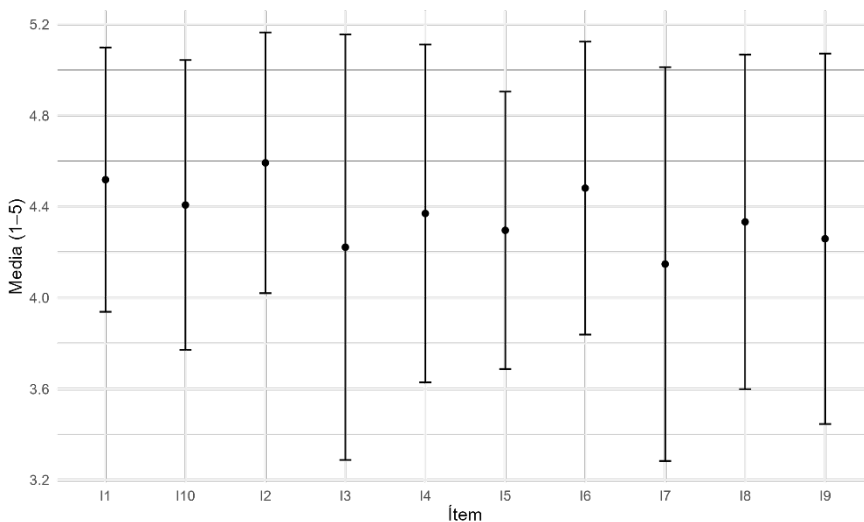
*Distribución proporcional de respuestas Likert por ítem (n = 27)*



Nota. Elaborado por Mateo Toabanda (2025)

**Figura 8**

*Media y desviación estándar por ítem (n = 27).*



Nota. Elaborado por Mateo Toabanda (2025)

El puntaje global (promedio de los 10 ítems) presentó una media de 4,36 (DE = 0.48), con valores entre 3 y 5. La Tabla 4 resume los estadísticos descriptivos del puntaje global, y la Figura 9 presenta su distribución.

**Tabla 4**

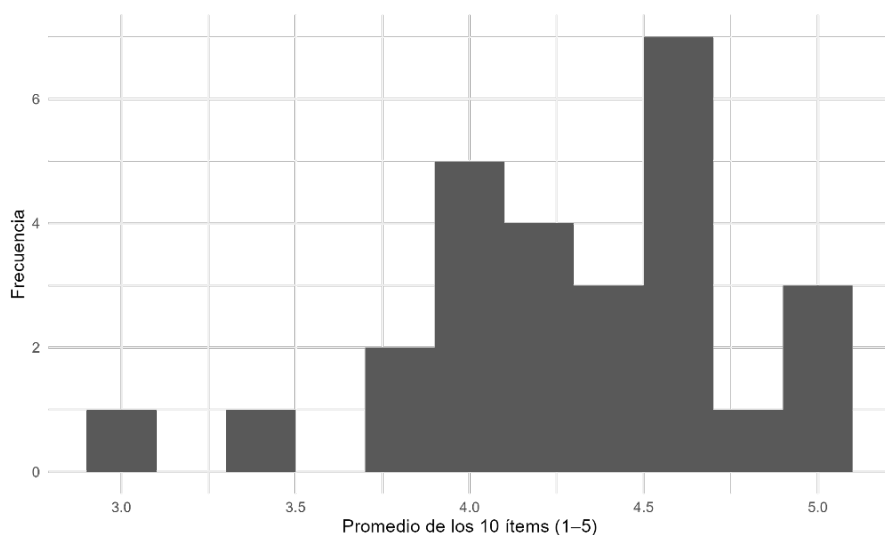
*Estadísticos descriptivos del puntaje global (promedio de ítems).*

n	Media	Mediana	Moda	Varianza	DE	Min	Max	Rango
27	4,36296296	4,5	4,7	0,22703704	0,47648404	3	5	2

*Nota.* Elaboración propia a partir de los resultados del software RStudio.

**Figura 9**

*Distribución del puntaje global (histograma).*



## 4. Discusión

Respecto a la fiabilidad del instrumento, el alfa de Cronbach obtenido en la prueba piloto ( $\alpha = 0.849$ ) evidenció una consistencia interna adecuada para su aplicación en la muestra final. Este criterio se sustenta en clasificaciones recogidas en la literatura y compiladas por Castañeda et al. (2024), donde se proponen rangos interpretativos del coeficiente alfa y se señala, además, que no existe una regla única y universal para definir un umbral absoluto de fiabilidad. En este sentido, el valor alcanzado en el piloto se ubica dentro del intervalo que dichos autores reportan como confiabilidad alta, lo que respalda la coherencia de la encuesta para evaluar la satisfacción de los estudiantes sobre el dispositivo didáctico.

La evidencia visual obtenida en las configuraciones evaluadas sugiere que el dispositivo posibilitó una representación de las líneas de campo magnético tanto en campos generados por imanes permanentes como por corriente eléctrica. Este aspecto es importante porque integra dos fuentes de campo magnético comúnmente tratadas en electromagnetismo (imanes y bobinas), lo que puede facilitar la conexión entre el concepto de campo magnético y sus formas de generación.

Este hallazgo se alinea con lo reportado por Aznar (2025), quien indica que la visualización tridimensional de líneas de campo magnético contribuye a la comprensión visual de un fenómeno

abstracto, considerando que su representación tradicional en papel suele resultar limitada y estática. En consecuencia, las estrategias tanto digitales como físicas pueden aportar al proceso de enseñanza-aprendizaje del estudiante.

En relación con la necesidad de recursos que apoyen la comprensión del campo magnético, Corrales et al. (2023) señalan que el electromagnetismo constituye un contenido especialmente complejo por el nivel de abstracción requerido y por la naturaleza tridimensional del campo magnético. En su intervención, basada en aprendizaje activo, combinaron instancias virtuales con una etapa presencial de actividades experimentales guiadas, registrando cambios conceptuales relevantes entre pretest y postest en torno al campo magnético producido por imanes y por conductores con corriente. Este estudio respalda la idea de que la comprensión del campo no depende únicamente de la exposición teórica, sino de experiencias prácticas estructuradas que permitan observar, discutir e interpretar el fenómeno. Desde esa perspectiva, la valoración favorable del dispositivo en este estudio puede interpretarse como un aporte en la misma línea: al ofrecer una representación visible y comparativa del campo (imanes permanentes vs. bobinas energizadas), el dispositivo puede facilitar la transición entre ver el fenómeno y explicarlo.

En comparación con experiencias experimentales basadas en limaduras de hierro, los resultados del presente estudio son coherentes con la idea de que la claridad del patrón observado depende de la configuración del campo y del soporte de observación. Ortiz-Olvera y Calmus (2022) reportan que las limaduras se orientan de acuerdo con el campo del imán y que, al invertir la orientación del imán ( $180^\circ$ ), se obtiene un patrón simétrico con orientaciones diferenciadas, evidenciando cambios observables en la configuración del campo. En el presente trabajo, la concentración de respuestas en valores altos en los ítems asociados a la visualización clara y a los materiales que permiten observar el patrón (I2 e I6) respalda que el dispositivo logró representar el fenómeno de manera estable y perceptible para el grupo.

Los resultados de tendencia central en los ítems de la encuesta indican una percepción consistentemente favorable del dispositivo, reflejada en la predominancia de valores altos en la escala de respuesta. Esto sugiere que el dispositivo fue percibido como pertinente en dimensiones relacionadas con diseño, claridad de visualización y apoyo a la comprensión conceptual. Sin embargo, no fue uniforme entre dimensiones, puesto que los ítems con menor dispersión correspondieron al diseño/manipulación (I1) y a la claridad para visualizar las líneas de campo (I2), lo que indica mayor coincidencia entre estudiantes en estos aspectos. En cambio, se observó mayor heterogeneidad en el ítem vinculado al interés por aprender electromagnetismo (I3) y en dimensiones asociadas a la interpretación del fenómeno físico durante la observación, como distinguir polos y densidad de líneas (I7) y la observación simultánea por varios estudiantes (I9). Este comportamiento es consistente con estudios sobre aprendizaje en laboratorio, donde las experiencias prácticas suelen valorarse positivamente, pero las percepciones pueden variar según condiciones de implementación y diferencias individuales, especialmente cuando la actividad exige interpretación conceptual y orientación durante la experiencia (Nicol et al., 2022).

Además, el ítem relacionado con el interés por aprender electromagnetismo (I3) presentó la mayor variabilidad, lo que sugiere que el dispositivo no activó el interés de manera uniforme en todo el grupo. Esta heterogeneidad podría explicarse no solo por las características del recurso, sino también del tipo de guía pedagógica, el contexto de aplicación y el grado de familiaridad previa con el tema. En concordancia, se reportan diferencias en el interés estudiantil según el tipo de experiencia de laboratorio: Serrano et al. (2022) informan que el 46% de los estudiantes manifestó interés por trabajar con equipos reales en laboratorios remotos y únicamente el 1% por laboratorios virtuales. En futuros

trabajos, esta dimensión podría complementarse con preguntas abiertas o entrevistas para identificar con mayor precisión los factores asociados a las diferencias de percepción.

El puntaje global evidenció una percepción general favorable del dispositivo como recurso didáctico para la visualización del campo magnético. Este resultado es coherente con estudios que señalan que las actividades experimentales contextualizadas, cuando se articulan con una planificación didáctica, favorecen la comprensión de contenidos abstractos al fortalecer la relación entre teoría y práctica (Oliveira & Calheiro, 2025).

Sin embargo, la mayor variabilidad observada en los ítems vinculados al interés por aprender (I3), a la distinción de polos y densidad de líneas (I7) y a la observación simultánea (I9) sugiere que el efecto del recurso no depende únicamente del dispositivo, sino también de condiciones de implementación (orientaciones, consignas y mediación durante la actividad). En esa línea, Oliveira y Calheiro (2025) destacan que la experimentación puede movilizar relaciones conceptuales en electromagnetismo, pero requiere conducción pedagógica para consolidar explicaciones más elaboradas; esto ayuda a explicar diferencias de percepción entre estudiantes aun cuando la valoración global sea alta

Respecto a la novedad, los resultados pueden considerarse relevantes, en el sentido de que se evalúa que sistemas son pertinentes para poder elaborar un dispositivo que se pueda visualizar las líneas de campo magnético de manera didáctica, integrando evidencias visuales del fenómeno y una medición sistemática de satisfacción mediante un instrumento con fiabilidad verificada en prueba piloto. Este aporte se diferencia de abordajes puramente teóricos o demostrativos al proporcionar un recurso construido y evaluado en un contexto formativo concreto.

Finalmente, es importante considerar las limitaciones que enmarcan el alcance interpretativo, entre ellas el tamaño muestral y la concentración de respuestas en valores altos, las cuales pueden limitar la sensibilidad para distinguir diferencias entre dimensiones evaluadas. Además, el estudio se centró en la elaboración del dispositivo y no establece relaciones causales con aprendizaje conceptual.

## 5. Conclusiones

Se concluye que el dispositivo didáctico diseñado y construido permitió la visualización efectiva de las líneas de campo magnético tanto en configuraciones con imanes permanentes como en sistemas con bobinas energizadas de 400 y 1600 espiras, lo que facilitó la representación observable de un fenómeno que habitualmente se aborda de forma abstracta en la enseñanza del electromagnetismo.

Desde el punto de vista metodológico, la prueba piloto evidenció una consistencia interna adecuada del instrumento de medición de satisfacción ( $\alpha = 0.849$ ), lo que respaldó su aplicación en la muestra final y garantizó la coherencia de los ítems para describir la percepción del estudiantado.

En la muestra final ( $n = 27$ ), los resultados mostraron una concentración en los valores altos de la escala de Likert, con un puntaje global promedio de 4.36 (DE = 0.48), lo que indica una valoración favorable del dispositivo como recurso de apoyo. No obstante, la mayor variabilidad en los ítems relacionados con el interés por aprender electromagnetismo, la distinción de polos y densidad de líneas, así como la observación simultánea, sugiere que la experiencia didáctica no depende exclusivamente del recurso, sino también de la mediación pedagógica y de las condiciones de implementación en el aula.

Por lo tanto, el dispositivo se presenta como un recurso didáctico reutilizable para actividades demostrativas y experimentales en la enseñanza del electromagnetismo. Se recomienda que futuras investigaciones se incorporen evaluaciones de aprendizaje conceptual mediante diseños pretest-

postest, así como técnicas cualitativas complementarias (entrevistas, preguntas abiertas o rúbricas), con el fin de profundizar en el impacto pedagógico del dispositivo y fortalecer la evidencia sobre su aporte al proceso de enseñanza-aprendizaje.

## Referencias

- Aznar, J. (2025). *Diseño y desarrollo de una aplicación de realidad aumentada para el laboratorio de Física* [Tesis de grado, Universitat Politècnica De València]. Repositorio Institucional UPV. <https://riunet.upv.es/handle/10251/223224>
- Castañeda, T., López, A., Collazo, V., & Moirón, O. (2024). Fiabilidad instrumental para medir la aplicación de técnicas estadísticas en cultura física: Alpha de Cronbach. *Transformación*, 20(1), 128–144. <https://n9.cl/ixoei>
- Corrales, A., Viera, M., & Meneses, W. (2023). Una experiencia de aplicación del aprendizaje activo del electromagnetismo en la formación docente durante la pandemia. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 9864-9885. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v7i1.5180](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.5180)
- Cyrules, E. (2022). Experiencias de electromagnetismo con un interesante y sencillo motor eléctrico. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 19(3), 3401. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2022.v19.i3.3401](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2022.v19.i3.3401)
- De la Cruz, J., Campos, M., Rodríguez, C., & Ramos, M. (2022). Impresión 3D en educación. Perspectiva teórica y experiencias en el aula. *Revista Centra de Ciencias Sociales*, 1(1), 67-80. <https://doi.org/10.54790/rccs.16>
- Morales-Espinoza, E., López-Acevedo, B., Moreno-Videa, D., & Herrera-Castrillo, C. (2024). Estrategias metodológicas para el aprendizaje del campo magnético en espiras circulares. *Revista Latinoamericana De Calidad Educativa*, 1(3), 37-49. <https://doi.org/10.5281/zenodo.13841166>
- Nicol, C., Gakuba, E., & Habinshuti, G. (2022). Students' Opinions, Views, and Perceptions of Science Laboratory Learning: A Systematic Review of the Literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(3), em2087. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11793>
- Oliveira, G., & Calheiro, L. (2025). O uso de atividades experimentais na mobilização de invariantes operatórios no campo conceitual do eletromagnetismo. *Revista Enseñanza de la Física*, 37(2), 1–17. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v37.n2.51169>
- Ortiz-Olvera, V., & Calmus, T. (2022). Un experimento sencillo para ilustrar las inversiones del campo magnético terrestre. *Enseñanza Y Comunicación De Las Geociencias*, 1(2), 26–29. <https://doi.org/10.22201/cgeo.29928087e.2022.1.2.5>
- Serrano, G., Martinez, C., & Clavijo, S. (2022). Laboratorios remotos y virtuales: recursos para la educación en física. *Revista de Ingeniería y Ciencias Aplicadas*, 2(2), 63-70. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs3/index.php/revicap/article/view/6532>
- Sotelo, J. (2021). *Una propuesta experimental para visualizar el campo magnético inspirada en la Estrioscopía Schlieren* [Tesis de grado, Universidad Pedagógica Nacional]. Repositorio Institucional UPN. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/17067>

---

## Transparencia

### Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés de naturaleza alguna como parte de la presente investigación.

### Fuente de financiamiento

Los autores financiaron completamente la investigación.

### Contribución de autoría

Mateo Nicolás Toabanda Enríquez: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, administración del proyecto, recursos, supervisión.

Klever David Cajamarca-Sacta: Conceptualización, metodología, software, validación, análisis formal, investigación, gestión de datos, visualización, redacción - preparación del borrador original, redacción - revisión y edición, financiamiento, supervisión.

Los autores contribuyeron activamente en el análisis de los resultados, revisión y aprobación del manuscrito final.