

# Material concreto como recurso pedagógico para el aprendizaje significativo de la Ley de Gauss.

## *Concrete material as a pedagogical resource for the meaningful learning of Gauss's Law.*

### RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo analizar la importancia del uso de material concreto para el aprendizaje de las simetrías esféricas y cilíndricas en la Ley de Gauss, con la finalidad de fortalecer la comprensión de conceptos abstractos relacionados con el electromagnetismo. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, con diseño no experimental, de tipo descriptivo y transversal. La población estuvo conformada por estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y Física, mientras que la muestra correspondió a 12 estudiantes de séptimo semestre. Para la recolección de información se utilizó la técnica de la encuesta mediante un cuestionario estructurado con escala de Likert.

Los resultados evidenciaron que los estudiantes presentan dificultades relacionadas con la visualización espacial, la interpretación del campo eléctrico y la comprensión de las superficies gaussianas en sistemas con simetría esférica y cilíndrica. Asimismo, se identificó que gran parte de los participantes considera necesario incorporar mayores espacios de práctica y estrategias didácticas innovadoras para consolidar el aprendizaje de estos contenidos. En este contexto, el uso de material concreto y modelos tridimensionales demostró ser una herramienta pedagógica pertinente para favorecer el razonamiento espacial, la comprensión conceptual y la motivación académica de los estudiantes, contribuyendo al fortalecimiento del aprendizaje significativo en Física.

**Palabras clave:** electromagnetismo, material didáctico, aprendizaje significativo.

### ABSTRACT

*The objective of this research was to analyze the importance of using concrete materials for learning spherical and cylindrical symmetries in Gauss's Law, with the purpose of strengthening the understanding of abstract concepts related to electromagnetism. The study was developed under a quantitative approach, with a non-experimental, descriptive, and cross-sectional design. The population consisted of students from the Pedagogy of Experimental Sciences: Mathematics and Physics program, while the sample included 12 seventh-semester students. For data collection, the survey technique was used through a structured questionnaire based on a Likert scale.*

*The results showed that students experience difficulties related to spatial visualization, interpretation of the electric field, and understanding of Gaussian surfaces in systems with spherical and cylindrical symmetry. Likewise, it was identified that most participants considered it necessary to incorporate more practice opportunities and innovative teaching strategies to strengthen the learning of these concepts. In this context, the use of concrete materials and three-dimensional models proved to be an effective pedagogical tool for promoting spatial reasoning, conceptual understanding, and academic motivation, contributing to the strengthening of meaningful learning in Physics.*

**Keywords:** electromagnetism, teaching materials, meaningful learning.





### EDUCATECH





Recepción: 05/05/2026





Aceptación: 23/05/2026





Publicación: 30/06/2026

### AUTOR/ES

-  Lic. Rivas Martillo Rosario Esther
-  MSc. Cataña Brito Mirian Germania
-  MSc. Suconota Perez Jefferson Alfredo
-  Ing. Collaguazo Barrera Norma Alexandra

-  [rosario.rivas@educacion.gob.ec](mailto:rosario.rivas@educacion.gob.ec)
-  [mirian.catana@docentes.educacion.edu.ec](mailto:mirian.catana@docentes.educacion.edu.ec)
-  [jefferson.suconota@docentes.educacion.edu.ec](mailto:jefferson.suconota@docentes.educacion.edu.ec)
-  [norma.collaguazo@docentes.educacion.edu.ec](mailto:norma.collaguazo@docentes.educacion.edu.ec)

-  U.E. Virgilio Urgiles Miranda
-  Unidad Educativa Virgilio Urgiles Miranda
-  Unidad Educativa Virgilio Urgiles Miranda
-  Unidad Educativa Virgilio Urgiles Miranda

-  Cañar - Ecuador
-  Cañar - Ecuador
-  Cañar - Ecuador
-  Cañar - Ecuador

### CITACIÓN:

Rivas, R., Cataña, M., Suconota, J. & Collaguazo, N. (2026). Material concreto como recurso pedagógico para el aprendizaje significativo de la Ley de Gauss. Revista InnovaSciT. 4 (1), p. 745 – 760.

## INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en la educación superior enfrenta constantemente el desafío de lograr que los estudiantes comprendan conceptos abstractos relacionados con el electromagnetismo, especialmente aquellos vinculados con la Ley de Gauss y las simetrías esféricas y cilíndricas. Estos contenidos requieren un elevado nivel de razonamiento matemático, visualización espacial y análisis conceptual, aspectos que suelen generar dificultades en el proceso de aprendizaje. La Ley de Gauss constituye uno de los principios fundamentales del electromagnetismo clásico, debido a que establece la relación entre el flujo eléctrico y la carga encerrada dentro de una superficie cerrada, permitiendo simplificar el cálculo de campos eléctricos cuando existen distribuciones de carga con simetría definida (Bermúdez Manjarres et al., 2020). En este contexto, las simetrías esféricas y cilíndricas adquieren relevancia porque facilitan la resolución de problemas complejos mediante la selección adecuada de superficies gaussianas.

A pesar de la importancia de estos contenidos dentro de la formación científica, numerosos estudiantes presentan dificultades para comprender la interpretación física de la Ley de Gauss, así como para identificar la relación existente entre la geometría de las distribuciones de carga y el comportamiento del campo eléctrico. Entre los principales problemas detectados se encuentran la dificultad para visualizar las superficies gaussianas, comprender la constancia del campo eléctrico en determinadas simetrías y diferenciar las características entre sistemas esféricos y cilíndricos. Los resultados obtenidos en investigaciones recientes evidencian que gran parte del estudiantado considera que los ejercicios relacionados con estas simetrías son demasiado abstractos y poco vinculados con aplicaciones prácticas, situación que limita el aprendizaje significativo y el desarrollo del razonamiento espacial (Marqués Villarroja, 2022).

En este sentido, surge la necesidad de implementar estrategias didácticas innovadoras que permitan transformar los conceptos abstractos en experiencias concretas y manipulativas. El uso de material concreto en la enseñanza de la Física representa una alternativa pedagógica eficaz, debido a que facilita la interacción directa del estudiante con modelos físicos o digitales que representan fenómenos complejos. Según Vargas y Acuña (2020), la incorporación de modelos tridimensionales proporciona representaciones tangibles que permiten visualizar de manera clara las relaciones entre las variables involucradas en los fenómenos electromagnéticos. Asimismo, este tipo de recursos contribuye al fortalecimiento de habilidades analíticas, espaciales y de resolución de problemas, promoviendo una participación activa del estudiante dentro del proceso educativo.

La relevancia de esta investigación radica en la necesidad de mejorar la comprensión de la Ley de Gauss mediante recursos didácticos que favorezcan el aprendizaje significativo. Desde el enfoque constructivista, el aprendizaje ocurre cuando el estudiante interactúa

activamente con su entorno y relaciona los nuevos conocimientos con experiencias previas. Bajo esta perspectiva, el material concreto funciona como un puente entre la teoría y la práctica, permitiendo que el estudiante construya conocimientos de manera autónoma y significativa. Además, estos recursos didácticos responden a las diferentes formas de aprendizaje presentes en el aula, especialmente en estudiantes visuales y kinestésicos, quienes requieren experiencias más dinámicas para interiorizar conceptos abstractos relacionados con la Física (Velazco & Buteler, 2017).

Diversos estudios desarrollados entre 2020 y la actualidad respaldan la efectividad del uso de material concreto en la enseñanza del electromagnetismo. Marqués Villarroya (2022), en su investigación sobre la Ley de Gauss y sus aplicaciones prácticas, evidenció que la implementación de metodologías dinámicas basadas en el aprendizaje activo permitió que los estudiantes construyeran su propio conocimiento y mejoraran significativamente la comprensión del campo eléctrico y las superficies gaussianas. Del mismo modo, Chacho Tamay (2024) demostró que el uso de recursos virtuales y simulaciones interactivas incrementó el interés de los estudiantes hacia la Física, favoreciendo una comprensión más profunda de los conceptos relacionados con electricidad y magnetismo. Ambas investigaciones coinciden en que el empleo de recursos manipulativos y tecnológicos contribuye a reducir la abstracción de los contenidos científicos y fortalece el aprendizaje significativo.

Desde el marco teórico, esta investigación se sustenta principalmente en la teoría constructivista del aprendizaje, la cual plantea que el conocimiento se construye activamente mediante la interacción del estudiante con su entorno. Asimismo, se fundamenta en los principios del aprendizaje significativo propuestos por Ausubel, donde los nuevos conocimientos adquieren sentido cuando logran relacionarse con estructuras cognitivas previas. Dentro del campo de la Física, la Ley de Gauss constituye uno de los pilares fundamentales de las ecuaciones de Maxwell y del electromagnetismo clásico, siendo especialmente útil en sistemas con simetrías definidas como esferas y cilindros. La simetría esférica se presenta en distribuciones uniformes alrededor de un punto central, mientras que la simetría cilíndrica ocurre en sistemas donde la carga se distribuye uniformemente a lo largo de un eje (Arroyo Guzmán et al., 2020; Madrigal, 2020).

El contexto de esta investigación se desarrolla en el ámbito de la educación superior, específicamente en estudiantes de carreras relacionadas con la Pedagogía de las Ciencias Experimentales y la Física, donde la comprensión del electromagnetismo representa una competencia esencial para la formación profesional. En la actualidad, el avance tecnológico ha permitido incorporar nuevas herramientas didácticas como modelos tridimensionales, simulaciones digitales e impresiones 3D, recursos que facilitan la representación visual y tangible de conceptos complejos. Estas herramientas no solamente mejoran la comprensión conceptual, sino que también promueven el pensamiento crítico, la experimentación y la

motivación hacia el aprendizaje científico.

Por consiguiente, esta investigación tiene como objetivo analizar la importancia del uso de material concreto para el aprendizaje de las simetrías esféricas y cilíndricas en la Ley de Gauss, con la finalidad de fortalecer la comprensión de conceptos abstractos mediante estrategias didácticas innovadoras y experiencias manipulativas que contribuyan al desarrollo del razonamiento espacial, analítico y científico de los estudiantes.

### **MÉTODOS MATERIALES**

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que buscó analizar las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de las simetrías esféricas y cilíndricas dentro de la Ley de Gauss, así como determinar la importancia del uso de material concreto como estrategia didáctica para fortalecer la comprensión de dichos conceptos. El enfoque cuantitativo permitió recopilar información objetiva mediante datos numéricos obtenidos a través de la aplicación de encuestas estructuradas, facilitando el análisis estadístico e interpretación de los resultados. Según Useche et al. (2019), este enfoque se caracteriza por la medición sistemática de variables y el análisis de datos cuantificables con el propósito de describir, explicar y predecir fenómenos educativos.

El estudio presentó un diseño no experimental, debido a que no existió manipulación deliberada de las variables investigadas, sino que se observó el fenómeno dentro de su contexto natural para posteriormente analizarlo e interpretarlo. Este tipo de diseño permitió identificar las dificultades que presentan los estudiantes durante el aprendizaje de conceptos abstractos relacionados con la Física, particularmente en el uso de la Ley de Gauss y las simetrías esféricas y cilíndricas. Arispe Albuquerque et al. (2020) sostienen que el diseño no experimental se caracteriza por estudiar los fenómenos tal como ocurren en la realidad, sin alterar las condiciones del contexto investigativo.

Asimismo, la investigación tuvo un alcance descriptivo-propositivo. Fue descriptiva porque permitió identificar y caracterizar las dificultades que presentan los estudiantes en torno a la comprensión de conceptos relacionados con la simetría esférica y cilíndrica, además de analizar las percepciones estudiantiles sobre el uso de material concreto en la enseñanza de la Física. Del mismo modo, fue propositiva porque planteó la implementación de recursos manipulativos y modelos tridimensionales como estrategias didácticas orientadas a mejorar el aprendizaje significativo de la Ley de Gauss. De acuerdo con Ramos Galarza (2020), la investigación descriptiva posibilita detallar las características esenciales de un fenómeno de estudio, mientras que el enfoque propositivo permite diseñar alternativas de solución frente a las problemáticas identificadas.

En cuanto al tipo de investigación, el estudio fue de campo, puesto que la información fue recolectada directamente en el contexto educativo donde ocurre el fenómeno investigado. La investigación se desarrolló con estudiantes de la carrera de Pedagogía de las Ciencias

Experimentales: Matemática y Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, permitiendo obtener información real y contextualizada acerca de las dificultades de aprendizaje presentes en los estudiantes. Nájera Galeas y Paredes Calderón (2017) señalan que la investigación de campo se realiza en el lugar donde se desarrolla el fenómeno de estudio, permitiendo recopilar datos directamente de los participantes.

De igual manera, el estudio fue de tipo transversal, debido a que la recopilación de datos se realizó en un único momento temporal. Este diseño permitió analizar las percepciones y dificultades de los estudiantes durante un periodo académico específico, sin efectuar seguimiento longitudinal. Según Cvetkovic-Vega et al. (2021), las investigaciones transversales permiten recopilar información en un momento determinado para describir y analizar fenómenos presentes en una población específica.

La población de estudio estuvo conformada por 28 estudiantes pertenecientes a sexto y séptimo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y Física de la Universidad Nacional de Chimborazo. Esta población fue seleccionada debido a que los estudiantes cursaban asignaturas relacionadas con electromagnetismo y presentaban conocimientos previos acerca de la Ley de Gauss y sus aplicaciones. Arias-Gómez et al. (2016) definen la población como el conjunto de individuos que poseen características comunes relacionadas con el problema de investigación.

La muestra estuvo constituida específicamente por 12 estudiantes de séptimo semestre de la carrera antes mencionada. Para la selección de los participantes se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la accesibilidad y disponibilidad de los estudiantes para participar en la investigación. Hernández González (2021) manifiesta que este tipo de muestreo permite seleccionar participantes conforme a las necesidades del investigador y la disponibilidad de la población objeto de estudio.

En relación con las técnicas de recolección de datos, se empleó la encuesta, debido a que permitió recopilar información de manera organizada y sistemática acerca de las percepciones, dificultades y necesidades de aprendizaje de los estudiantes frente a las simetrías esféricas y cilíndricas en la Ley de Gauss. La encuesta constituye una técnica ampliamente utilizada en investigaciones educativas porque facilita la obtención de información cuantificable mediante preguntas estructuradas. Cisneros Caicedo et al. (2022) señalan que esta técnica posibilita la recopilación de datos sin modificar el contexto natural de los participantes.

Como instrumento de recolección de datos se utilizó un cuestionario estructurado conformado por diez preguntas elaboradas bajo escala de Likert. Este instrumento fue validado previamente por expertos en el área de Física y metodología de la investigación, garantizando su confiabilidad y pertinencia. El cuestionario permitió evaluar aspectos relacionados con la comprensión de las simetrías gaussianas, la visualización de superficies gaussianas, la

interpretación física del campo eléctrico y la percepción estudiantil respecto al uso de material concreto. SINEACE (2020) sostiene que el cuestionario es un instrumento eficaz para reducir sesgos y recopilar información precisa en investigaciones educativas.

El procesamiento y análisis de la información obtenida se realizó mediante el programa Microsoft Excel, herramienta que permitió organizar los datos recolectados en tablas y representaciones gráficas para facilitar su interpretación. Posteriormente, se efectuó un análisis descriptivo de frecuencias y porcentajes, permitiendo identificar tendencias y dificultades presentes en el aprendizaje de los estudiantes respecto a las simetrías esféricas y cilíndricas.

Entre los criterios de inclusión se consideró a estudiantes matriculados en séptimo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y Física, que hubieran cursado asignaturas relacionadas con electromagnetismo y aceptaran participar voluntariamente en la investigación. Por otra parte, los criterios de exclusión contemplaron a estudiantes que no asistieron durante la aplicación del instrumento o que no completaron adecuadamente el cuestionario.

En cuanto a las consideraciones éticas, se garantizó la participación voluntaria de los estudiantes, respetando el principio de confidencialidad y anonimato de la información recopilada. Los participantes fueron informados sobre los objetivos del estudio y el uso exclusivamente académico de los datos obtenidos. Asimismo, se aseguró que la investigación no generara afectaciones emocionales, académicas ni personales a los participantes.

Finalmente, entre las limitaciones de la investigación se identificó el reducido tamaño de la muestra, debido a que el estudio se desarrolló únicamente con estudiantes de séptimo semestre de una sola institución universitaria. Además, al tratarse de un estudio transversal, los resultados representan únicamente la realidad observada durante el periodo de aplicación del instrumento, sin considerar cambios posteriores en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, la investigación aporta información relevante sobre la importancia del uso de material concreto como estrategia didáctica para mejorar la comprensión de conceptos abstractos relacionados con la Ley de Gauss y las simetrías electromagnéticas.

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS**

La presente investigación permitió identificar las principales dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje de las simetrías esféricas y cilíndricas dentro del contexto de la Ley de Gauss, así como la importancia del uso de material concreto para fortalecer la comprensión de conceptos abstractos relacionados con el electromagnetismo. Los resultados obtenidos evidencian que, aunque una parte significativa de los estudiantes posee conocimientos básicos sobre la temática, aún persisten limitaciones relacionadas con la visualización espacial, la interpretación física del campo eléctrico y la aplicación práctica de los conceptos estudiados. En este sentido, el uso de recursos manipulativos y modelos

tridimensionales se presenta como una estrategia pedagógica pertinente para mejorar el aprendizaje significativo y fomentar un proceso educativo más dinámico e interactivo.

**Tabla 1.** Comprensión de los conceptos de simetría esférica y cilíndrica en la Ley de Gauss

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	4	33%
<b>De acuerdo</b>	8	67%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	0	0%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados de la encuesta aplicada a estudiantes de séptimo semestre.

Los resultados obtenidos evidencian que el 67% de los estudiantes considera poseer una comprensión sólida acerca de los conceptos relacionados con las simetrías esféricas y cilíndricas en el contexto de la Ley de Gauss, mientras que un 33% manifiesta una posición neutral frente a esta afirmación. Estos datos reflejan que, aunque existe una base conceptual aceptable en la mayoría de los participantes, todavía persiste un grupo significativo de estudiantes que presenta inseguridad o dificultades respecto a la comprensión de dichos contenidos.

Desde una perspectiva pedagógica, estos hallazgos permiten inferir que la enseñanza tradicional de la Física aún presenta limitaciones para consolidar completamente la comprensión de conceptos abstractos vinculados al electromagnetismo. Marqués Villarroya (2022) señala que los estudiantes suelen presentar dificultades para interiorizar contenidos relacionados con superficies gaussianas y distribuciones de carga debido al alto nivel de abstracción matemática requerido. En consecuencia, la incorporación de material concreto y recursos tridimensionales puede contribuir significativamente a fortalecer el razonamiento espacial y la comprensión conceptual de las simetrías electromagnéticas.

**Tabla 2.** Facilidad para visualizar la aplicación de la Ley de Gauss

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	4	33%
<b>De acuerdo</b>	8	67%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	0	0%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en la encuesta aplicada.

Los resultados muestran que el 67% de los estudiantes manifiesta que puede visualizar

con facilidad la aplicación de la Ley de Gauss en distribuciones de carga con simetría esférica o cilíndrica, mientras que el 33% restante mantiene una postura neutral. Estos resultados reflejan que una parte importante del estudiantado logra relacionar los conceptos teóricos con la representación geométrica de las superficies gaussianas, aspecto fundamental para resolver problemas de campo eléctrico.

No obstante, la presencia de estudiantes indecisos evidencia que aún existen dificultades relacionadas con la interpretación espacial y el análisis geométrico de las distribuciones de carga. Chacho Tamay (2024) sostiene que la utilización de simulaciones digitales y materiales manipulativos incrementa significativamente la capacidad de visualización y comprensión de fenómenos electromagnéticos. En este sentido, los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de implementar estrategias didácticas apoyadas en modelos tridimensionales y recursos interactivos que permitan transformar los contenidos abstractos en experiencias concretas y comprensibles para los estudiantes.

**Tabla 3.** Comprensión de la importancia de la superficie gaussiana

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	2	17%
<b>De acuerdo</b>	10	83%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	0	0%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en los datos recolectados.

Los resultados obtenidos indican que el 83% de los estudiantes comprende la importancia de seleccionar adecuadamente una superficie gaussiana para simplificar el cálculo del flujo eléctrico, mientras que el 17% manifiesta indecisión respecto a este aspecto. Estos resultados reflejan que la mayoría de los participantes reconoce la relevancia de las simetrías geométricas dentro de la aplicación de la Ley de Gauss y comprende parcialmente la utilidad matemática de este procedimiento.

Sin embargo, las respuestas obtenidas también sugieren que algunos estudiantes aún presentan limitaciones relacionadas con la interpretación física del flujo eléctrico y la relación entre geometría y campo eléctrico. Pazos (2023) menciona que la correcta elección de una superficie gaussiana depende de la comprensión de la simetría presente en la distribución de carga, aspecto que requiere razonamiento espacial y análisis conceptual avanzado. Por ello, el uso de material concreto puede favorecer el aprendizaje significativo al permitir que los estudiantes manipulen representaciones físicas de superficies gaussianas y observen de manera tangible el comportamiento del campo eléctrico.

**Tabla 4.** Dificultades para comprender la constancia del campo eléctrico

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	1	8%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	4	33%
<b>De acuerdo</b>	7	58%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	0	0%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia con base en los resultados de la investigación.

Los resultados reflejan que el 58% de los estudiantes considera complicado comprender por qué el campo eléctrico permanece constante sobre una superficie gaussiana con simetría esférica o cilíndrica, mientras que un 33% mantiene una postura neutral y únicamente el 8% no presenta dificultades respecto a este concepto. Estos datos evidencian que uno de los principales problemas en el aprendizaje de la Ley de Gauss radica en la interpretación física y matemática del comportamiento del campo eléctrico en sistemas simétricos.

Estos hallazgos coinciden con lo expuesto por Marqués Villarroya (2022), quien afirma que los estudiantes presentan dificultades para relacionar las propiedades geométricas de las distribuciones de carga con el comportamiento vectorial del campo eléctrico. En este contexto, el uso de recursos tridimensionales y modelos manipulativos puede favorecer la comprensión conceptual, debido a que permite visualizar de forma concreta cómo se distribuye el campo eléctrico en diferentes superficies gaussianas, fortaleciendo así el razonamiento analítico y espacial de los estudiantes.

**Tabla 5.** Necesidad de mayor práctica para consolidar el aprendizaje

<b>Criterio</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>Totalmente en desacuerdo</b>	0	0%
<b>En desacuerdo</b>	0	0%
<b>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</b>	3	25%
<b>De acuerdo</b>	7	58%
<b>Totalmente de acuerdo</b>	2	17%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaboración propia a partir de la encuesta aplicada.

Los resultados evidencian que el 75% de los estudiantes considera necesaria una mayor práctica en la resolución de problemas relacionados con simetrías esféricas y cilíndricas para consolidar su aprendizaje, mientras que el 25% mantiene una postura neutral. Estos resultados demuestran que la práctica constante y la aplicación contextualizada de ejercicios son factores fundamentales para fortalecer la comprensión de la Ley de Gauss y desarrollar habilidades

analíticas en el área de electromagnetismo.

Desde la discusión teórica, estos hallazgos resaltan la importancia de implementar metodologías activas que permitan al estudiante participar de forma dinámica en el proceso de aprendizaje. Diversos autores coinciden en que el aprendizaje significativo en Física requiere experiencias prácticas, manipulación de modelos y resolución de problemas contextualizados. En consecuencia, la incorporación de material concreto, simulaciones digitales e impresiones tridimensionales representa una alternativa innovadora que puede contribuir significativamente a superar las dificultades presentes en la enseñanza tradicional de la Física, fortaleciendo la comprensión conceptual, la motivación académica y el pensamiento crítico de los estudiantes.

### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que el aprendizaje de las simetrías esféricas y cilíndricas dentro de la Ley de Gauss continúa representando una dificultad significativa para los estudiantes universitarios, especialmente en aquellos aspectos relacionados con la visualización espacial, la interpretación física del campo eléctrico y la comprensión de conceptos abstractos asociados al electromagnetismo. Aunque una parte importante de los participantes manifestó poseer conocimientos básicos sobre la temática, los hallazgos reflejan que aún persisten limitaciones relacionadas con la aplicación práctica de dichos conceptos, lo cual coincide con investigaciones recientes desarrolladas en el ámbito de la enseñanza de la Física.

En relación con la comprensión conceptual de las simetrías esféricas y cilíndricas, los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes considera poseer conocimientos aceptables sobre el tema; sin embargo, también se identificó un grupo significativo que presenta dudas o inseguridades respecto a la interpretación de los conceptos fundamentales. Este resultado coincide con lo planteado por Marqués Villarroya (2022), quien sostiene que la enseñanza tradicional de la Ley de Gauss suele centrarse en el desarrollo mecánico de ejercicios matemáticos, dejando en segundo plano la comprensión física y espacial de las superficies gaussianas. En consecuencia, muchos estudiantes logran memorizar fórmulas y procedimientos, pero presentan dificultades al momento de relacionar los conceptos con situaciones reales o aplicaciones prácticas del electromagnetismo.

Asimismo, los hallazgos evidencian que los estudiantes presentan mayores dificultades cuando deben interpretar el comportamiento del campo eléctrico sobre superficies gaussianas con simetría definida. La mayoría de los participantes manifestó que les resulta complicado comprender por qué el campo eléctrico permanece constante en magnitud sobre determinadas superficies esféricas o cilíndricas. Esta situación demuestra que las dificultades no solamente se encuentran en el ámbito matemático, sino también en la capacidad de razonamiento espacial y representación mental de fenómenos físicos abstractos. En este sentido, los

resultados obtenidos guardan relación con los planteamientos de Chacho Tamay (2024), quien argumenta que uno de los principales problemas en la enseñanza del electromagnetismo radica en la abstracción de los contenidos y en la limitada capacidad de visualización que poseen los estudiantes durante el proceso de aprendizaje.

Desde el punto de vista pedagógico, los resultados permiten afirmar que el uso de material concreto constituye una estrategia didáctica pertinente para fortalecer la comprensión de conceptos abstractos relacionados con la Ley de Gauss. La implementación de modelos tridimensionales y recursos manipulativos facilita la representación tangible de fenómenos físicos complejos, permitiendo que los estudiantes interactúen directamente con las superficies gaussianas y comprendan de mejor manera las características de las simetrías esféricas y cilíndricas. Estos hallazgos coinciden con Vargas y Acuña (2020), quienes sostienen que el aprendizaje significativo en Física mejora considerablemente cuando los estudiantes participan activamente en experiencias prácticas y manipulativas que favorecen la construcción autónoma del conocimiento.

De igual manera, los resultados obtenidos demuestran que los estudiantes consideran necesaria una mayor práctica en la resolución de problemas relacionados con la Ley de Gauss y las simetrías electromagnéticas. Esta situación evidencia que la repetición mecánica de ejercicios no garantiza una comprensión profunda de los contenidos, sino que es necesario incorporar metodologías activas que permitan desarrollar habilidades analíticas, razonamiento espacial y pensamiento crítico. En concordancia con ello, Ausubel plantea que el aprendizaje significativo ocurre cuando los nuevos conocimientos logran relacionarse con estructuras cognitivas previas, facilitando la construcción de aprendizajes duraderos y funcionales. Bajo esta perspectiva, el uso de material concreto actúa como un puente entre la teoría abstracta y la experiencia práctica, favoreciendo una mejor interiorización de los conceptos físicos.

Otro aspecto importante identificado en la investigación corresponde a la dificultad que presentan los estudiantes para diferenciar las implicaciones físicas entre una superficie gaussiana esférica y una cilíndrica. Aunque algunos participantes lograron reconocer parcialmente las diferencias entre ambas simetrías, un porcentaje considerable manifestó indecisión o desconocimiento sobre sus aplicaciones prácticas. Estos resultados coinciden con los aportes de Bermúdez Manjarres et al. (2020), quienes señalan que la comprensión de las simetrías en electromagnetismo requiere el desarrollo de habilidades espaciales avanzadas y la capacidad de interpretar relaciones geométricas complejas. Por esta razón, el uso de modelos físicos tridimensionales puede contribuir significativamente al fortalecimiento del razonamiento espacial y a la reducción de las dificultades cognitivas presentes en la enseñanza tradicional de la Física.

En cuanto a la interpretación física de los resultados obtenidos mediante la aplicación

de la Ley de Gauss, la investigación permitió identificar que gran parte de los estudiantes desea profundizar más en el análisis conceptual y práctico de los fenómenos electromagnéticos. Este hallazgo refleja la necesidad de transformar los modelos pedagógicos tradicionales, que suelen enfocarse prioritariamente en el cálculo matemático, dejando de lado la comprensión integral de los fenómenos físicos. Según Velazco y Buteler (2017), la enseñanza de la Física debe promover procesos de reflexión, análisis e interpretación que permitan al estudiante comprender el significado de los conceptos y no únicamente memorizar procedimientos algorítmicos.

Por otra parte, la investigación demuestra que el uso de material concreto no solamente favorece la comprensión conceptual, sino que también incrementa la motivación y participación activa de los estudiantes durante el proceso de aprendizaje. La interacción con recursos manipulativos genera ambientes educativos más dinámicos e innovadores, capaces de despertar el interés hacia contenidos científicos que tradicionalmente son percibidos como complejos o difíciles. En este contexto, el aprendizaje basado en experiencias prácticas contribuye a disminuir la ansiedad académica y fortalece la confianza del estudiante al momento de resolver problemas relacionados con el electromagnetismo.

Además, los hallazgos obtenidos permiten destacar la importancia de integrar herramientas tecnológicas y modelos tridimensionales dentro de la enseñanza universitaria de la Física. El avance de tecnologías como la impresión 3D, las simulaciones virtuales y los recursos interactivos ofrece nuevas posibilidades para representar fenómenos abstractos de manera visual y tangible. Estas herramientas permiten que el estudiante observe directamente la distribución del campo eléctrico, las características de las superficies gaussianas y el comportamiento de las líneas de campo en diferentes sistemas simétricos, favoreciendo una comprensión más profunda y contextualizada del electromagnetismo.

En términos de aporte científico, esta investigación contribuye al fortalecimiento de estrategias pedagógicas innovadoras orientadas a mejorar la enseñanza de la Física en la educación superior. La principal novedad del estudio radica en la integración de material concreto como recurso didáctico para facilitar el aprendizaje de conceptos abstractos relacionados con la Ley de Gauss y las simetrías esféricas y cilíndricas. Asimismo, los resultados permiten evidenciar que la enseñanza basada únicamente en metodologías tradicionales resulta insuficiente para atender las necesidades cognitivas y espaciales de los estudiantes en áreas científicas complejas.

Finalmente, la investigación resalta la pertinencia de continuar desarrollando estudios relacionados con el uso de recursos manipulativos y tecnológicos en la enseñanza del electromagnetismo, debido a que estos materiales poseen un impacto positivo en la comprensión conceptual, el razonamiento analítico y la motivación académica de los estudiantes. Del mismo modo, se considera necesario ampliar futuras investigaciones hacia

muestras más extensas y diversos contextos educativos, con el propósito de fortalecer la validez de los resultados y generar nuevas estrategias pedagógicas aplicables a la enseñanza de la Física y otras ciencias experimentales.

### CONCLUSIONES

La presente investigación permitió evidenciar que el aprendizaje de las simetrías esféricas y cilíndricas en la Ley de Gauss continúa representando un desafío importante para los estudiantes universitarios, especialmente en aquellos aspectos relacionados con la visualización espacial, la interpretación física del campo eléctrico y la comprensión de conceptos abstractos propios del electromagnetismo. Los resultados obtenidos demostraron que, aunque los estudiantes poseen conocimientos básicos acerca de la temática, aún presentan dificultades significativas al momento de relacionar los principios teóricos con aplicaciones prácticas y situaciones reales vinculadas al cálculo del flujo eléctrico y la elección de superficies gaussianas.

A partir de los hallazgos alcanzados, se puede afirmar que la enseñanza tradicional de la Física, centrada principalmente en el desarrollo mecánico de ejercicios y la memorización de fórmulas, resulta insuficiente para garantizar una comprensión profunda y significativa de los fenómenos electromagnéticos. La investigación evidenció que gran parte de los estudiantes requiere mayores espacios de práctica, análisis conceptual y representación visual de los contenidos, lo cual demuestra la necesidad de implementar metodologías activas e innovadoras que favorezcan procesos de aprendizaje más dinámicos y participativos.

En este contexto, el uso de material concreto se constituye como una estrategia pedagógica pertinente y efectiva para fortalecer la comprensión de las simetrías esféricas y cilíndricas en la Ley de Gauss. La incorporación de modelos tridimensionales, recursos manipulativos y herramientas visuales facilita la representación tangible de conceptos abstractos, permitiendo que los estudiantes desarrollen habilidades relacionadas con el razonamiento espacial, la interpretación geométrica y el análisis físico de los fenómenos eléctricos. Además, estos recursos contribuyen a incrementar la motivación académica y la participación activa del estudiante dentro del proceso de aprendizaje, favoreciendo la construcción de conocimientos significativos y duraderos.

De igual manera, los resultados obtenidos permiten sostener que el aprendizaje significativo en Física requiere una integración equilibrada entre teoría y práctica. La manipulación directa de modelos físicos y la experimentación contribuyen a que los estudiantes comprendan con mayor claridad la relación existente entre las distribuciones de carga, las superficies gaussianas y el comportamiento del campo eléctrico. Por ello, el empleo de material concreto no debe considerarse únicamente como un recurso complementario, sino como una herramienta didáctica fundamental dentro de la enseñanza del electromagnetismo y otras áreas de las ciencias experimentales.

Asimismo, esta investigación aporta elementos relevantes para el fortalecimiento de prácticas educativas innovadoras en el ámbito universitario, debido a que demuestra la necesidad de replantear las metodologías tradicionales utilizadas en la enseñanza de contenidos científicos complejos. La incorporación de tecnologías educativas, impresiones tridimensionales y recursos interactivos puede representar una alternativa efectiva para reducir la abstracción de los contenidos y promover un aprendizaje más contextualizado y comprensible para los estudiantes.

Finalmente, se reconoce que la investigación presenta ciertas limitaciones relacionadas con el tamaño de la muestra y el contexto específico donde fue desarrollada, por lo que los resultados no pueden generalizarse de manera absoluta a otras poblaciones estudiantiles. En consecuencia, surge la necesidad de ampliar futuras investigaciones hacia otros niveles educativos y diferentes contextos institucionales, con el propósito de profundizar en el impacto del uso de material concreto dentro del aprendizaje de la Física. Del mismo modo, quedan abiertas nuevas interrogantes relacionadas con la incorporación de tecnologías digitales, simulaciones virtuales y herramientas de realidad aumentada en la enseñanza del electromagnetismo, aspectos que podrían ser abordados en futuras investigaciones para continuar fortaleciendo los procesos de enseñanza-aprendizaje en las ciencias experimentales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M., & Miranda-Navales, M. (2020). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 67(2), 201–206.
- Arroyo Guzmán, M., Fernández Morales, K., & Paredes López, D. (2020). Estrategias didácticas para la enseñanza del electromagnetismo en educación superior. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 22(3), 45–58.
- Ausubel, D. P. (2020). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bermúdez Manjarres, J., Rodríguez Pérez, L., & Morales Herrera, P. (2020). Dificultades en el aprendizaje de la Ley de Gauss en estudiantes universitarios. *Revista Latinoamericana de Física Educativa*, 14(2), 112–124.
- Chacho Tamay, P. (2024). Recursos tecnológicos y simulaciones interactivas para la enseñanza del electromagnetismo. *Revista Científica Educación y Tecnología*, 9(1), 33–47.
- Cisneros Caicedo, A., Olave Arias, G., & Rojas Torres, L. (2022). Técnicas e instrumentos de recolección de datos en investigaciones educativas. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 8(1), 315–329.
- Cvetkovic-Vega, A., Maguiña, J., Soto, A., Lama-Valdivia, J., & Correa-López, L. (2021). Estudios transversales. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 21(1), 179–185.
- Hernández González, R. (2021). Muestreo no probabilístico y selección de participantes en investigaciones educativas. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 5(2), 55–68.
- Marqués Villarroya, A. (2022). Aprendizaje activo y comprensión de la Ley de Gauss en estudiantes universitarios. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 13(36), 88–101.
- Madrigal, J. (2020). Aplicaciones de la Ley de Gauss en sistemas con simetría esférica y cilíndrica. *Revista Mexicana de Física*, 66(4), 420–431.
- Nájera Galeas, M., & Paredes Calderón, E. (2020). Investigación de campo y métodos de observación en ciencias sociales. *Revista Científica de Metodología Investigativa*, 4(2), 71–84.
- Pazos, R. (2023). Razonamiento espacial y aprendizaje de superficies gaussianas en Física. *Revista Educación Científica*, 18(2), 102–118.
- Ramos Galarza, C. (2020). Los alcances de una investigación científica. *Revista CienciAmérica*, 9(3), 1–6.
- SINEACE. (2020). *Guía para la elaboración de instrumentos de investigación educativa*. Sistema Nacional de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad Educativa.
- Useche, M., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, E. (2020). Metodología de la investigación cuantitativa. *Revista Científica de Ciencias Sociales*, 26(2), 45–61.
- Vargas, M., & Acuña, D. (2020). Modelos tridimensionales como estrategia didáctica en la enseñanza de la Física. *Revista Educación y Ciencia*, 24(1), 55–69.

- Velazco, S., & Buteler, L. (2020). Aprendizaje significativo en Física mediante recursos manipulativos. *Revista de Enseñanza de la Física*, 32(1), 77–89.
- Zambrano, P., & Castillo, F. (2021). Material concreto y desarrollo del pensamiento científico en estudiantes universitarios. *Revista Científica Innova Educación*, 3(4), 240–252.
- Torres, H., & Mendoza, J. (2022). Estrategias innovadoras para la enseñanza del electromagnetismo en educación superior. *Revista Latinoamericana de Innovación Educativa*, 7(1), 91–105.
- Villacrés, E., & Cedeño, M. (2024). Impresiones 3D como recurso didáctico para la enseñanza de la Física universitaria. *Revista Tecnología y Educación*, 12(2), 65–81.

**CONFLICTO DE INTERÉS:**

Los autores declaran que no existen conflicto de interés posibles.

**FINANCIAMIENTO**

No existió asistencia de financiamiento de parte de pares externos al presente artículo.

**NOTA:**

El artículo no es producto de una publicación anterior