

**Mentorías en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas: transformando la educación primaria**

**RECIBIDO**

12/06/2026

**Mentorship in science, technology, engineering, and mathematics: transforming primary education**

**ACEPTADO**

20/07/2026

**Elena Tzetzángary Aguirre Mejía**

Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, México

<https://orcid.org/0000-0003-4472-6025>

[elena.aguirre08@gmail.com](mailto:elena.aguirre08@gmail.com)

**Silvia Viridiana Parada Ávila**

Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, México

<https://orcid.org/0009-0007-5107-982X>

[svparadaa@lalaguna.tecnm.mx](mailto:svparadaa@lalaguna.tecnm.mx)

**Ana Lilia Urbina Amador**

Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, México

<https://orcid.org/0009-0000-8676-4244>

[alurbinaa@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:alurbinaa@correo.itlalaguna.edu.mx)

**Idalia Ruíz Arroyo**

Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, México

<https://orcid.org/0000-0002-7288-2853>

[iruiza@lalaguna.tecnm.mx](mailto:iruiza@lalaguna.tecnm.mx)

**Lina Ernestina Arias Hernández**

Instituto Tecnológico de la Laguna, Torreón, México

<https://orcid.org/0000-0001-7891-5209>

[leariash@correo.itlalaguna.edu.mx](mailto:leariash@correo.itlalaguna.edu.mx)

**RESUMEN**

Este ensayo analiza, a partir de una revisión de la literatura, el efecto de los talleres STEM impartidos por estudiantes universitarios y del uso de la robótica educativa en la enseñanza primaria, con énfasis en la brecha de género en el interés y las competencias científico-tecnológicas de niños y niñas. Se examina, en particular, el papel de las mentoras universitarias en la motivación de las niñas hacia las disciplinas STEM. Con base en hallazgos recientes, se sostiene que metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas, la mentoría universitaria y la robótica práctica constituyen herramientas pedagógicas eficaces para despertar vocaciones científico-tecnológicas tempranas. Se argumenta la necesidad de formar a los mentores en perspectiva de género y en estrategias didácticas concretas, así como de integrar la robótica de manera inclusiva en el currículo. El ensayo concluye con recomendaciones para el diseño de políticas educativas y para futuras líneas de investigación.

**PALABRAS CLAVE**

STEM; mentoría educativa; robótica pedagógica; brecha de género; educación primaria.

## ABSTRACT

This essay examines, through a literature review, the effect of STEM workshops delivered by university students and the use of educational robotics in primary education, with emphasis on the gender gap in children's interest in and development of scientific-technological competencies. Particular attention is given to the role of university mentors in motivating girls toward STEM disciplines. Drawing on recent findings, the essay argues that active methodologies such as problem-based learning, university mentoring, and hands-on robotics are effective pedagogical tools for awakening early scientific-technological vocations. It contends that mentors require training in gender perspective and concrete didactic strategies, and that robotics must be integrated inclusively into the curriculum. The essay concludes with recommendations for educational policy design and future research.

## KEYWORDS

STEM; educational mentoring; pedagogical robotics; gender gap; primary education.

## INTRODUCCIÓN

La lectura constituye uno de los pilares fundamentales para el desarrollo del pensamiento crítico, la comprensión y la capacidad de desenvolvimiento ante los diversos desafíos que se presentan en la vida cotidiana. Sin embargo, en la actualidad esta práctica está siendo desplazada por estímulos más inmediatos, como las redes sociales, los videojuegos y otras formas de entretenimiento digital. Esta disminución del interés por la lectura en adolescentes preocupa tanto a docentes como a investigadores, debido a su estrecha relación con el bajo rendimiento académico y la disminución de habilidades cognitivas esenciales.

La lectura es una herramienta fundamental para el desarrollo académico, personal y social de los estudiantes, especialmente en la etapa de la educación media, donde se consolidan habilidades cognitivas como la comprensión, el pensamiento crítico y la capacidad de análisis. Los hábitos lectores no se desarrollan de manera espontánea, sino que son el resultado de una interacción compleja de factores socioeconómicos, culturales y educativos (Cisneros Duque et al., 2024). Asimismo, la práctica lectora permite enriquecer el vocabulario, fortalecer la capacidad de análisis crítico-reflexivo y ampliar la comprensión del entorno social y cultural (Zapata Lascano et al., 2024).

A nivel mundial, diversas investigaciones evidencian que el pensamiento crítico es una de las habilidades menos promovidas en los sistemas educativos, situación que repercute directamente en la capacidad de los estudiantes para analizar, evaluar y sintetizar información de manera eficaz. Esta limitación afecta el desarrollo de competencias necesarias para la resolución de problemas, la toma de decisiones fundamentadas y la adaptación a los constantes cambios del contexto actual (Ortega Delgado y Mendoza Bravo, 2025). En este sentido, la lectura representa una herramienta esencial para el progreso humano y la construcción del conocimiento (Paucar et al., 2024).

No obstante, en los últimos años se ha observado una marcada disminución del interés por la lectura entre adolescentes y jóvenes. Según Vásquez Rodríguez (2015), las prácticas lectoras han cambiado considerablemente debido a los avances tecnológicos y las transformaciones sociales. Esta problemática se manifiesta mediante actitudes apáticas frente a los textos, baja participación en actividades lectoras y dificultades en tareas que requieren comprensión profunda. Además,

algunos docentes desaprovechan la oportunidad de fortalecer el proceso lector mediante metodologías activas e innovadoras que motiven a los estudiantes. Por ello, en el ámbito educativo resulta cada vez más necesario fomentar una participación creativa, reflexiva y crítica como respuesta a las exigencias académicas y sociales contemporáneas (Cubides Ávila et al., 2017).

El desinterés por la lectura constituye actualmente un tema relevante, debido a las deficiencias observadas en la comprensión lectora y la falta de motivación hacia la práctica lectora (Obaco Soto. et al., 2023). Muchos estudiantes se sienten obligados a leer textos que no responden a sus intereses, generándose así una desconexión emocional con la lectura y un ciclo de desmotivación y fracaso académico (Guamanshí Guamán y Herrera Herrera, 2025). A esto se suma el impacto del uso excesivo de dispositivos electrónicos y plataformas digitales, cuya influencia ha modificado significativamente los hábitos de aprendizaje y entretenimiento de los jóvenes (Gil del Pino et al., 2024).

En la actualidad, la creciente presencia de tecnologías digitales representa tanto un desafío como una oportunidad para el fomento lector. Mientras algunos estudios sostienen que el exceso de estímulos digitales disminuye el interés por la lectura tradicional, otros autores señalan que las plataformas digitales pueden convertirse en espacios atractivos para promover prácticas lectoras más dinámicas e interactivas (Flores Taboada et al., 2024). En consecuencia, resulta fundamental replantear las estrategias educativas y familiares orientadas al fortalecimiento del hábito lector.

Además del impacto académico, la falta de hábitos lectores también influye en el desarrollo socioemocional de los adolescentes, debido a que limita sus capacidades de comunicación, reflexión, empatía y comprensión del entorno. En este sentido, Méndez Limón et al. (2025) señalan que las relaciones socioemocionales influyen directamente en los procesos de aprendizaje y en la motivación de los estudiantes hacia actividades académicas como la lectura.

La lectura favorece el fortalecimiento del pensamiento crítico, permitiendo a los estudiantes analizar información, argumentar ideas y tomar decisiones fundamentadas frente a diversas situaciones de la vida cotidiana.

En este proceso, tanto la escuela como la familia cumplen un rol fundamental en la formación de lectores, ya que el acompañamiento, la motivación y la creación de ambientes favorables para la lectura contribuyen significativamente al interés lector. Asimismo, las tecnologías digitales pueden representar tanto un factor de distracción como una oportunidad para promover nuevas formas de interacción con los textos, siempre que sean utilizadas con fines pedagógicos y de manera adecuada (Soto-Romero et al., 2023); (Vera Yépez y Báez Sepúlveda, 2024); (Gil del Pino et al., 2024).

Ante esta problemática, surgen interrogantes relacionadas con las principales causas del desinterés por la lectura y las estrategias más adecuadas para fomentar el hábito lector en adolescentes. Por ello, el presente estudio tiene como propósito analizar las causas, efectos y posibles estrategias para promover el interés por la lectura desde el contexto educativo y familiar. Asimismo, busca reflexionar sobre la importancia de fortalecer las competencias lectoras como base para la formación de ciudadanos críticos, autónomos y capaces de desenvolverse eficazmente en distintos ámbitos de la vida cotidiana.

En este contexto, surge la siguiente interrogante: ¿Cuáles son las principales causas del desinterés lector en adolescentes y qué estrategias educativas resultan más efectivas para fortalecer el hábito lector? Por lo tanto, el objetivo de este estudio es analizar las causas, efectos y estrategias relacionadas con el desinterés lector en adolescentes a partir de una revisión narrativa de literatura científica publicada entre 2015 y 2025.

## DESARROLLO

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, el cual permite comprender e interpretar fenómenos sociales y educativos a partir del análisis de diferentes perspectivas teóricas y documentales (Méndez Álvarez, 2020). En este caso, se adoptó la modalidad de revisión narrativa de la literatura, orientada a la revisión, selección y análisis crítico de fuentes documentales relacionadas con el desinterés por la lectura en adolescentes. Este tipo de diseño metodológico permite construir una reflexión argumentativa fundamentada en conocimientos previamente producidos, sin recurrir al trabajo de campo ni a la interacción directa con participantes.

Según Arias (2012), el diseño bibliográfico resulta apropiado cuando se busca sistematizar información existente sobre un tema mediante la exploración rigurosa de literatura académica, artículos científicos y textos especializados. En este sentido, la revisión narrativa permitió analizar las principales causas, efectos y estrategias asociadas al desinterés lector desde distintas perspectivas teóricas y educativas.

La investigación implicó la revisión, selección y análisis crítico de fuentes secundarias relacionadas con la lectura, el desinterés lector, la adolescencia y las prácticas educativas. En primer lugar, se delimitó el tema de estudio y se definieron las palabras clave: lectura, desinterés lector, adolescentes, educación y estrategias lectoras. Posteriormente, se realizó la búsqueda de información en bases de datos académicas como Scielo, RedALyC, Google Académico y ERIC, además de bibliografía especializada en educación, psicología del aprendizaje y didáctica de la lectura.

Para la selección de las fuentes se consideraron criterios de pertinencia temática, actualidad y rigor académico, priorizando documentos publicados entre 2015 y 2025. Se seleccionó más de 25 artículos y documentos científicos, en los cuales se identificaron hallazgos relacionados con las causas del desinterés lector, sus efectos en el desarrollo educativo y socioemocional de los adolescentes, así como las estrategias propuestas para fomentar el hábito lector.

A partir del análisis de la literatura revisada, se elaboró una síntesis argumentativa que permitió identificar coincidencias, aportes y perspectivas relevantes sobre el fenómeno estudiado. El objetivo fue construir una reflexión crítica y propositiva acerca de la importancia de fortalecer el hábito lector en adolescentes desde el contexto educativo y familiar. Según Tamayo y Tamayo (2004), este tipo de investigación resulta útil cuando se pretende comprender y reflexionar sobre un problema mediante el análisis documental y teórico existente.

## Las causas y efectos del desinterés lector

La lectura constituye un hábito que se desarrolla progresivamente desde las primeras etapas educativas y que requiere acompañamiento constante tanto en el ámbito escolar como familiar. Sin embargo, diversos estudios coinciden en que actualmente existe una disminución significativa del interés por la lectura en adolescentes y jóvenes, situación influenciada por múltiples factores sociales, tecnológicos y educativos (Hernández Sierra et al., 2024).

Entre las principales causas identificadas se encuentra el uso excesivo de dispositivos electrónicos, redes sociales y videojuegos, los cuales han modificado las formas de entretenimiento y aprendizaje de los adolescentes. En muchos casos, el tiempo destinado al ocio digital desplaza el interés por la lectura tradicional y reduce la atención dedicada a actividades que requieren mayor concentración y comprensión profunda (Gil del Pino et al., 2024). Aunque Gil del Pino et al. (2024) advierten que las tecnologías digitales disminuyen la concentración lectora, Flores Taboada et al. (2024) sostienen que las plataformas digitales pueden favorecer nuevas formas de interacción textual. Esta divergencia evidencia que el problema no radica únicamente en la tecnología, sino en el uso pedagógico que se realiza de ella. Algunos autores sostienen que las plataformas digitales también pueden representar una oportunidad para acercar a los jóvenes a nuevas formas de lectura más dinámicas e interactivas (Flores Taboada et al., 2024).

Otro factor relevante es la escasa motivación hacia la lectura dentro del entorno escolar. Diversos autores señalan que las metodologías tradicionales y poco participativas generan apatía hacia los textos y dificultan el fortalecimiento del hábito lector (Guamanshí Guamán y Herrera Herrera, 2025). Asimismo, la falta de estrategias innovadoras limita el desarrollo de competencias como la comprensión lectora, el pensamiento crítico y la capacidad de argumentación. En este sentido, (González Barona y Agramonte Rosell, 2025) afirman que la efectividad de las estrategias lectoras depende en gran medida de la formación y el acompañamiento pedagógico brindado por los docentes.

El entorno familiar también ejerce una influencia significativa en el desarrollo de hábitos lectores. La ausencia de acompañamiento, motivación y espacios destinados a la lectura dentro del hogar puede contribuir al desinterés lector y afectar negativamente el desarrollo académico y socioemocional de los adolescentes (Briones-Quiroz y Gómez-Mieles, 2022). Del mismo modo, la falta de estímulos tempranos limita la consolidación de prácticas lectoras permanentes y dificulta la formación de lectores críticos y reflexivos.

Al respecto, Godoy-García y Ramírez-Lozada (2025) sostienen que la falta de motivación familiar y la escasa práctica lectora en el hogar constituyen factores que influyen directamente en el bajo interés por la lectura en estudiantes de educación básica. De igual manera, Ogonaga Gudiño (2023) señala que el desinterés por la lectura puede originarse por factores asociados a la falta de hábitos lectores, metodologías poco motivadoras y escasa interacción de los estudiantes con textos de interés personal.

Por lo tanto, las consecuencias del desinterés por la lectura se reflejan principalmente en las dificultades de comprensión lectora, bajo rendimiento académico y limitaciones en el desarrollo del pensamiento crítico. Una comprensión deficiente de los textos impide interpretar, analizar y

argumentar información de manera adecuada, afectando el aprendizaje en distintas áreas del conocimiento (Gallardo Ortega et al., 2025). En este contexto, Almeida (2022) señala que las deficiencias en la comprensión lectora constituyen uno de los principales problemas educativos actuales, debido a su impacto directo en el rendimiento académico y en la capacidad de aprendizaje de los estudiantes. Es por ello, que la carencia de habilidades lectoras limita la capacidad de los estudiantes para resolver problemas, expresar ideas y desenvolverse de forma autónoma en contextos académicos y sociales.

### **Estrategias propuestas para fomentar el gusto por la lectura**

Frente a esta problemática, diversos estudios proponen estrategias orientadas a fortalecer el interés por la lectura desde edades tempranas. Una de las principales recomendaciones consiste en promover ambientes lectores tanto en la escuela como en el hogar, donde los estudiantes puedan acceder a materiales atractivos y desarrollar experiencias positivas relacionadas con la lectura (Ripalda et al., 2020).

En esta misma línea, Santamaría Chávez y Vega Intriago (2022) consideran que la motivación constituye un elemento fundamental en el aprendizaje lector, ya que influye en la disposición, el interés y la participación activa de los estudiantes frente a los textos.

Entre las estrategias más destacadas se encuentran las actividades lúdicas y la gamificación, las cuales incorporan elementos dinámicos y participativos en el proceso de aprendizaje. Según Vera Yépez y Báez Sepúlveda (2024), estas metodologías favorecen la motivación, la creatividad y la participación activa de los estudiantes, permitiendo que la lectura sea percibida como una actividad entretenida y significativa. Por otra parte, Maiguashca Barrera y Araque Escalona (2024) afirman que el fortalecimiento de estrategias fonológicas y comprensivas favorece significativamente el desarrollo de habilidades lectoras y la interpretación crítica de los textos.

Asimismo, los clubes de lectura, el teatro lector y las lecturas compartidas representan alternativas efectivas para fortalecer la interacción social, el análisis crítico y la expresión oral. Estas estrategias permiten generar espacios de diálogo y reflexión colectiva, favoreciendo la comprensión lectora y el intercambio de ideas entre los estudiantes (Castro Pérez et al., 2024). Asimismo, Santos Díaz et al. (2024) indican que muchos adolescentes muestran mayor preferencia por formatos digitales e interactivos, situación que ha transformado las prácticas lectoras tradicionales y las formas de acceso a la información.

En este contexto, las tecnologías digitales pueden convertirse en herramientas útiles para fomentar el hábito lector cuando son utilizadas con fines educativos. El acceso a libros electrónicos, audiolibros y plataformas digitales facilita nuevas formas de interacción con los textos y permite adaptar la lectura a los intereses y dinámicas de los adolescentes (Castro Pérez et al., 2024). Asimismo, Chamorro Cristaldo (2025) destaca la importancia de garantizar el acceso equitativo a materiales de lectura en formatos accesibles, permitiendo que todos los estudiantes puedan desarrollar competencias lectoras en igualdad de oportunidades.



En consecuencia, el desafío actual no consiste únicamente en reducir el uso de la tecnología, sino en integrarla de manera pedagógica y creativa dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los hallazgos revisados evidencian coincidencias entre diversos autores respecto a que el desinterés lector en adolescentes no responde a una única causa, sino a la interacción de factores tecnológicos, familiares y pedagógicos.

Mientras algunos estudios advierten que las tecnologías digitales disminuyen el interés por la lectura tradicional, otros sostienen que pueden convertirse en herramientas útiles para promover prácticas lectoras más dinámicas y participativas. En este sentido, los resultados analizados permiten inferir que el fortalecimiento del hábito lector requiere metodologías innovadoras, acompañamiento familiar y estrategias educativas contextualizadas que favorezcan la participación activa de los estudiantes y el desarrollo del pensamiento crítico.

## CONCLUSIONES

El análisis realizado permitió identificar que el desinterés por la lectura en adolescentes responde a una combinación de factores tecnológicos, familiares y educativos que influyen directamente en el desarrollo académico y socioemocional de los estudiantes. Entre los aspectos más relevantes se destacan el uso excesivo de dispositivos electrónicos, la ausencia de hábitos lectores en el hogar, las metodologías tradicionales poco motivadoras y la limitada promoción del pensamiento crítico dentro de los contextos educativos.

Asimismo, se evidenció que la falta de interés por la lectura repercute negativamente en la comprensión lectora, el rendimiento académico y la capacidad de análisis, reflexión y argumentación de los adolescentes. La lectura no solo constituye una herramienta fundamental para la adquisición de conocimientos, sino también para el fortalecimiento de competencias cognitivas y socioemocionales necesarias para desenvolverse en la sociedad actual.

En relación con las estrategias propuestas, la literatura revisada destaca la importancia de implementar metodologías innovadoras que favorezcan la participación activa de los estudiantes, como la gamificación, los clubes de lectura, el teatro lector, las lecturas compartidas y el uso pedagógico de plataformas digitales. De igual manera, Castro Pérez et al. (2024) sostienen que las estrategias innovadoras y dinámicas favorecen la motivación hacia la lectura, especialmente cuando responden a los intereses y características de niños y adolescentes. Estas estrategias permiten transformar la lectura en una experiencia más dinámica, significativa y cercana a los intereses juveniles.

Finalmente, se concluye que el fortalecimiento del hábito lector requiere un trabajo articulado entre escuela, familia y comunidad educativa. Fomentar la lectura desde edades tempranas, generar ambientes favorables y promover prácticas pedagógicas innovadoras contribuirá no solo al mejoramiento del rendimiento académico, sino también a la formación de ciudadanos críticos, reflexivos y capaces de enfrentar los desafíos del entorno contemporáneo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, S. M. (2022). Algunas causas del bajo nivel de la comprensión lectora en la educación actual. *Revista Científica De La Facultad De Filosofía*, 14(1). <https://revistascientificas.una.py/index.php/rcff/article/view/2717>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica*. Editorial Episteme.
- Briones-Quiroz, J. M., & Gómez-Mieles, V. S. (2022). Estrategia educativa para fomentar hábitos de lectura en niños de tres a cinco años. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 6(11), 54-74. <https://doi.org/https://doi.org/10.46296/yc.v6i11.0193>
- Castro Pérez, M., Conejo Bolaños, L. D., & Chaverri Chaves, P. (2024). La lectura compartida como estrategia para promover la lectoescritura inicial: aprendizajes de una experiencia práctica. *Universidad En Diálogo: Revista De Extensión*, 14(1), 1-40. <https://doi.org/https://doi.org/10.15359/udre.14-1.4>
- Chamorro Cristaldo, M. F. (2025). Acceso equitativo a la lectura: los formatos accesibles en las bibliotecas. *Documentación Paraguaya*, 5, 1-9. Recuperado a partir de <https://docparaguayacom.py/index.php/dc/article/view/28>
- Cisneros Duque, P. M., Serrano Córdova, M. Á., Timbila Timbila, M. B., & Del Campo Saltos, G. S. (2024). RELACIÓN ENTRE HÁBITOS DE LECTURA Y COMPRENSIÓN LECTORA EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA EN ECUADOR. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 299-314. <https://doi.org/10.62305/alcon.v4i4.263>
- Cubides Ávila, C. P., Rojas Higuera, M., & Cárdenas-Soler, R. N. (2017). Lectura Crítica. Definiciones, experiencias y posibilidades. *SABER, CIENCIA Y Libertad*, 184-197. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6556873>
- Flores Taboada, F. I., Vera Alva, L. M., & Ríos Incio, A. A. (2024). Wattpad y lectura digital: incremento de hábitos de lectura en jóvenes. *Revista Educación*, 29-46. <https://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.54228>
- Gallardo Ortega, E. G., Jines Hugo, D. A., Reyes Villacrés, A. E., & López Guerrero, P. C. (2025). MPACTO DE HABILIDADES LECTORAS EN EL DESARROLLO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN BÁSICA MEDIA. *Ciencia y Educación*, 204 - 215. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15468836>
- Gil del Pino, C., García-Segura, S., & García-Fernández, C. M. (2024). Las nuevas tecnologías y el rendimiento académico: estudio de caso en educación primaria. *ZONA PRÓXIMA*. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2145-94442023000200034](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2145-94442023000200034)
- Godoy-García, I. G., & Ramírez-Lozada, H. (2025). Factores relacionados con el bajo interés por la lectura en estudiantes de educación básica en una Unidad Educativa de Esmeraldas. *Revista Multidisciplinaria Epistemología de las Ciencias*, 105-18. <https://doi.org/10.71112/sae5k615>
- González Barona, V. B., & Agramonte Rosell, R. d. (2025). Desarrollo de competencias comunicacionales: Impacto en el aprendizaje de lengua y literatura. *Ciencia y Educación*, 136 - 150. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14963774>
- Guamanshí Guamán, M. E., & Herrera Herrera, D. M. (2025). Transformando el desinterés por la lectura en las aulas: Innovación educativa hacia el fomento del hábito lector. *Ciencia Y Educación*, 67 - 79. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14708848>
- Hernández Sierra, M. G., Zapata Silva, I., Segura Mojica, F. J., Ramírez Gámez, B. E., & Escobar Cisneros, M. A. (2024). Modificación de los hábitos de lectura en jóvenes universitarios a partir de la inserción de formatos digitales. *Revista Científica De Salud Y Desarrollo*, 326-345. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14963774>



org/10.61368/r.s.d.h.v5i2

- Maiguashca Barrera, H. M. & Araque Escalona, J.C. (2024). Estrategias fonológicas para la lectura comprensiva. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 41-57. <https://doi.org/10.62305/alcon.v4i4.181>
- Méndez Limón, M. S., Vera Roca, J. R., Barragán Armijos, N. L., & Conforme Salinas, K. K. (2025). Las necesidades educativas especiales y su incidencia en las relaciones socioemocionales en los estudiantes. *Ciencia y Educación*, 465-472. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15468931>
- Méndez Álvarez, C. E. (2020). *Metodología de la investigación: Diseño y desarrollo del proceso de investigación en ciencias empresariales*. Alpha Editorial. <https://books.google.com.pe/books?id=pc16EAAAQBAJ>
- Obaco Soto, E. E., Vega Merchan, K. M., Valverde Mata, S. D., & Lara Lara, F. (2023). Factores que generan desinterés por la lectura: un estudio descriptivo. *Ideas y Voces*, 01-15. <https://ciciap.org/ideasvoces/index.php/BCIV/article/view/33/41>
- Ogonaga Gudiño, A. (2023). Factores que generan desinterés por la lectura. *Aula de Encuentro*, 90-110. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9251305>
- Ortega Delgado, A. M., & Mendoza Bravo, K. L. (2025). La Comprensión Lectora para el Desarrollo del Pensamiento Crítico en Estudiantes de Décimo Año. *Reincisol*, 2154-2188. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)2154-2188](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)2154-2188)
- Paucar, A. C., Llacsá Puma, L. J., & Meleán Romero, R. A. (2024). Hábito de lectura en estudiantes de educación primaria. *Aula Virtual SCIELO*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10464908>
- Ripalda, V., Macías, J., & Sánchez Mata, M. (2020). Rincón de lectura, estrategia en el desarrollo del lenguaje. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 127-138. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v4i14.98>
- Santamaría Chávez, E. F., & Vega Intriago, J. O. (2022). La motivación en el aprendizaje de la lectura en los estudiantes. *Revista Educare*, 476-495. <https://revistas.investigacion-upelipb.com>
- Santos Díaz, I. C., Romero Oliva, M. F., Heredia Ponce, H., & Trigo Ibáñez, E. (2024). Perfiles lectores adolescentes: lectura en papel versus digital. *Revista electrónica de investigación educativa*. <https://doi.org/10.24320/redie.2024.26.e02.4990>
- Soto-Romero, O.-R., Venegas-Linares, D., & Medina-Hernández, E. (2023). Incidencia de factores socioemocionales en el rendimiento académico de estudiantes de secundaria. *Educación y Humanismo*, 121-145. <https://doi.org/10.17081/eduhum.25.44.5344>
- Tamayo, M., & Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica*. Editorial Limusa.
- Vásquez Rodríguez, F. (2015, 24 de marzo). *Repensar la lectura y la lectura crítica*. Fernando Vásquez Rodríguez. <https://fernandovasquezrodriguez.com/2015/03/24/repensar-la-lectura-y-la-lectura-critica/>
- Vera Yépez, V. V., & Báez Sepúlveda, M. (2024). Estrategias didácticas innovadoras para el fomento de hábitos lectores en estudiantes de educación básica. *Revista InveCom*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.11553641>
- Zapata Lascano, W. A., Cruz Freire, D. A., Pantoja Mera, V. A., Coronel Albán, M. D., & Villacís Suárez, C. D. (2024). Factores que afectan el hábito de la lectura. Un problema de la sociedad actual. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, Asunción, Paraguay*, 822.

## Newton frente al electromagnetismo: paradoja electromagnética en la era newtoniana

RECIBIDO

12/06/2026

## Newton and electromagnetism: an electromagnetic paradox in the newtonian era

ACEPTADO

20/07/2026

**Hellen Tatiana Gutiérrez Cruz**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,  
Managua. Centro Universitario Regional de Estelí  
UNAN-Maangua/CUR-Estelí, Nicaragua.

<https://orcid.org/0009-0009-4944-4132>

[hellen.gutierrezcruz@gmail.com](mailto:hellen.gutierrezcruz@gmail.com)

**Migdalia Dinoska Castellón Ruíz**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,  
Managua. Centro Universitario Regional de Estelí  
UNAN-Maangua/CUR-Estelí, Nicaragua.

<https://orcid.org/0009-0006-9971-9032>

[migdaliacastellon49@gmail.com](mailto:migdaliacastellon49@gmail.com)

**Wilmar Lenin Duarte Gutiérrez**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,  
Managua. Centro Universitario Regional de Estelí  
UNAN-Maangua/CUR-Estelí, Nicaragua.

<https://orcid.org/0009-0006-9001-3746>

[duartewilmar886@gmail.com](mailto:duartewilmar886@gmail.com)

**Cliffor Jerry Herrera Castrillo**

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua,  
Managua. Centro Universitario Regional de Estelí  
UNAN-Maangua/CUR-Estelí, Nicaragua.

<https://orcid.org/0000-0002-7663-2499>

[cliffor.herrera@unan.edu.ni](mailto:cliffor.herrera@unan.edu.ni)

## RESUMEN

A finales del siglo XIX la física enfrentó una de las crisis más importantes de su historia debido a las limitaciones de la mecánica clásica para explicar fenómenos relacionados con la propagación de la luz y el electromagnetismo. En este contexto, el experimento de Michelson y Morley cuestionó la existencia del éter luminífero al demostrar que la velocidad de la luz permanecía constante independientemente del movimiento de la Tierra. Posteriormente, Albert Einstein formuló la paradoja del imán y el conductor, evidenciando que el movimiento relativo entre ambos generaba corriente eléctrica aun cuando la explicación física variaba según el sistema de referencia utilizado. Este escrito examina esta curiosa situación considerando la relatividad newtoniana y la teoría del electromagnetismo, resaltando su papel clave en el nacimiento de la Teoría Especial de la Relatividad. Además, se detalla una prueba real hecha con cosas simples, como un imán, cable y multímetro, para mostrar en la práctica cómo se genera la inducción electromagnética. Por último, se piensa en lo útil que son estos experimentos para enseñar física y entender conceptos difíciles con actividades prácticas y relacionadas con la vida real. Desde el ámbito educativo, el análisis de la paradoja del imán y el conductor favorece la comprensión de la evolución del pensamiento científico, permitiendo a los estudiantes relacionar los principios de la mecánica clásica, el electromagnetismo y la relatividad como parte de un proceso histórico de construcción del conocimiento físico.

## PALABRAS CLAVE

Electromagnetismo;  
relatividad; inducción;  
enseñanza de la física;  
experimento.

## ABSTRACT

In the late 19th century, physics faced one of the most significant crises in its history due to the limitations of classical mechanics in explaining phenomena related to the propagation of light and electromagnetism. In this context, the Michelson-Morley experiment called into question the existence of the luminiferous aether by demonstrating that the speed of light remained constant regardless of the Earth's motion. Subsequently, Albert Einstein formulated the magnet-and-conductor paradox, demonstrating that the relative motion between the two generated an electric current even though the physical explanation varied depending on the reference frame used. This paper examines this curious situation by considering Newtonian relativity and the theory of electromagnetism, highlighting their key role in the birth of the Special Theory of Relativity. In addition, a real-world experiment using simple materials such as a magnet, wire, and multimeter is described in detail to demonstrate in practice how electromagnetic induction is generated. Finally, the paper considers how useful these experiments are for teaching physics and helping students understand difficult concepts through hands-on, real-life activities. In an educational context, analyzing the magnet-and-conductor paradox helps students understand the evolution of scientific thought, allowing them to connect the principles of classical mechanics, electromagnetism, and relativity as part of a historical process of constructing physical knowledge.

## KEYWORDS

Electromagnetism;  
relativity; induction;  
physics education;  
experiment.

## INTRODUCCIÓN

A finales del siglo XIX, la física experimentó una de las transformaciones más importantes de su historia debido a las limitaciones que comenzaban a presentar las teorías clásicas para explicar diversos fenómenos relacionados con la luz y el electromagnetismo (Samaniego Banuelos & Hernández Cornejo, 2022). Durante siglos, la mecánica newtoniana había constituido el principal fundamento científico para comprender el movimiento de los cuerpos, estableciendo que el espacio y el tiempo eran absolutos y que las leyes de la física se mantenían iguales para todos los sistemas de referencia inerciales (Tebaldi, 2023; Resnick, 1977). Estas ideas permitieron describir exitosamente numerosos fenómenos naturales y consolidaron una visión del universo basada en principios mecánicos y deterministas.

Sin embargo, el desarrollo de la teoría electromagnética formulada por James Clerk Maxwell introdujo nuevas interrogantes en la comunidad científica (Tapasco Tapasco, 2025). Sus ecuaciones demostraron que la luz correspondía a una onda electromagnética capaz de propagarse en el vacío a velocidad constante, independientemente del movimiento de la fuente emisora o del observador (Herrera-Castrillo, 2024; Pérez Ramos et al., 2022). Este planteamiento generó contradicciones con los principios de la relatividad newtoniana, particularmente con la idea de que las velocidades dependían siempre del sistema de referencia desde el cual eran observadas.

En este contexto, el experimento de Michelson y Morley realizado en 1887 representó uno de los mayores desafíos para la física clásica. Los investigadores intentaban demostrar la existencia del denominado “éter luminífero”, considerado en aquella época como el medio necesario para la propagación de la luz (Cassini & Levinas, 2005; Fowler, 1996). No obstante, los resultados obtenidos

evidenciaron que la velocidad de la luz permanecía constante sin importar el movimiento de la Tierra, provocando una crisis científica que cuestionó las bases tradicionales de la mecánica clásica.

A partir de estas contradicciones, Albert Einstein planteó en 1905 la paradoja del imán y el conductor, utilizada como argumento fundamental para reflexionar sobre la relación entre electricidad y magnetismo. En esta paradoja se demuestra que, independientemente de si el imán o el conductor se encuentran en movimiento, se genera una corriente eléctrica equivalente, aunque la explicación física cambia según el sistema de referencia utilizado (Einstein, 2005; Soto, 2005). Esta situación evidenció que las interpretaciones clásicas resultaban insuficientes para explicar coherentemente el fenómeno electromagnético.

La tesis central del presente ensayo sostiene que la paradoja del imán y el conductor constituyó un elemento decisivo para evidenciar las limitaciones de la relatividad newtoniana y favorecer el surgimiento de una nueva comprensión física basada en la Teoría Especial de la Relatividad. Desde este punto de vista, la conexión de la electricidad y el magnetismo fue más que un gran logro científico, también cambió la forma en que entendíamos el espacio, el tiempo y el movimiento.

Además, el estudio subraya qué tan crucial es poder recrear este evento a través de pruebas prácticas simples, empleando recursos fáciles de conseguir para que los estudiantes comprendan mejor las ideas complejas al aprender física. La experimentación científica, además de acercar la teoría a la práctica, favorece el desarrollo del pensamiento crítico, la curiosidad y el interés por la investigación científica en los estudiantes.

La tesis central de este ensayo sostiene que la paradoja del imán y el conductor puso en evidencia las limitaciones de la relatividad newtoniana para explicar de manera coherente los fenómenos electromagnéticos. Esta contradicción conceptual contribuyó al surgimiento de la Teoría Especial de la Relatividad, permitiendo una nueva comprensión de la relación entre electricidad, magnetismo, espacio, tiempo y movimiento.

## DESARROLLO

### La crisis de la física clásica y el problema del éter

Durante varios siglos, la física newtoniana constituyó la principal base para comprender el comportamiento de los fenómenos naturales. Los postulados de Newton establecían que las leyes de la mecánica eran válidas para todos los sistemas de referencia inerciales y que el tiempo y el espacio eran magnitudes absolutas e independientes del observador (Ortuño Blandón et al., 2025; Porral et al., 2023). Bajo esta perspectiva, la velocidad de un objeto dependía siempre del sistema desde el cual era observada, principio que resultaba coherente para fenómenos mecánicos cotidianos.

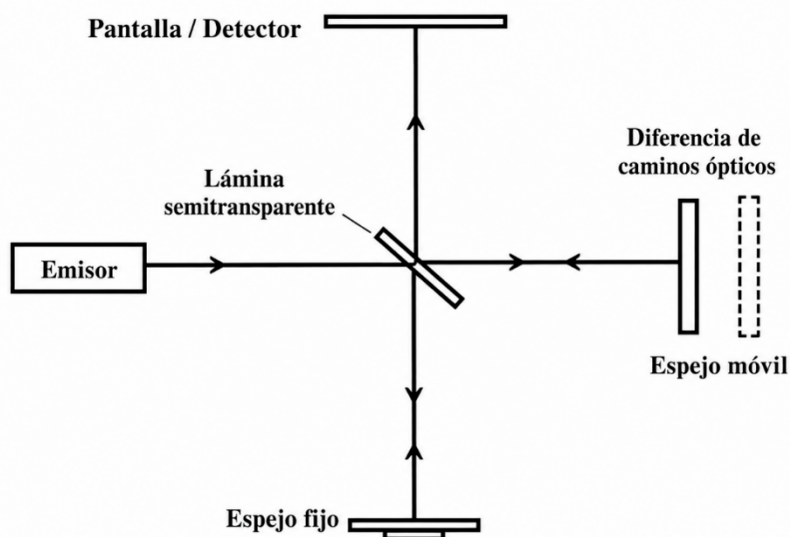
Sin embargo, a finales del siglo XIX comenzaron a surgir inconsistencias entre la mecánica clásica y las nuevas investigaciones relacionadas con la electricidad y el magnetismo (Gándara González, 2024). El desarrollo de las ecuaciones de Maxwell permitió comprender que la luz correspondía a una

onda electromagnética capaz de propagarse en el vacío con una velocidad constante (Herrera-Castrillo, 2024; Tebaldi, 2023). Esta afirmación generó un conflicto importante con la relatividad newtoniana, ya que, según la física clásica, la velocidad de la luz debería variar dependiendo del movimiento relativo del observador.

Con el propósito de explicar la propagación de la luz, los científicos propusieron la existencia del denominado “éter luminífero”, considerado un medio invisible que llenaba todo el universo y permitía el desplazamiento de las ondas electromagnéticas. Bajo esta idea, se esperaba que el movimiento de la Tierra a través del éter produjera variaciones medibles en la velocidad de la luz. En relación con esta problemática, el experimento de Michelson y Morley representó uno de los acontecimientos más importantes de la física moderna. Antes de explicar sus resultados, resulta pertinente incorporar una representación del instrumento utilizado para dicho estudio.

### Figura 1

*Interferómetro utilizado en el experimento de Michelson y Morley*



*Nota.* Esquema del experimento de Michelson y Morley, extraído de Álvarez Pérez et al. (2017)

El experimento consistió en medir la velocidad de la luz en diferentes direcciones mediante un interferómetro de alta precisión. Los investigadores esperaban detectar diferencias ocasionadas por el supuesto “viento de éter” generado por el movimiento de la Tierra. No obstante, los resultados obtenidos fueron negativos, ya que la velocidad de la luz permaneció constante independientemente de la dirección analizada (Álvarez Pérez et al., 2017; Resnick, 1977).

Este resultado desató una seria crisis en el ámbito científico, ya que chocaba frontalmente con los principios de la física tradicional. De existir realmente el éter, sería factible observar cambios en la rapidez con que viaja la luz. El no poder probar esta idea en la práctica forzó a reconsiderar las nociones convencionales sobre el espacio, la duración y el desplazamiento.

Tal como se aprecia en la Tabla 1, las discrepancias entre la física de antaño y los enfoques electromagnéticos emergentes empezaron a revelar profundos conflictos de ideas.

**Tabla 1**  
*Diferencias entre la relatividad newtoniana y la teoría electromagnética*

| Aspecto               | Relatividad Newtoniana | Electromagnetismo de Maxwell |
|-----------------------|------------------------|------------------------------|
| Espacio y tiempo      | Absolutos              | Dependientes del observador  |
| Velocidad de la luz   | Relativa al observador | Constante                    |
| Sistema de referencia | Mecánico               | Electromagnético             |
| Medio de propagación  | No requerido           | Existencia del éter          |

Nota. Elaboración propia a partir de lectura crítica del libro *Introducción a la Teoría Especial de la Relatividad* (Resnick, 1977)

**La paradoja del imán y el conductor**

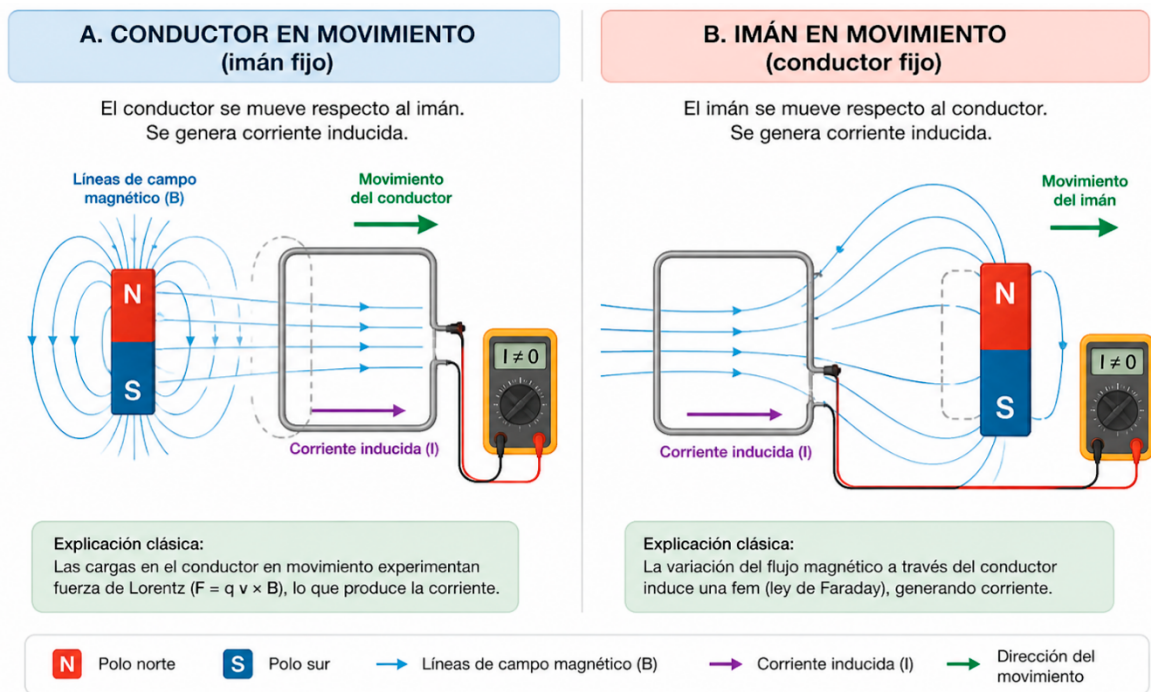
En medio de esta crisis científica, Albert Einstein analizó un fenómeno aparentemente sencillo que posteriormente se convertiría en uno de los fundamentos de la Teoría Especial de la Relatividad: la paradoja del imán y el conductor (Janssen, 2013). La importancia de esta paradoja radica en que puso de manifiesto una contradicción entre las explicaciones clásicas del electromagnetismo y el principio de relatividad newtoniana. Aunque el fenómeno observado era el mismo, la interpretación física variaba según el observador, situación que impulsó la necesidad de replantear los conceptos de espacio, tiempo y movimiento que predominaban en la física de finales del siglo XIX.

La paradoja plantea que cuando existe movimiento relativo entre un imán y un conductor se genera corriente eléctrica. Lo interesante del fenómeno, en palabras de Blanco Lasema (2012) es que el resultado experimental es el mismo independientemente de cuál de los dos objetos se encuentre en movimiento. No obstante, desde la perspectiva de la física clásica, el entendimiento varía conforme al marco de referencia que se aplique.

Si el conductor circula al imán, la corriente generada se comprende a través de la fuerza de Lorentz, que detalla el efecto de un campo magnético sobre cargas eléctricas en movimiento. En cambio, si el conductor permanece quieto y es el imán quien se desplaza, la justificación se apoya en la ley de inducción de Faraday; esta ley postula que un campo magnético cambiante genera una fuerza electromotriz en el circuito (Resnick, 1977).

Antes de profundizar en ambas explicaciones, resulta pertinente representar esquemáticamente las dos situaciones experimentales que originan la paradoja, como muestra la figura 2.



**Figura 2***Movimiento relativo entre imán y conductor*

*Nota.* Figura elaborada por los autores mediante inteligencia artificial generativa (ChatGPT, OpenAI, 2026), a partir de la descripción conceptual de la paradoja del imán y el conductor presentada por Blanco Lasema (2012).

La contradicción no se encontraba en el resultado observado, ya que en ambos casos se producía corriente eléctrica, sino en la diferencia conceptual de las explicaciones utilizadas por la física clásica. Einstein vio esta discrepancia como prueba de que la electricidad y el magnetismo no debían considerarse por separado, sino como diferentes aspectos de una misma realidad física sujeta al punto de vista del observador (Norton, 2014; Blanco Lasema, 2012).

Gracias a esto, se comprendió que los campos eléctricos y magnéticos cambian el uno en el otro según quién esté mirando, formando de este modo un solo campo electromagnético. De esta manera, la paradoja del imán y el conductor se convirtió en uno de los principales argumentos que impulsaron la formulación de la Teoría Especial de la Relatividad en 1905.

### Explicación física del fenómeno electromagnético

La explicación del fenómeno puede analizarse desde dos marcos de referencia distintos. En el primer caso, cuando el imán permanece en reposo y el conductor se mueve, las cargas eléctricas presentes en el conductor experimentan una fuerza magnética conocida como fuerza de Lorentz (Méndez López et al., 2025; Norton, 2014). Esta fuerza actúa en un ángulo recto respecto al campo magnético y al desplazamiento de las partículas, lo que causa el movimiento de electrones y la producción de electricidad.

En la otra situación, si el alambre no se mueve y el imán sí, el campo magnético alrededor del circuito está en continua alteración. Basado en la ley de Faraday, un cambio en el flujo magnético crea una fuerza eléctrica que puede producir corriente (Sánchez Ruíz & Moreno Acuña, 2026).

Para comprender mejor ambas interpretaciones, se presenta la tabla 2, la cual sintetiza las explicaciones físicas involucradas.

**Tabla 2**  
*Explicación física de la paradoja del imán y el conductor*

| Situación observada     | Explicación física                |
|-------------------------|-----------------------------------|
| Conductor en movimiento | Fuerza de Lorentz                 |
| Imán en movimiento      | Ley de inducción de Faraday       |
| Resultado experimental  | Generación de corriente eléctrica |

A pesar de que las explicaciones parecen diferentes, Einstein comprendió que ambas corresponden al mismo fenómeno físico observado desde distintos sistemas de referencia. Esta idea transformó profundamente la manera de interpretar el electromagnetismo y permitió superar las limitaciones conceptuales de la física clásica.

**Desarrollo experimental y valor didáctico**

Con el propósito de comprender de manera práctica la paradoja electromagnética, se desarrolló una experiencia experimental utilizando materiales sencillos y accesibles. Entre los recursos empleados se encuentran un imán de neodimio, alambre de cobre esmaltado, un multímetro y una base de cartón para sostener el montaje.

La implementación de prácticas de laboratorio utilizando materiales del medio para la enseñanza del electromagnetismo presenta múltiples conveniencias, entre ellas que promueven un aprendizaje significativo y contextualizado, permitiendo a los estudiantes relacionar los conceptos teóricos con su entorno inmediato. Además, el uso de recursos del medio fomenta la creatividad y la innovación en los métodos de enseñanza, al tiempo que puede reducir costos y hacer más accesible la educación científica (Blandón Tinoco & Herrera-Castrillo, 2025, p. 25).

Al principio, el conductor se unió al multímetro para detectar leves cambios en la corriente o el voltaje. Más tarde, se movió el imán en relación con el conductor, y se notó que se producía electricidad en las dos situaciones, tal como se ve en la figura 3.

**Figura 3.***Montaje experimental del circuito imán-conductor*

**Nota.** El montaje práctico evidencia cómo el movimiento relativo entre el imán y la bobina genera una corriente eléctrica por inducción electromagnética. Figura elaborada mediante inteligencia artificial generativa (ChatGPT, OpenAI, 2026) y adaptada por los autores con fines educativos.

La actividad sirvió para comprobar que el efecto de inducción electromagnética se puede lograr con elementos sencillos, haciendo más fácil entender ideas complejas del electromagnetismo y la relatividad. De igual modo, la práctica ayuda a un aprendizaje más profundo, al conectar la ciencia teórica con lo que se observa directamente.

Desde un punto de vista de enseñanza, estas tareas ayudan a mejorar el razonamiento, las ganas de saber y la inclinación por explorar. Poder repetir sucesos históricos con ejercicios fáciles muestra que enseñar física puede ser interactivo y ligado a situaciones reales (Vilchez-Ruíz et al., 2026). Así, la importancia pedagógica de este experimento no está solo en replicar el suceso físico, sino también en su habilidad para animar a los alumnos a preguntar, examinar y entender cómo funciona el mundo natural con una mirada científica.

## CONCLUSIONES

La paradoja del imán y el conductor representó uno de los principales cuestionamientos a la relatividad newtoniana, al demostrar que las explicaciones tradicionales de la física clásica resultaban insuficientes para interpretar coherentemente los fenómenos electromagnéticos. El análisis desarrollado en este ensayo permitió comprender que la generación de corriente eléctrica depende del movimiento relativo entre el imán y el conductor, independientemente del sistema de referencia utilizado.

Además, el experimento realizado por Michelson y Morley, junto con las contribuciones teóricas de Albert Einstein, pusieron de manifiesto la urgencia de cambiar la visión tradicional sobre el espacio, el tiempo y el movimiento. Esto propició el desarrollo de la Teoría Especial de la Relatividad y la integración conceptual entre electricidad y magnetismo como partes de un mismo fenómeno físico.

Desde un enfoque educativo, la realización de esta paradoja de manera experimental con materiales simples prueba que la enseñanza de la física puede llevarse a cabo de manera activa, práctica y adaptada al contexto. Este tipo de actividades refuerzan la comprensión de conceptos abstractos, fomentan un aprendizaje significativo y despiertan el interés de los alumnos en la investigación científica.

Por último, el estudio enfatiza que la física no debe ser vista solo como un conjunto de fórmulas y teorías, sino como una herramienta para entender la realidad, desarrollar el pensamiento crítico y analizar los fenómenos naturales desde un punto de vista científico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez Pérez, A., Villar Martín, B., & Oraá Vicente, C. (2017). Interferómetro de Michelson-Morley. <https://acortar.link/7hVhn8>
- Blandón Tinoco, D. M., & Herrera-Castrillo, C. J. (2025). Prácticas de laboratorio en la unidad de Electromagnetismo en Educación Superior. *Revista Científica Tecnológica*, 8(3), 23-38. <https://doi.org/10.5377/recientec.v8i3.21859>
- Blanco Lasema, D. (2012). La teoría de la relatividad: Einstein. El espacio es una cuestión de tiempo. RBA Contenidos Editoriales y Audiovisuales. <https://grupocc-lab.com.mx/wp-content/uploads/2023/04/01-Einstein.pdf>
- Cassini, A., & Levinas, L. (2005). La reinterpretación radical del experimento de Michelson-Morley por la relatividad especial. *Scientiae Studia*, 3(4), 547-581. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662005000400002>
- Einstein, A. (2005). Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento. *Teorema: Revista Internacional de Filosofía*, 24(2), 91-119. <https://www.jstor.org/stable/43046574>
- Fowler, M. (1996). Experimento de Michelson-Morley. Universidad Autónoma de Baja California. [https://galileoandeinstein.phys.virginia.edu/lectures/Michelson-Morley\\_Sp.pdf](https://galileoandeinstein.phys.virginia.edu/lectures/Michelson-Morley_Sp.pdf)
- Gándara González, Ó. (2024). Electricidad y Magnetismo, desde Oersted hasta la Relatividad Especial de Einstein. [Tesis de Grado]. Universidad de Valladolid. Escuela de Ingenierías Industriales. <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/69146>
- Herrera-Castrillo, C. J. (2024). Práctica pedagógica en mecánica relativista: enfoques, estrategias y su impacto educativo. *Wani*, 40(80), 4-22. <https://doi.org/10.5377/wani.v40i80.17642>
- Janssen, B. (2013). Teoría de la Relatividad General. Universidad de Granada. <https://www.ugr.es/~bjanssen/text/BertJanssen-RelatividadGeneral.pdf>
- Méndez López, H. A., Quiroz González, O. E., Gaitán Rizo, H. J., & Herrera-Castrillo, C. J. (2025). Metodología Activa Novedosa para la evaluación por competencia en el aprendizaje de las Ecuaciones de Lorentz (MANPEC). *Revista Oratores*, 1(22), 39-55. <https://doi.org/10.37594/oratores.n22.1721>
- Norton, J. (2014). La teoría especial de la relatividad de Einstein y los problemas en la electrodinámica de los cuerpos en movimiento que lo llevaron a ella. En *El manual de Cambridge sobre Einstein*.

- Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CCO9781139024525.004>
- OpenAI. (2026). ChatGPT (herramienta de inteligencia artificial generativa utilizada para la elaboración de material gráfico y esquemas educativos). <https://chatgpt.com/>
- Ortuño Blandón, A. I., Ferrufino Amador, E. A., Herrera Castrillo, C. J., & López Maradiaga, E. O. (2025). Cuento didáctico: un camino hacia la relatividad desde un modelo por competencias. *Educación Superior*(39), 53-72. <https://doi.org/10.56918/es.2025.i39.pp53-72>
- Pérez Ramos, T., Romero Blanco, L., Nuñez de los Santos, I. A., & Peralta Diaz, G. (2022). El legado científico de James Clerk Maxwell: una síntesis. *Ibero-American Journal of Engineering & Technology Studies*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.56183/iberotecs.v2i1.581>
- Porral, E., Bataglia, G., Reyes, I., & Enríquez, M. (2023). Relatividad Especial. [https://www.researchgate.net/profile/Edgardo-Porral-2/publication/369385431\\_FISICA\\_ELECTRONICA\\_Relatividad\\_Especial/links/6419af3f66f8522c38c1ff8a/FISICA-ELECTRONICA-Relatividad-Especial.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Edgardo-Porral-2/publication/369385431_FISICA_ELECTRONICA_Relatividad_Especial/links/6419af3f66f8522c38c1ff8a/FISICA-ELECTRONICA-Relatividad-Especial.pdf)
- Resnick, R. (1977). *Introducción a la Teoría Especial de la Relatividad*. Impreso en México [784]. [https://www.academia.edu/39674448/INTRODUCCION\\_A\\_LA\\_TEORIA\\_ESPECIAL\\_DE\\_LA\\_RELATIVIDAD\\_EDITORIAL\\_LIMUSA](https://www.academia.edu/39674448/INTRODUCCION_A_LA_TEORIA_ESPECIAL_DE_LA_RELATIVIDAD_EDITORIAL_LIMUSA)
- Samaniego Banuelos, F., & Hernández Cornejo, N. (2022). La evolución de los conceptos de la física del siglo XIX: un análisis a partir de la tipología de Shapere. *Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia*, 22(44), 59-103. <https://doi.org/10.18270/rcfc.v22i44.3404>
- Sánchez Ruíz, K. A., & Moreno Acuña, C. A. (2026). Estrategias metodológicas haciendo uso de tecnología para los contenidos: espectro electromagnético y vector de Poynting. *Ciencia y Educación*, 7(4), 240-252. <https://doi.org/10.5281/zenodo.19598373>
- Soto, R. (2005). Albert Einstein, 1905. La revolución en la Física. *El Hombre y la Máquina*, 1(25), 100-109. <https://www.redalyc.org/pdf/478/47802510.pdf>
- Tapasco Tapasco, L. F. (2025). La mecánica clásica determinista y la mecánica cuántica indeterminista ¿son inconmensurables? [Tesis de Grado]. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://repositorio.utp.edu.co/entities/publication/bb69ed0d-13aa-4749-8570-0d25192ed6a6>
- Tebaldi, M. C. (2023). Física cuántica y relativista. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP). <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/162042>
- Vilchez-Ruiz, M. I., López-Gutiérrez, E., & Herrera-Castrillo, C. J. (2026). Software para la adquisición de datos de Física Clásica utilizando sistemas Micro-Electro-Mecánicos (MEMS). *Revista Científica Ciencia y Método*, 4(1), 154-169. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/119>