



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y
TECNOLOGÍAS
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS
EXPERIMENTALES: MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA**

**USO DE MATERIAL CONCRETO PARA EL APRENDIZAJE DE
SIMETRÍAS ESFÉRICAS Y CILÍNDRICAS EN LA LEY DE GAUSS**

Trabajo de Titulación para optar al Título de:

Licenciado en Pedagogía de las Matemáticas y la Física

AUTOR:

Mullo Maula Abel Mauricio

TUTOR:

Mgs. Cajamarca Sacta Klever David

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Abel Mauricio Mullo Naula con cédula de ciudadanía 0650219942, autor del trabajo de investigación titulado: Material concreto para el aprendizaje de simetría esférica y cilíndrica en la ley de Gauus, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, 13 de mayo de 2025

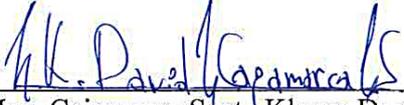


Abel Mauricio Mullo Naula
CI: 0650219942

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Mgs. Cajamarca Sacta Klever David catedrático adscrito a la Facultad de Ciencias de la Educación, Humanas y Tecnologías por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación USO DE MATERIAL CONCRETO PARA EL APRENDIZAJE DE SIMETRÍAS ESFÉRICAS Y CILÍNDRICAS EN LA LEY DE GAUSS, bajo la autoría de Abel Mauricio Mullo Naula; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 01 días del mes de abril del 2025.


Mgs. Cajamarca Sacta Klever David
C.I: 0301757373

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación **USO DE MATERIAL CONCRETO PARA EL APRENDIZAJE DE SIMETRÍAS ESFERICAS Y CILINDRICAS EN LA LEY DE GAUSS** por Abel Mauricio Mullo Naula, con cédula de identidad número 0650219942, bajo la tutoría del Mgs. Klever David Cajamarca Sacta; certificamos que recomendamos la **APROBACIÓN** de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 13 de mayo de 2025

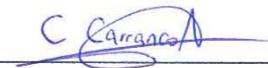
Mgs. Sandra Elizabeth Tenelanda Cudco
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Laura Esther Muñoz Escobar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. Cristian David Carranco Ávila
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **MULLO NAULA ABEL MAURICIO** con CC: **0650219942**, estudiante de la Carrera **PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA, FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"USO DE MATERIAL CONCRETO PARA EL APRENDIZAJE DE SIMETRÍAS ESFÉRICAS Y CILÍNDRICAS EN LA LEY DE GAUSS"**, cumple con el 9%, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO** porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 06 de mayo de 2025


Mgs. Cajamarca Saeta Klever David
TUTOR(A)

DEDICATORIA

Lo dedico principalmente a mi Dios, por ser el inspirador y darme fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, mis hermanos, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertir en lo que ahora soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, cada uno de ustedes son los mejores.

Mullo Naula Abel Mauricio

AGRADECIMIENTO

A Dios quien me ha dado una familia maravillosa que siempre me ha apoyado para seguir adelante con un buen ejemplo de humildad, cariño, respeto y solidaridad, y sobre todo me enseñó a valorar todo lo que me rodea, a todos quienes conforman la Carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física, de la Universidad Nacional de Chimborazo por haber dado la oportunidad de avanzar un peldaño más en mi vida profesional, agradecer al Mgs. Klever Cajamarca director de Tesis.

Mullo Naula Abel Mauricio

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL	
CERTIFICACIÓN DEL ANTI-PLAGIO	
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO 1	13
1. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Antecedentes.....	14
1.2. Planteamiento del problema.....	15
1.2 Formulación del problema.....	16
1.2.1 Preguntas directrices.....	16
1.3. Justificación:	16
1.4 Objetivos.....	17
1.4.1 Objetivo general.....	17
1.4.2 Objetivos específicos.....	17
CAPÍTULO II	18
2. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Estado del Arte.....	18
2.2. Fundamentación teórica.....	19
2.2.1 Ley de Gauss.....	19
2.2.2 Simetrías en la ley de Gauss	19
2.2.2.1 Simetría esférica.....	20
2.2.2.2 Simetría cilíndrica	21
2.2.3 Matemática de la simetría.....	22
2.2.4 Material concreto en enseñanza de la Física.....	23
2.2.4.1 Modelos tridimensionales	23
2.2.4.2 Simulaciones digitales	23
2.2.4.3 Herramientas manipulativas	23
2.2.4.4 Diseño y uso de material para la Ley de Gauss	24
2.2.4.4.1 Consideraciones pedagógicas	24
2.2.4.4.2 Características del material	24
2.2.5 Bambu Lab A1 Mini.....	24
CAPÍTULO III.....	26
3. MARCO METODOLÓGICO	26
3.1. Enfoque de la investigación.....	26
3.2. Diseño de la investigación.....	26
3.3. Nivel de investigación	26
3.4. Tipo de investigación	26

3.4.1.	De campo	26
3.4.2.	Investigación Transversal	27
3.5.	Población y muestra	27
3.5.1.	Población	27
3.5.1.1	Caracterización de la Población	27
3.5.2.	Muestra	27
3.6.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	28
3.6.1.	Técnica.....	28
3.6.2.	Instrumento.....	28
3.7.	Técnicas de procesamiento de datos	28
CAPÍTULO IV		29
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1.	Resultados.....	29
CAPÍTULO V		40
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.1.	Conclusiones	40
5.2.	Recomendaciones.....	41
CAPÍTULO VI.....		42
6.	Propuesta.....	42
ANEXOS		49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Caracterización de la Población	27
Tabla 2. Resultados obtenidos de la pregunta 1.....	29
Tabla 3. Resultados obtenidos de la pregunta 2.....	30
Tabla 4. Resultados obtenidos de la pregunta 3.....	31
Tabla 5. Resultados obtenidos de la pregunta 4.....	32
Tabla 6. Resultados obtenidos de la pregunta 5.....	33
Tabla 7. Resultados obtenidos de la pregunta 6.....	34
Tabla 8. Resultados obtenidos de la pregunta 7.....	35
Tabla 9. Resultados obtenidos de la pregunta 8.....	36
Tabla 10. Resultados obtenidos de la pregunta 9.....	37
Tabla 11. Resultados obtenidos de la pregunta 10.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Simetría esférica	21
Figura 2. Simetría cilíndrica	22
Figura 3. Resultados obtenidos de la pregunta 1.	29
Figura 4. Resultados obtenidos de la pregunta 2.	30
Figura 5. Resultados obtenidos de la pregunta 3.	31
Figura 6. Resultados obtenidos de la pregunta 4.	32
Figura 7. Resultados obtenidos de la pregunta 5.	33
Figura 8. Resultados obtenidos de la pregunta 6.	34
Figura 9. Resultados obtenidos de la pregunta 7.	35
Figura 10. Resultados obtenidos de la pregunta 8.	36
Figura 11. Resultados obtenidos de la pregunta 9.	37
Figura 12. Resultados obtenidos de la pregunta 10.	38

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo la elaboración de material concreto para el aprendizaje de la simetría esférica y cilíndrica en la ley de Gauss, dirigida a los estudiantes de la carrera de licenciatura en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física, en la cual, se conceptualizaron las bases teóricas referente a las simetrías esféricas y cilíndricas, posterior, se analizó las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión de la simetrías en el contexto de Gauss y finalmente, se diseñó material concreto que permita el aprendizaje de las simetrías mediante el uso de modelado 3D. El proceso investigativo presentó un enfoque cuantitativo con diseño no experimental, nivel descriptivo-propositivo, siendo una investigación de campo de corte transversal. La muestra fue establecida a partir del muestreo no probabilístico, obteniendo 12 estudiantes de séptimo semestre pertenecientes a la carrera. Para la recolección de datos se diseñó un cuestionario que estuvo conformado por 10 preguntas en escala del Likert, el cual fue validado por expertos de la "UNACH". En los resultados obtenidos se pudo evidenciar la necesidad de la implementación de material concreto en el proceso de aprendizaje de Física, debido a que gran parte de los estudiantes no comprenden completamente la aplicación de la Ley de Gauss en simetrías esféricas y cilíndricas. En este sentido, se propone el diseño de una guía didáctica dirigida tanto a docentes como a estudiantes, con el propósito de fortalecer la comprensión de la Ley de Gauss con simetría esférica y cilíndrica. Esta guía incluirá explicaciones teóricas accesibles, representaciones gráficas, actividades experimentales con materiales concretos y el uso de tecnologías como modelos en 3D.

Palabras clave: Simetría, Ley de Gauss, Modelado 3D, Física, Aprendizaje.

ABSTRACT

The present investigation had as objective the elaboration of concrete material for the learning of spherical and cylindrical symmetry in Gauss's law, directed to the students of the degree course in Pedagogy of Experimental Sciences: Mathematics and Physics, in which, the theoretical bases referring to spherical and cylindrical symmetries were conceptualized, later, the difficulties presented by the students in the understanding of symmetries in the context of Gauss were analyzed and finally, concrete material was designed to allow the learning of symmetries through the use of 3D modeling. The research process presented a quantitative approach with non-experimental design, descriptive-propositive level, being a cross-sectional field research. The sample was established from non-probabilistic sampling, obtaining 12 seventh semester students belonging to the career. For data collection, a questionnaire was designed with 10 questions on a Likert scale, which was validated by experts from the "UNACH". The results obtained showed the need for the implementation of concrete material in the Physics learning process, since most of the students do not fully understand the application of Gauss's Law in spherical and cylindrical symmetries. In this sense, we propose the design of a didactic guide addressed to both teachers and students, with the purpose of strengthening the understanding of Gauss's Law with spherical and cylindrical symmetry. This guide will include accessible theoretical explanations, graphic representations, experimental activities with concrete materials and the use of technologies such as 3D models.

Keywords: Symmetry, Gauss's Law, 3D Modeling, Physics, Learning.

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física en la educación superior se encuentra enfrentando diversos retos especialmente al momento de abordar conceptos abstractos que necesitan un alto nivel de razonamiento matemático y visualización. La ley de Gauss se presenta como uno de los pilares fundamentales dentro del electromagnetismo, siendo este un claro ejemplo de los desafíos dentro de la enseñanza de la Física. Este principio físico permite el cálculo del flujo eléctrico a través de superficies cerradas, el cual, es relacionado con la carga eléctrica que contiene, siendo ésta una herramienta indispensable en la resolución de problemas de campos eléctricos, más, su comprensión depende de la capacidad que presenten los estudiantes para analizar e identificar simetrías, siendo estas las más comunes la simetría cilíndrica y la simetría esférica.

Una de las principales barreras dentro del proceso de aprendizaje en base a estos temas se encuentra radicado en el nivel de abstracción, debido a que generalmente las explicaciones expuestas dentro de libros y clases magistrales recurrentemente presentan diagramas bidimensionales y derivaciones matemáticas, aunque éstas técnicamente son correctas, en ocasiones éstas no logran conjugarse con la forma en la cual los estudiantes procesan la información.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo abordar esta problemática mediante el diseño de material concreto, siendo este, producto de la herramienta tecnológica Bambú Studio, debido a que, este software permite la generación de diversos modelos tridimensionales que permiten representar de forma física la simetrías esférica y cilíndrica, proporcionando al estudiantado la posibilidad de comprender y explorar cómo el campo eléctrico logra interactuar con diferentes geometrías. Más allá de la visualización, la interacción con este tipo de material concreto presenta un gran potencial que tiene como finalidad transformar la forma en la cual los estudiantes logran asimilar los conceptos abstractos, promoviendo así un aprendizaje significativo y activo.

Este proyecto presenta diversas bases teóricas acerca de las simetrías esférica y cilíndrica conforme a la ley de Gauss, así mismo, busca analizar las posibles dificultades más comunes que pueden presentar los estudiantes con relación a estos temas, de tal manera que, el diseño del material concreto responda a necesidades específicas. El proceso de investigación por su naturaleza es de tipo no experimental cuantitativo, empleando técnicas que puedan medir el impacto del uso de estos materiales dentro de la comprensión y aprendizaje de los estudiantes, contribuyendo así al desarrollo de nuevas estrategias pedagógicas dentro del área de Física.

El documento que presenta el proceso investigativo se encuentra establecido por los siguientes capítulos:

CAPÍTULO I.- Muestra el marco referencial, el cual, presenta la problemática de la investigación, de igual manera, la formulación del problema, así mismo, muestra los objetivos de alcance en la investigación, también, plantea la respectiva justificación evidenciando la razón por la cual se desarrolla la investigación.

CAPÍTULO II.- Exhibe el estado del arte y el marco teórico, el cual, se construyó mediante un proceso de recolección de información, la cual, fue obtenida de diferentes motores de búsqueda especializados.

CAPÍTULO III.- Indica el tipo de metodología que fue aplicado en la investigación. De igual manera, en este apartado se muestra el diseño, tipo, nivel, técnicas e instrumentos de recolección de datos y finalmente, el procesamiento de datos que se consideró para la investigación.

CAPÍTULO IV.- Esclarece los resultados que se obtuvieron posterior al procesamiento de los datos, al igual que la discusión de resultados.

CAPÍTULO V.- Muestra las conclusiones establecidas después de la investigación realizada, así mismo, menciona las recomendaciones pertinentes.

Capítulo VI. - Se proporciona una guía práctica para su implementación en el laboratorio, enfocada en el estudio experimental de la simetría cilíndrica mediante la Ley de Gauss

La sección final presenta la bibliografía, en la cual, se encuentra cimentada la investigación; de igual forma, presenta los diferentes anexos generados durante el proceso investigativo.

1.1. Antecedentes.

Ricardo Marroquín (2017), presenta su trabajo de grado en la Universidad Pedagógica Nacional titulado “*Un acercamiento teórico y experimental a la ley de Gauss*”, este trabajo de investigación se enfoca al estudio de la Ley de Gauss en base a un enfoque experimental, el cual, permite favorecer la construcción de algunos conocimientos dentro del estudiantado de tercer semestre, para lo cual, desarrollo una propuesta experimental en base al estudio de la ley de Gauss, generando un modelo didáctico de investigación orientada, en el cual, propone el estudio de diversos problemas dentro del aula conforme a la actividad científica, no obstante, esta actividad no pretende un modelo rígido de desarrollo, debido a que considera aspectos de amplio consenso. Dentro de la actividad científica utilizó diversos instrumentos, los cuales, permitieron concluir que el uso de diversas herramientas que permiten la aproximación al contenido de la ley de Gauss, permitiendo que los estudiantes logren obtener un aprendizaje significativo y a su vez, los conocimientos obtenidos puedan ser aplicados de forma sistemática en base al contexto de la realidad.

Durante el encuentro universitario “*educatic*”, Piccinelli Bocchi (2018) presenta su

proyecto denominado “*Realidad aumentada en el proceso de enseñanza aprendizaje del electromagnetismo en ingeniería*”. Este proyecto muestra la aplicación de la realidad aumentada como una de las herramientas que pueden ser utilizadas como medio para la enseñanza del electromagnetismo, debido a que el uso de material concreto permite el desarrollo del aprendizaje activo dentro del estudiantado y, a su vez, logra exponer las posibles dificultades que puede presentar los docentes durante sus clases. Denota el grado de asimilación por parte de los estudiantes conforme a la información presentada dentro del electromagnetismo y las leyes que son aplicadas dentro de este. Por otra parte, concluye que el uso de la realidad aumentada o cualquier otro tipo de tecnología puede impulsar el desarrollo de diversos mecanismos que ayuden en la participación del alumnado de forma más efectiva dentro de su proceso de formación, recalcando que, los alumnos al ser los entes receptores de información, es imperante que estos participen de manera activa dentro de la construcción del conocimiento conjunto.

1.2. Planteamiento del problema

A nivel mundial, el estudio del electromagnetismo es uno de los temas de Física que presenta dificultad en torno al aprendizaje por parte del estudiantado, estos problemas se muestran en relación a diversas dificultades; la primera dificultad se relaciona a criterios conceptuales debido a la naturaleza abstracta que presenta, así mismo, al criterio de dependencia de la simetría, debido a que, la falta de entendimiento de éstas limita la comprensión de conceptos abstractos, pues, carecen de simplificaciones dentro de problemas reales, por otra parte, la relación con otras leyes, como la conexión que tienen la ley de Gauss con la de Coulomb y también con las ecuaciones de Maxwell, no suelen ser enseñadas de forma intuitiva, lo cual, evidentemente produce confusión en base al marco general del electromagnetismo (Guisasola et al., 2003), por otra parte, se presenta en desafíos pedagógicos debido a que gran parte de la enseñanza se basa en solamente fórmulas matemáticas evadiendo el énfasis dentro de la interpretación física de las ecuaciones expuestas, lo cual, desanima al estudiantado, así mismo, la falta de experimentación y manipulación de recursos conlleva a un desentendimiento del campo del electromagnetismo con relación a la simetría (Hernández Martínez & Villavicencio Torres, 2017).

A nivel de Latinoamérica el estudio de electromagnetismo y su relación con la simetría presenta diversas dificultades debido a la naturaleza abstracta del flujo eléctrico, debido a que, los estudiantes en diversas ocasiones carecen de bases sólidas en relación a la Física y Matemática, de igual forma, varios estudiantes presentan dificultad al momento de identificar y trabajar con simetrías, las cuales, son esenciales en la aplicación de la ley de Gauss de forma simplificada; asimismo, se presenta confusión con otras leyes dentro del electromagnetismo, debido a que, en ocasiones no se enseña de forma integrada estos conceptos, lo cual genera una comprensión fragmentada, por otra parte, el enfoque tradicional y teórico en diversos países pertenecientes a la región limita la resolución de problemas algebraicos, dejando a un lado la experimentación y visualización; del mismo modo, la falta de utilización de herramientas interactivas como el uso de simuladores,

software educativos y material físico, impiden el entendimiento de los conceptos abstractos como lo es el flujo eléctrico y el campo vectorial (Roa-Neri & Villavicencio, 2015).

1.2 Formulación del problema

¿Es posible elaborar material concreto para el aprendizaje de las simetrías esférica y cilíndrica en el contexto de la Ley de Gauss para estudiantes de la carrera de Pedagogía de la Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física?

1.2.1 Preguntas directrices

¿Es posible establecer las bases teóricas sobre la simetría esférica y cilíndrica en la ley de Gauss?

¿Qué dificultades presentan los estudiantes de séptimo semestre de la carrera en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo con respecto a la comprensión de la simetría esférica y cilíndrica en la ley de Gauss?

¿Cómo se puede realizar el diseño de materiales concretos dentro de la comprensión y desempeño académico de los estudiantes de sexto y séptimo semestre de la carrera en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo en el aprendizaje de la ley de Gauss?

1.3. Justificación:

La ley de Gauss, constituye uno de los principios fundamentales dentro del electromagnetismo, siendo éste un tema esencial dentro de la formación académica del estudiantado en relación al campo de la Física, más, por su naturaleza abstracta y la inherente dificultad de la comprensión de diversos conceptos como el flujo eléctrico, superficies gaussianas y distribución de carga; se presenta un desafío significativo durante el proceso de enseñanza y aprendizaje, estas dificultades se presentan específicamente dentro de las configuraciones de simetría esférica y cilíndrica, siendo estas áreas en las cuales los estudiantes eventualmente enfrentan diversos obstáculos, a razón de la relación de expresiones matemáticas con respecto a los conceptos físicos subyacentes.

Esta problemática justifica la imperante necesidad del desarrollo de material didáctico concreto que logre facilitar la comprensión y visualización de estos conceptos. La enseñanza tradicional con respecto a la ley de Gauss en diversos casos se encuentra apoyada casi exclusivamente en explicaciones matemáticas y sobre todo teóricas, lo cual eventualmente resulta ineficiente al momento de captar la atención del estudiantado y, a su vez, limitando una comprensión sólida.

La insuficiencia o falta de recursos que integren herramientas concretas, visuales o manipulables, a menudo logran limitar la capacidad que tienen los estudiantes dentro de la conceptualización como el fluido eléctrico y su relación con las características geométricas de superficies gaussianas, al igual que, con la distribución de carga.

El diseño del material concreto específicamente que aborde la simetría esférica y cilíndrica dentro de la ley de Gauss tendrá un impacto positivo tanto en el aprendizaje como también en el desarrollo de diversas habilidades analíticas en los estudiantes. La incorporación de modelos tridimensionales físicos, puede proporcionar de cierta forma una representación tangible de diversos conceptos abstractos, lo cual permite a los estudiantes experimentar y visualizar de forma clara la relación que tienen las variables involucradas (Vargas & Acuña, 2020).

Desde la perspectiva pedagógica, la teoría del aprendizaje constructivista resalta la importancia del uso de material concreto dentro del proceso educativo, debido a que los estudiantes logran construir activamente su conocimiento, pues interactúan con su entorno y pueden relacionar nuevas ideas con conceptos ya aprendidos. En este sentido, un material que permita la manipulación y exploración de conceptos relacionados a la simetría esférica y cilíndrica dentro de la ley de Gauss pueden presentarse como un puente entre el conocimiento teórico y la aplicación práctica, lo cual contribuye en la construcción significativa del conocimiento.

Por otra parte, el uso de estos recursos puede contribuir en atender los diferentes tipos de aprendizaje que presentan los estudiantes de séptimo semestre de la carrera en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física , debido a que algunos estudiantes pueden comprender la ley de Gauss mediante explicaciones analíticas y matemáticas, por otro lado, otro grupo puede requerir apoyo kinestésico o visual para internalizar los conceptos; los modelos tridimensionales son herramientas que pueden integrarse fácilmente como material didáctico que contribuyen con las diversas necesidades dentro del aprendizaje.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Elaborar material concreto para el aprendizaje de las simetrías esférica y cilíndrica en la ley de Gauss, para estudiantes de séptimo semestre de la Carrera de Licenciatura en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física.

1.4.2 Objetivos específicos

- Conceptualizar las bases teóricas de las simetrías esférica y cilíndrica en el contexto de la Ley de Gauss.
- Analizar las dificultades que presentan los estudiantes de séptimo semestre de la carrera de Licenciatura en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física en las simetrías esférica y cilíndrica en el contexto de la Ley de Gauss.
- Diseñar material concreto para el aprendizaje de las simetrías esférica y cilíndrica en el contexto de la Ley de Gauss.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Estado del Arte.

Marqués Villarroya (2022) en su trabajo denominado “*Propuesta didáctica sobre el teorema de Gauss: Teoría y aplicaciones prácticas para el cálculo del campo eléctrico*”, presenta una secuenciación didáctica acerca de la ley del Gauss aplicada en el cálculo del campo eléctrico; en su investigación denota la dificultad que presentan los estudiantes en relación a este tema; y propone una metodología dinámica que puede ser utilizada por los docentes de Física, la cual se encuentra basada en el Aprendizaje Basado en el Pensamiento o Thinking Based Learning (TBL). Dentro de esta propuesta el investigador encamina al alumnado a la profundización de la formulación de hipótesis y extracción de conclusiones mediante el uso del método científico, posterior a esto, establece diversos ejercicios o casos prácticos que se encuentran ordenados sistemáticamente acorde al nivel de dificultad, finalmente, se denota el cálculo del campo eléctrico en diversas geometrías que se encuentran dispuestas por distribuciones de cargas en distintos medios. Esta investigación mostró resultados positivos, debido a que el alumnado fue capaz de construir su propio conocimiento teniendo la ley de Gauss como su cimiento, durante la aplicación de esta metodología los estudiantes lograron interiorizar de mejor manera los contenidos, a diferencia de otras metodologías tradicionales, esto plenamente favoreció en el aprendizaje activo y significativo de la ley de Gauss.

Por otra parte, la Universidad Nacional de Loja, en la carrera de Pedagogía de las Ciencia experimentales, presenta una investigación denominada: “*Recursos virtuales en enseñanza y aprendizaje de electricidad y magnetismo para estudiantes de nivel de bachillerato*”, desarrollada por Chacho Tamay (2024). Dentro de esta investigación se puede evidenciar los recursos virtuales como material concreto dentro del proceso de enseñanza para la Física, estos recursos virtuales comprenden simulaciones interactivas que facilitan la comprensión de los diversos conceptos abstractos, a su vez, la experimentación en tiempo real; dentro del proceso investigativo, el investigador realizó diversas búsquedas en la web que permitieron establecer datos científicos, siendo estos hallados mediante motores de búsqueda especializados, por otra parte, durante la manipulación de este material concreto pudo evidenciar que los estudiantes mostraban mayor interés hacia la materia de Física durante la aplicación de la ley de Gauss en el electromagnetismo. Concluye de grosso modo que el uso y la correcta aplicación de material concreto en el proceso de enseñanza de Física puede aumentar significativamente el interés y el desempeño académico de los estudiantes, debido a que, al poder manipular sea de forma virtual o física los elementos, cada uno de los estudiantes logran obtener una comprensión significativa del contenido que se encuentran estudiando, haciendo así su proceso de aprendizaje más interactivo y a su vez significativo.

2.2. Fundamentación teórica.

2.2.1 Ley de Gauss

La ley de Gauss presenta una de las ecuaciones fundamentales dentro del electromagnetismo, la cual fue establecida por Carl Friedrich Gauss en el siglo XIX (Cordero S., 2017); esta ecuación es importante debido a que describe la relación que existe entre una distribución de carga eléctrica y el campo eléctrico que es generado por dicha distribución en función de este campo a través de una superficie cerrada. Esta ley se expresa como:

$$\oint_S E \cdot dA = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$$

En donde,

- $\oint_S E \cdot dA$: es el flujo eléctrico a través de una superficie cerrada S , que se obtiene al integrar el campo eléctrico E sobre la superficie.
- E : es el campo eléctrico
- dA : Es un elemento diferencial del área en la superficie cerrada S , con su dirección normal apuntando hacia fuera.
- Q_{enc} : es la carga total encerrada dentro de la superficie cerrada S .
- ϵ_0 : es la permitividad del vacío una constante física que tiene un valor aproximadamente de $8.854 \times 10^{-12} \frac{F}{m}$.

Dentro de la aplicación práctica, la Ley de Gauss se encuentra en sistemas en donde las distribuciones de carga presentan simetrías definidas, como es el caso de esferas, cilindros o planos infinitos. En estos casos es posible calcular el campo eléctrico de forma simplificada en contraste con la directa aplicación de la ley de Coulomb, lo cual evidentemente implicaría la resolución de integrales complejas (Bermúdez Manjarres et al., 2020).

Por otra parte, también se encuentra dentro del marco de las ecuaciones de Maxwell, las cuales presentan gran relevancia dentro del electromagnetismo clásico, debido a que describen cómo los campos eléctricos y magnéticos logran interactuar con diversas cargas y corrientes, así como su interacción entre sí (López de la Cruz, 2024).

2.2.2 Simetrías en la ley de Gauss

El concepto de simetría es esencial durante la aplicación efectiva de la ley de Gauss, debido a que al establecer una superficie cerrada de forma adecuada llamada también como superficie gaussiana, la simetría que presenta la distribución de carga permite la simplificación de la evaluación del flujo eléctrico (Pazos, 2023).

2.2.2.1 Simetría esférica

La simetría esférica se establece en sistemas que presentan distribución de carga uniforme en todas las direcciones a partir de su centro (Arroyo Guzmán et al., 2020), como ejemplo de esto se tiene:

- **Cargas puntuales:** un sistema en el cual toda la carga se concentra en un solo punto
- **Esferas cargadas uniformemente:** un sistema en donde la carga se encuentra distribuida de forma uniforme dentro de una superficie o en su defecto, dentro del volumen de la esfera.

Estos sistemas muestran que el campo eléctrico tiene una magnitud constante a una distancia fija del centro, a su vez, apunta de forma radial hacia fuera o hacia el centro, esto dependerá del signo que presente la carga; Mulia Rodríguez, (2015) manifiesta que, la simetría permite la simplificación de la integral de flujo de la siguiente forma:

$$\oint_S E \cdot dA = E(r) \oint_S dA = E(r)(4\pi r^2)$$

En donde,

- **E :** Es la magnitud del campo eléctrico en función de la distancia radial “ r ”, desde el centro de la carga.
- **dA :** Es la diferencial del área en la superficie gaussiana que en este caso es una esfera de Radio “ r ”.
- **$4\pi r^2$:** Es el área total de las superficies esféricas de radio “ r ”.

Por tanto, en este caso la ley de Gauss expresa:

$$E(r)(4\pi r^2) = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$$

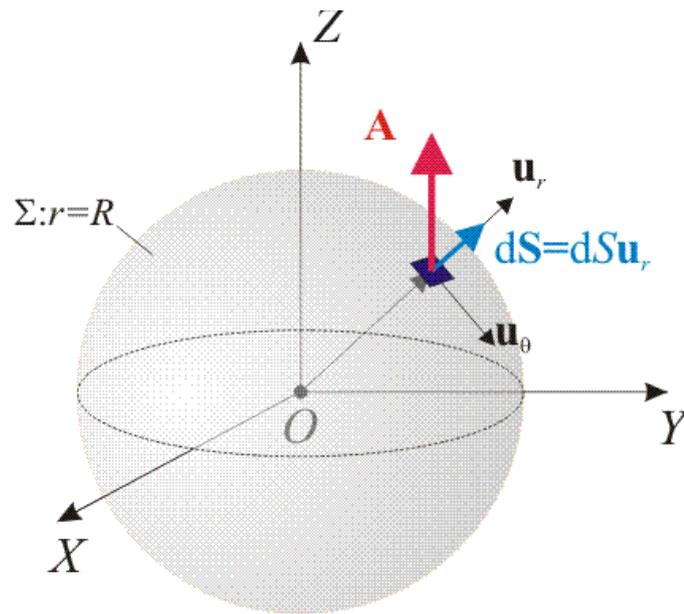
Despejando $E(r)$:

$$E(r) = \frac{Q_{enc}}{4\pi r^2 \epsilon_0}$$

Consiguiendo así una expresión que muestra el campo eléctrico dentro de un sistema esféricamente simétrico, en donde, $E(r)$ depende solamente de la carga encerrada Q_{enc} y la distancia radial “ r ”.

La simetría esférica, también implica que cualquier punto en la superficie esférica es equivalente, eliminando así, la necesidad de considerar complicados efectos direccionales, convirtiendo a la esfera en una óptima elección para diversas situaciones teóricas, como también, aplicaciones prácticas.

Figura 1.
Simetría esférica



Nota. Obtenido de Universidad de Sevilla, producido por Departamento de Física Aplicada III (2009. p.1).

En algunos casos de aplicación, también se incluye la electricidad atmosférica, en donde, grandes regiones cargadas en la atmósfera terrestre se encuentran aproximándose como esferas cargadas, así también, simulaciones computacionales que presentan partículas distribuidas.

2.2.2.2 Simetría cilíndrica

La simetría cilíndrica se establece cuando ocurre la distribución de carga de forma uniforme a lo largo de un eje (Madrigal, 2020), como lo que sucede con:

- **Líneas infinitas de carga:** se presenta cuando el campo eléctrico es perpendicular al eje de la línea.
- **Cilindros cargados:** se muestra cuando la carga se encuentra distribuida en la superficie, al igual que en su volumen.

Por tanto, para una línea infinita de carga con densidad lineal, el campo eléctrico establecido una distancia del eje puede ser calculado seleccionando un cilindro que presente una superficie gaussiana, teniendo así:

$$\oint_S E \cdot dA = E(r)(2\pi rL)$$

Siendo, “ $2\pi rL$ ” el área lateral del cilindro, en donde, “ L ” muestra la longitud del cilindro gaussiano.

Conforme con la ley de Gauss el flujo total presentado a través de la superficie cerrada es igual a la carga encerrada “ Q_{enc} ”, dividida por la permitividad del vacío “ ϵ_0 ”:

$$E(r)(2\pi rL) = \frac{Q_{enc}}{\epsilon_0}$$

La carga encerrada “ Q_{enc} ”, se muestra como la densidad lineal de carga “ λ ”, siendo esta multiplicada por la longitud “ L ” del cilindro gaussiano:

$$Q_{enc} = \lambda L$$

obteniendo así,

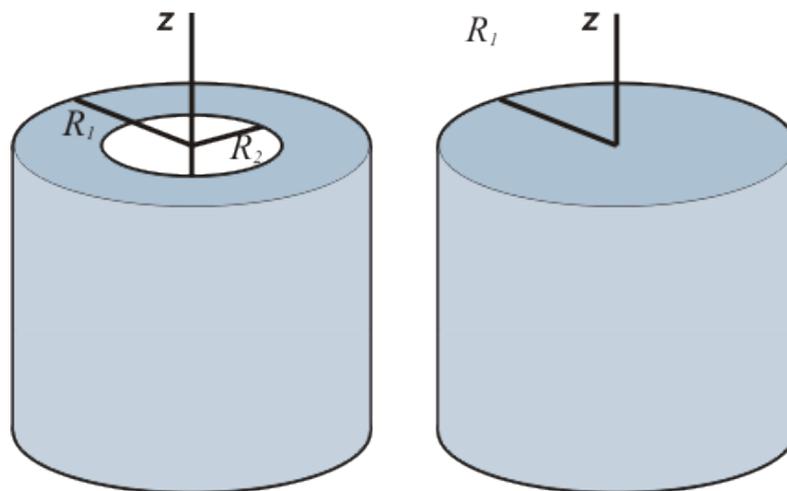
$$E(r)(2\pi rL) = \frac{\lambda L}{\epsilon_0}$$

$$E(r) = \frac{\lambda L}{2\pi rL \epsilon_0}$$

Esta expresión es utilizada para el campo eléctrico debido a una línea infinita de carga con densidad lineal “ λ ”, por tanto, el campo eléctrico dependerá de la densidad de carga “ λ ” y la distancia radial “ r ” desde la línea de carga (Alarcon Talaverano, 2021).

Figura 2.

Simetría cilíndrica



Nota. Adaptado de la publicación realizada por Martín Blas y Serrano Fernández (2024).

2.2.3 Matemática de la simetría

El uso de las diversas herramientas matemáticas es esencial para la efectiva aplicación de la ley de Gauss, debido a que permite la simplificación de cálculos en torno al flujo eléctrico en diversas situaciones de simetría definidas, esta ley implica que, el flujo eléctrico a través de una superficie cerrada está directamente relacionado con la carga encerrada y a su vez con la permitividad del espacio libre, esta concepción requiere diversos conceptos avanzados de cálculo tanto diferencial, como integral (Roa-Neri & Villavicencio, 2015).

2.2.4 Material concreto en enseñanza de la Física

El material concreto como herramienta utilizada dentro de la enseñanza de los conceptos abstractos, tal como la ley de Gauss, es fundamental debido a que logra facilitar la comprensión de estos conceptos en el estudiantado; este enfoque didáctico, permite obtener un aprendizaje activo, pues los estudiantes logran interactuar directamente con cada una de las herramientas y modelos que logran representar los conceptos físicos de forma tangible o en su defecto, de manera digital mediante simulaciones (Díez Uña, 2015).

2.2.4.1 Modelos tridimensionales

Los modelos tridimensionales, se presentan como herramientas didácticas que pueden representar distribuciones de carga y superficies gaussianas, lo cual permite al estudiantado visualizar cómo el campo eléctrico logra interactuar con diferentes geometrías, así como: esferas, cilindros y planos. El uso de diversos modelos tridimensionales logra fomentar el pensamiento crítico y la exploración, debido a que, los estudiantes pueden manipular estos modelos con el fin de observar el cambio de las propiedades dentro del campo eléctrico y su flujo en relación a la variación geométrica o la distribución de carga, siendo ésta una experiencia clave dentro de sistemas complejos, dónde es posible que las representaciones bidimensionales sean insuficientes (Jaramillo-Mujica et al., 2017).

2.2.4.2 Simulaciones digitales

Las simulaciones digitales permiten la exploración de sistemas electromagnéticos complejos dentro de un entorno controlado y visualmente atractivo, permitiendo a los estudiantes experimentar con diferentes configuraciones de geometrías y cargas, lo cual, proporciona una comprensión profunda de los diversos principios subyacentes; este tipo de herramientas son utilizadas especialmente en estudiantes cinestésicos y visuales, debido a que, con el uso de las simulaciones digitales los estudiantes pueden aprender de mejor forma la Ley de Gauss por medio de la exploración activa (Velazco & Buteler, 2017).

2.2.4.3 Herramientas manipulativas

Las herramientas manipulativas son diversos materiales concretos y tangibles utilizados para el desarrollo del aprendizaje por medio de la manipulación, permitiendo una experiencia sensoria, práctica y enriquecedora, dentro de estos materiales se puede establecer el diseño de cilindros transparentes o esferas, son útiles al momento de representar conceptos abstractos de forma tangible, este tipo de herramientas permiten al estudiantado interactuar de forma física con modelos, los cuales logran representar campos eléctricos y distribuciones de carga, pues, facilitan una comprensión intuitiva de diversos conceptos clave; el uso de material concreto dentro de la enseñanza de la Física, mejora significativamente la comprensión conceptual, promoviendo y fomentando un aprendizaje activo, como también, una experiencia de aprendizaje efectiva y atractiva (Cevallos Cevallos, 2015).

2.2.4.4 Diseño y uso de material para la Ley de Gauss

El diseño o creación de material didáctico que presenten efectividad dentro de la enseñanza de la Ley de Gauss, debe encontrarse basado en los principios que presenta el aprendizaje activo, como también la comprensión profunda de los diversos conceptos físicos, implicando la consideración de las necesidades pedagógicas que presentan los estudiantes, así como las diversas características específicas de los conceptos que se pretende abordar (Hernández Martínez & Villavicencio Torres, 2017).

2.2.4.4.1 Consideraciones pedagógicas

Conforme el plano pedagógico, el diseño o creación de material didáctico debe enfocarse a nivel de comprensión que presenta el estudiantado, como también al estilo de aprendizaje y metas establecido durante el curso, siendo importante proporcionar diversas representaciones visuales, las cuales, deben ser claras y simplificadas en torno a los conceptos claves, así mismo, estos materiales pueden incluir conjuntamente simulaciones complejas y desafíos que requieran la aplicación de la Ley de Gauss en diversos sistemas reales.

Con el fin de establecer un enfoque pedagógico efectivo, es necesario la incorporación de diversos ejemplos concretos, los cuales deben presentar relevancia para el estudiantado, pudiendo incluir situaciones cotidianas o aplicaciones tecnológicas sobre la Ley de Gauss, por otra parte, es imperante adaptar cada uno de los materiales conforme a los estilos de aprendizaje (Guamán Cuzco, 2024).

2.2.4.4.2 Características del material

El material didáctico concreto debe ser fácil de usar, visualmente atractivo e interactivo, éste puede estar acompañado de representaciones gráficas, al igual que modelos tridimensionales, con los cuales, los estudiantes puedan visualizar de forma sencilla conceptos abstractos como la distribución de carga y las superficies gaussianas; por otra parte, es necesario que el material elaborado permita experimentar y observar de forma representativa los cambios que se pueden producir dentro de los campos eléctricos y su flujo.

Por otra parte, un material bien diseñado puede incluir diversas explicaciones detalladas, así como, ejemplos que puedan guiar a los estudiantes a través de los conceptos de análisis, así también, es posible la implementación de ejercicios prácticos que puedan desarrollar los estudiantes en torno a la aplicación de la ley de Gauss en diferentes situaciones (Cyrules, 2022).

2.2.5 Bambu Lab A1 Mini

Es una impresora 3D de escritorio, la cual fue diseñada por Chales Hull, el cual es considerado como el pionero de la impresión 3D; ésta se creó para proporcionar una experiencia de impresión accesible precisa y rápida, ésta habitualmente es utilizada por principiantes, cabe recalcar que, ya se encuentra preensamblada y calibrada directamente

desde la fábrica, permitiendo tener una configuración inicial que dura 20 minutos aproximadamente.

Presenta dos opciones, la primera es la opción básica denominada Bambu Lab A1 Mini que oscila en un precio de 199 dólares y la segunda, es la versión que contiene un sistema AMS Lite, teniendo un precio que oscila los 349 dólares (Craft, 2024).

Esta impresora, presenta las siguientes características (Bambu Lab, 2024):

- **Impresión multicolor:** la impresora muestra compatibilidad con el sistema AMS Lite lo cual facilita diversas impresiones en una amplia gama de colores de forma confiable y sencilla.
- **Calibración automática** la impresora es capaz de realizar diversas calibraciones de forma automática para nivelar la cama, ajustes del offset Z, dinámica de flujo y calibraciones de vibración,
- **Compensación activa de flujo:** la impresora se encuentra equipada con un sensor de presión en su boquilla, la cual, se ajusta de formativa conforme a la tasa de flujo que permite garantizar de superficie suavizadas.
- **Operación silenciosa:** presenta un ruido de ≤ 48 dB, lo cual no produce molestias durante el proceso de impresión.
- **Diseño robusto y compacto:** muestra un diseño con marcos rígidos e incluye rieles metálicos, los cuales, pueden alcanzar una velocidad de impresión de $500 \frac{mm}{s}$, sin dañar la calidad de la impresión.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de la investigación

El presente estudio tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que busca analizar en cierta medida los requerimientos que tienen los estudiantes de séptimo semestre de la carrera en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física pertenecientes a la Universidad Nacional de Chimborazo, conforme al aprendizaje de la aplicación de la Ley de Gauss en los sistemas de simetría cilíndrico y esférico, sustentado por Useche et al. (2019), quienes establecen que una investigación con enfoque cuantitativo se encuentra basado en datos numéricos, los cuales permiten analizar y comprobar información, siendo ésta utilizada para describir, explicar y predecir fenómenos, dependiendo del requerimiento del investigador.

3.2. Diseño de la investigación

Arispe Albuquerque et al. (2020), establecen que existen diversos diseños de investigación, entre estos se encuentra el diseño no experimental, el cual, se realiza sin la manipulación de las variables de forma deliberada, mas, se enfoca en observar los fenómenos dentro de su contexto con el fin de ser analizados, es por ello que, por la naturaleza del presente proyecto de investigación, el diseño fue de carácter no experimental.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación fue descriptivo-propositivo, descriptivo porque analiza la dificultad de los estudiantes con temas abstractos como la Ley de Gauss y la simetría y propositivo porque se plantea una guía educativa concreta sobre el uso de materiales manipulables, esto se sustenta por Ramos Galarza (2020), que menciona pudiendo identificar características generales producidas dentro del fenómeno de estudio, además menciona que, el nivel descriptivo logra caracterizar el fenómeno de estudio.

3.4. Tipo de investigación

3.4.1. De campo

El proceso investigativo se desarrolló en la Universidad Nacional de Chimborazo con estudiantes del séptimo semestre de la carrera de Pedagogía en las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física, conforme a lo establecido por Nájera Galeas & Paredes Calderón (2017), los cuales establecen que una investigación de campo es un método de recolección de datos que se generan fuera de una biblioteca o laboratorio, siendo éstos recolectados en el lugar en donde ocurre el fenómeno de estudio, y teniendo como objetivo obtener nuevos conocimientos.

3.4.2. Investigación Transversal

La investigación es de tipo transversal debido a que la recolección de datos se obtuvo en un solo periodo de tiempo, de acuerdo a lo planteado por Cvetkovic-Vega et al. (2021), los cuales manifiestan que una investigación transversal analiza a un grupo de personas o en su defecto recopila cierta información dentro de un momento determinado o durante el transcurso de un corto periodo.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población seleccionada para el proceso de investigación fueron los estudiantes de sexto y séptimo semestre de la carrera en Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, constituyendo un total de 28 estudiantes; considerando lo expuesto por Arias-Gómez et al. (2016), los cuales manifiestan que la población es un grupo de elementos accesibles, siendo este grupo el referente para el establecimiento de una muestra, teniendo una o varias características que contribuyan al problema de estudio.

3.5.1.1 Caracterización de la Población

Tabla 1.

Caracterización de la Población

Semestre	Cantidad de estudiantes
Sexto semestre	16
Séptimo semestre	12
TOTAL	28

Nota. Los datos obtenidos fueron a través de la Secretaría de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo.

3.5.2. Muestra

La muestra establecida se encontró constituida por todos los estudiantes pertenecientes al séptimo semestre de la carrera de Pedagogía de las Ciencias Experimentales: Matemática y la Física de la Universidad Nacional de Chimborazo, siendo un total de 12 estudiantes. La muestra fue establecida a través del muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a lo manifestado por Condori-Ojeda (2020), el cual establece que, la muestra es un subconjunto perteneciente a la población, la cual, se selecciona con el fin de determinar patrones o estado de la población, por otra parte, Hernández González (2021), manifiesta que, dentro del proceso de investigación es posible realizar dos tipos de muestreo,

siendo estos, el muestreo probabilístico y el muestreo no probabilístico, el muestreo no probabilístico se efectúa cuando se selecciona una muestra de forma arbitraria debido a las necesidades del investigador.

3.6. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

3.6.1. Técnica.

La técnica utilizada para la recolección de datos fue la encuesta, considerando lo propuesto por Cisneros Caicedo et al. (2022), quienes manifiestan que la encuesta recopila información mediante el uso de un cuestionario, el cual es diseñado previamente, ésta no modifica ni controla el proceso de observación.

3.6.2. Instrumento.

El cuestionario fue el instrumento aplicado durante el proceso investigativo éste estuvo conformado por 10 preguntas con escala de Likert, el cual fue validado por expertos. Sineace (2020), expresa que el cuestionario es una herramienta que permite el análisis de diferentes estudios disminuyendo significativamente la probabilidad de sesgos que se puedan encontrar con relación a los individuos encuestados.

3.7. Técnicas de procesamiento de datos

Para el procesamiento de datos se utilizó el software Microsoft Excel, éste permitió la presentación tanto de tablas como de gráficas.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. Resultados.

Pregunta 1: Considero que tengo una comprensión sólida de los conceptos de simetría esférica y cilíndrica en el contexto de la Ley de Gauss

Tabla 2.

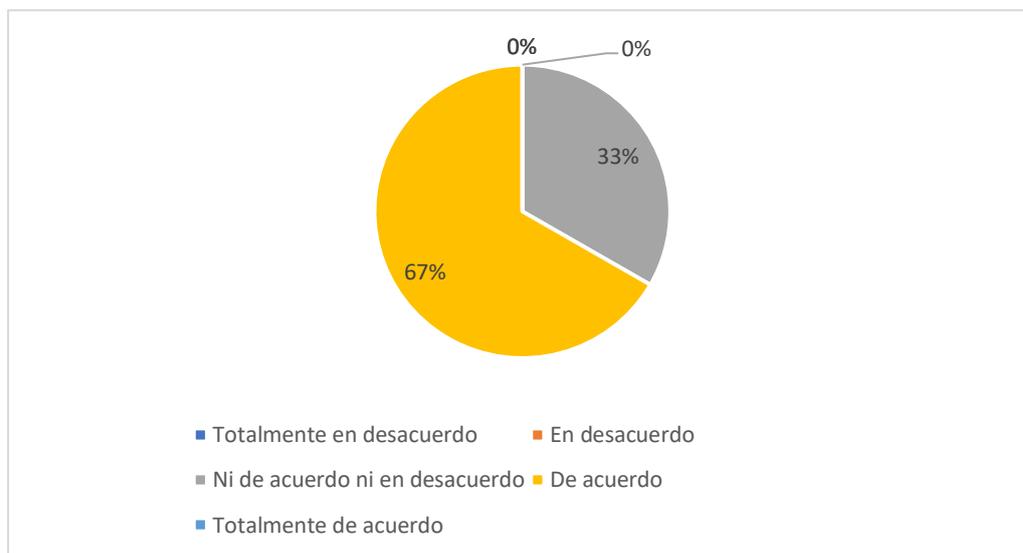
Resultados obtenidos de la pregunta 1.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia Porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	33%
De acuerdo	8	67%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor.

Figura 3.

Resultados obtenidos de la pregunta 1.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 2

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que 4 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y 8 estudiantes están de acuerdo con que tienen una comprensión sólida de los conceptos de simetría esférica y cilíndrica en el contexto de la ley de Gauss.

Interpretación

De los resultados obtenidos se puede evidenciar que gran parte de los estudiantes manifiestan tener una comprensión sólida en cuanto a los conceptos establecidos en la simetría cilíndrica esférica conforme al contexto de la ley de Gauss, por otra parte, otro grupo se siente indeciso.

Pregunta 2: Me resulta fácil visualizar cómo aplicar la Ley de Gauss para calcular el campo eléctrico en distribuciones de carga con simetría esférica o cilíndrica.

Tabla 3.

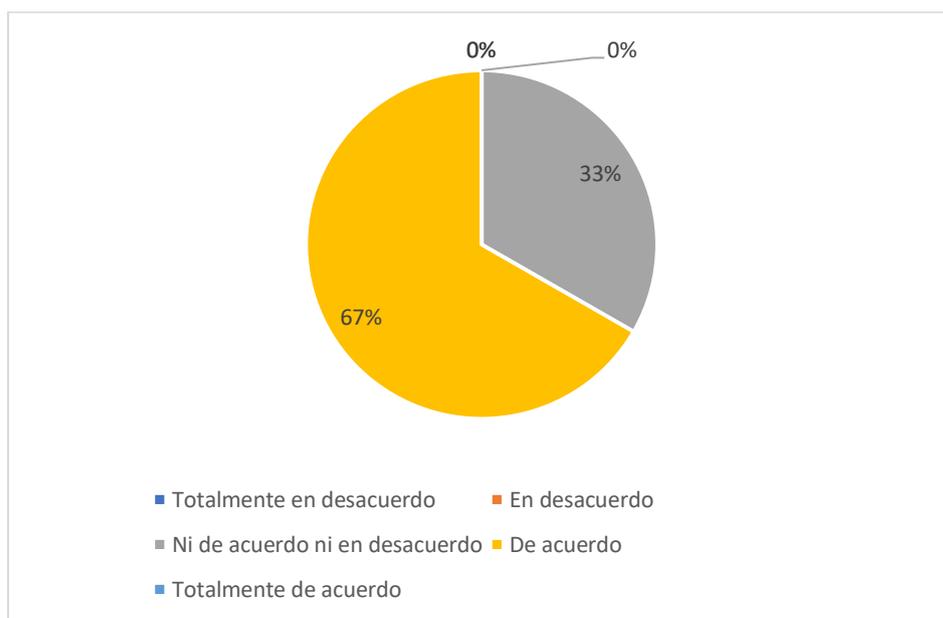
Resultados obtenidos de la pregunta 2.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia Porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	33%
De acuerdo	8	67%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 4.

Resultados obtenidos de la pregunta 2.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 3

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que 4 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y 8 estudiantes están de acuerdo con que pueden visualizar con facilidad la aplicación de la ley de Gauss en distribuciones de carga con simetría esférica o cilíndrica.

Interpretación

Gran parte de los estudiantes manifiestan que pueden visualizar cómo se aplica la ley de Gauss en el cálculo del campo eléctrico conforme a las distribuciones de carga con simetría esférica o cilíndrica, por otra parte, otro grupo se siente indeciso.

Pregunta 3: Entiendo claramente la importancia de elegir una superficie gaussiana adecuada para simplificar los cálculos en estos casos.

Tabla 4.

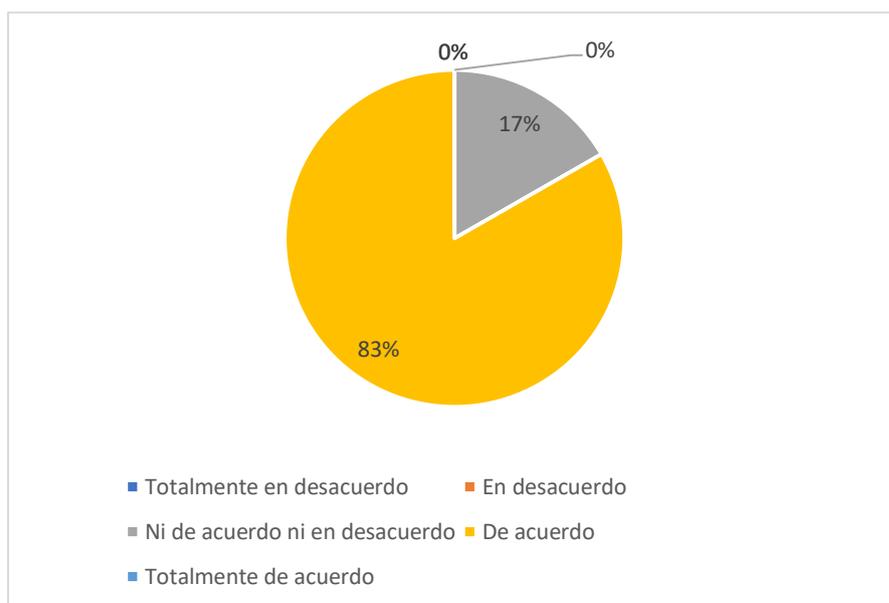
Resultados obtenidos de la pregunta 3.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia Porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	2	17%
De acuerdo	10	83%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 5.

Resultados obtenidos de la pregunta 3.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 4

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que 2 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y 10 estudiantes están de acuerdo en que entienden cómo elegir una superficie gaussiana.

Interpretación

Gran parte de los estudiantes manifiestan que comprenden la importancia de la correcta elección de la superficie gaussiana para la simplificación de los cálculos, por otra parte, un grupo se siente indeciso.

Pregunta 4: Distingo las diferencias entre el cálculo del flujo eléctrico a través de una superficie gaussiana esférica y una cilíndrica, y las implicaciones que esto tiene en el campo eléctrico resultante.

Tabla 5.

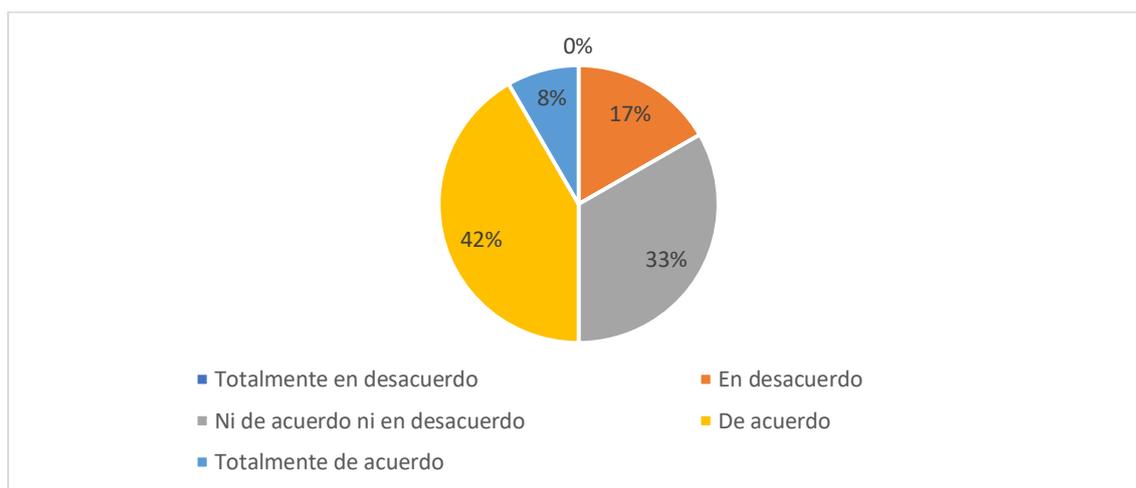
Resultados obtenidos de la pregunta 4.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia Porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	2	17%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	33%
De acuerdo	5	42%
Totalmente de acuerdo	1	8%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 6.

Resultados obtenidos de la pregunta 4.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 5

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que 2 estudiantes se encuentran en desacuerdo, 4 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, 5 estudiantes están de acuerdo y 1 estudiante está totalmente de acuerdo en que distinguen las diferencias en el cálculo de flujo, así como también, las implicaciones en el campo resultante.

Interpretación

Gran parte de los estudiantes manifiestan que, no comprenden o están indecisos en cuanto a la distinción entre el cálculo de flujo eléctrico a través de una superficie gaussiana esférica y/o cilíndrica, al igual que, las implicaciones que éstas tienen dentro del campo eléctrico resultante, por otra parte, un número de estudiantes no distinguen o están indecisos en su entendimiento conforme con la distinción entre el cálculo de flujo eléctrico a través de una superficie gaussiana esférica y/o cilíndrica, al igual que, las implicaciones que estas tienen dentro del campo eléctrico resultante.

Pregunta 5: Puedo identificar las situaciones físicas en las que es más apropiado utilizar la simetría esférica o cilíndrica para resolver problemas de campos eléctricos.

Tabla 6.

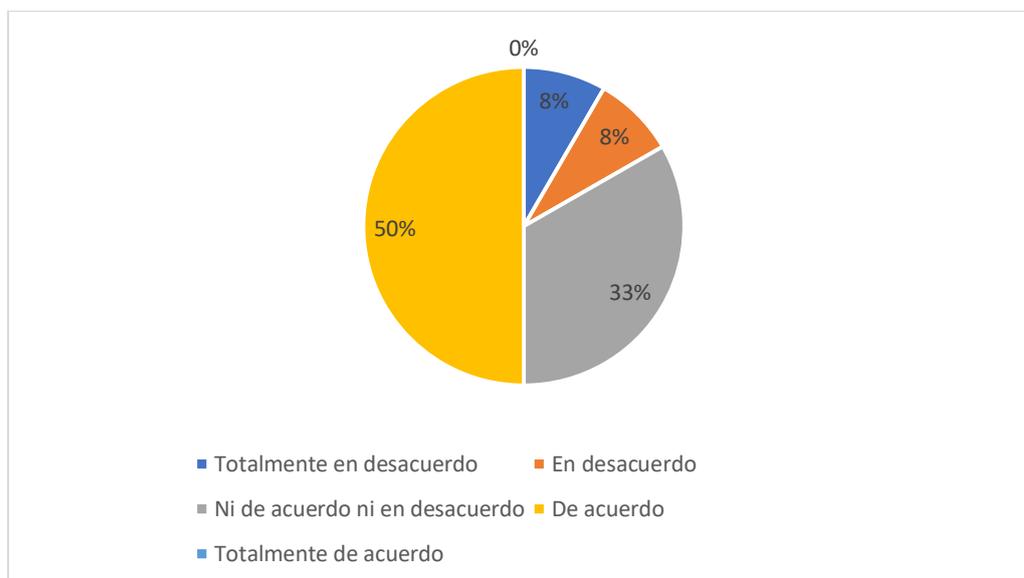
Resultados obtenidos de la pregunta 5.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia Porcentual
Totalmente en desacuerdo	1	8%
En desacuerdo	1	8%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	33%
De acuerdo	6	50%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 7.

Resultados obtenidos de la pregunta 5.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 6

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que, un estudiante está totalmente en desacuerdo, un estudiante se encuentra en desacuerdo, 4 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y 6 estudiantes están de acuerdo en que identifican las situaciones físicas para emplear la simetría esférica en la resolución de problemas.

Interpretación

Gran parte de los estudiantes expresa que no pueden identificar las situaciones físicas en las que pueden utilizar tanto la simetría esférica, como cilíndrica, para la resolución de problemas de campos eléctricos, por otra parte, un grupo de estudiantes pueden identificar las situaciones físicas en las que pueden utilizar tanto la simetría esférica como cilíndrica, para la resolución de problemas de campos eléctricos.

Pregunta 6: Me resulta complicado comprender por qué el campo eléctrico es constante en magnitud sobre una superficie gaussiana con simetría esférica o cilíndrica.

Tabla 7.

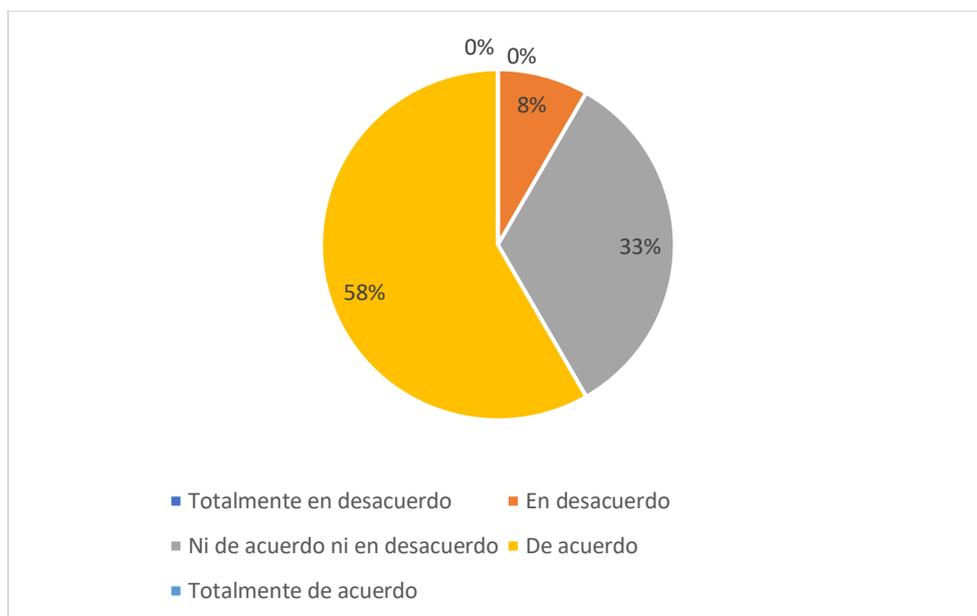
Resultados obtenidos de la pregunta 6.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	1	8%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	33%
De acuerdo	7	58%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 8.

Resultados obtenidos de la pregunta 6.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 7

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que un estudiante se encuentra en desacuerdo, 4 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo 7 estudiantes están de acuerdo en que les resulta complicado comprender por qué el campo eléctrico es constante en magnitud sobre una superficie gaussiana con simetría esférica o cilíndrica.

Interpretación

Uno de los estudiantes manifiesta que no le resulta complicado comprender como el campo eléctrico se establece constante en su magnitud sobre una superficie gaussiana en la simetría esférica o cilíndrica, por otra parte, gran número de estudiantes sí les resulta complicado comprender como el campo eléctrico se establece constante en su magnitud sobre una superficie gaussiana en la simetría esférica o cilíndrica.

Pregunta 7: Encuentro dificultades para determinar la dirección del campo eléctrico en diferentes puntos de una superficie gaussiana.

Tabla 8.

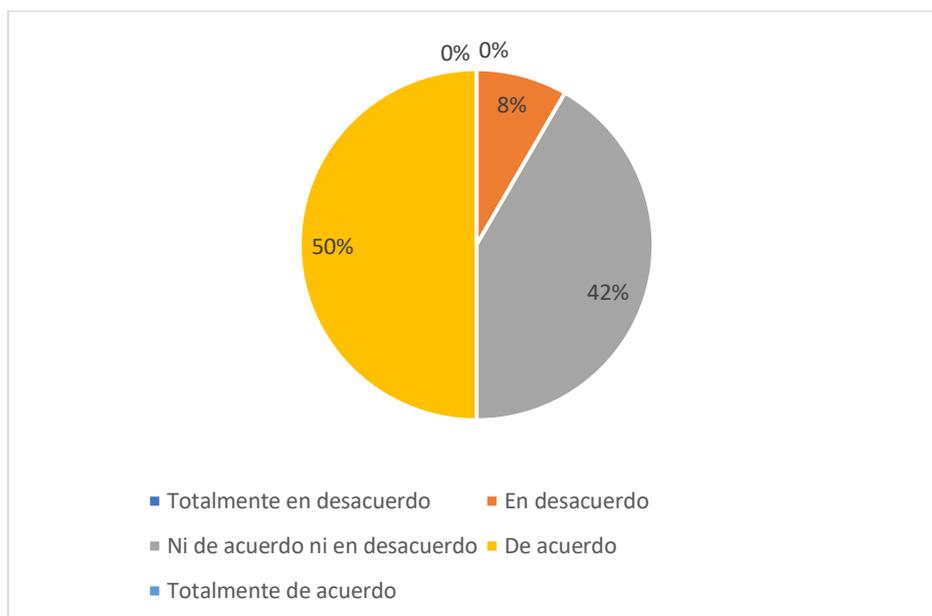
Resultados obtenidos de la pregunta 7.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	1	8%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	42%
De acuerdo	6	50%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 9.

Resultados obtenidos de la pregunta 7.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 8

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que un estudiante se encuentra en desacuerdo, 5 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo 6 estudiantes están de acuerdo en que encuentran dificultad en la determinación de la dirección del campo eléctrico.

Interpretación

Uno de los estudiantes indica que, no encuentra dificultades en la determinación de la dirección del campo eléctrico en diferentes puntos en una superficie gaussiana, por otra parte, la gran mayoría sí encuentra dificultades al momento de determinar la dirección del campo eléctrico en diferentes puntos de una superficie gaussiana.

Pregunta 8: Considero que los ejercicios y problemas relacionados con estas simetrías son demasiado abstractos y no se relacionan con aplicaciones prácticas.

Tabla 9.

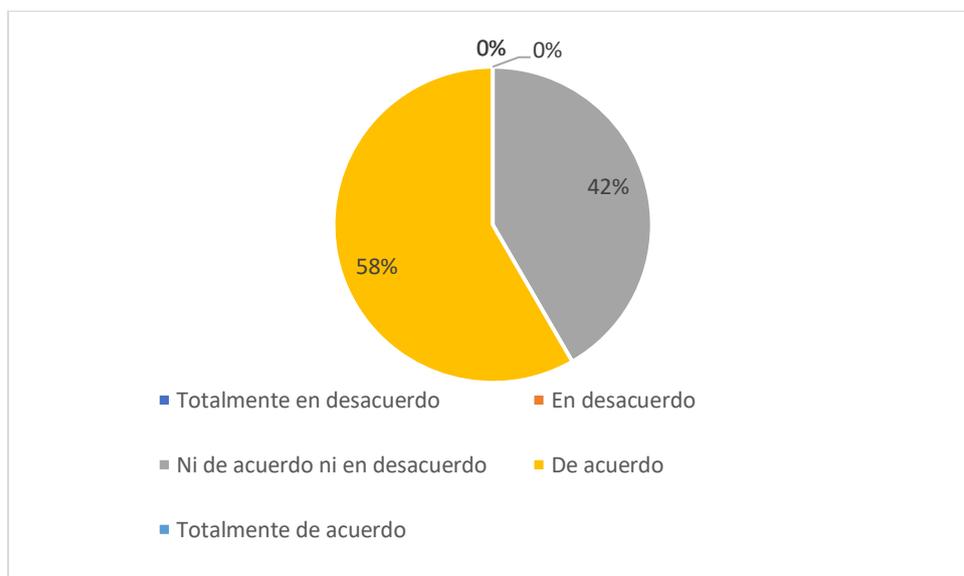
Resultados obtenidos de la pregunta 8.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	5	42%
De acuerdo	7	58%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 10.

Resultados obtenidos de la pregunta 8.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 9

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que, 5 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y 7 estudiantes están de acuerdo en que los ejercicios de desarrollo no se relacionan con la practicidad.

Interpretación

Gran número de estudiantes consideran que los ejercicios y problemas relacionados con estas simetrías son demasiado abstractos y no se relacionan con aplicaciones prácticas, otro grupo se encuentra indeciso.

Pregunta 9: Me gustaría que se profundizara más en la interpretación física de los resultados obtenidos al aplicar la Ley de Gauss en casos de simetría.

Tabla 10.

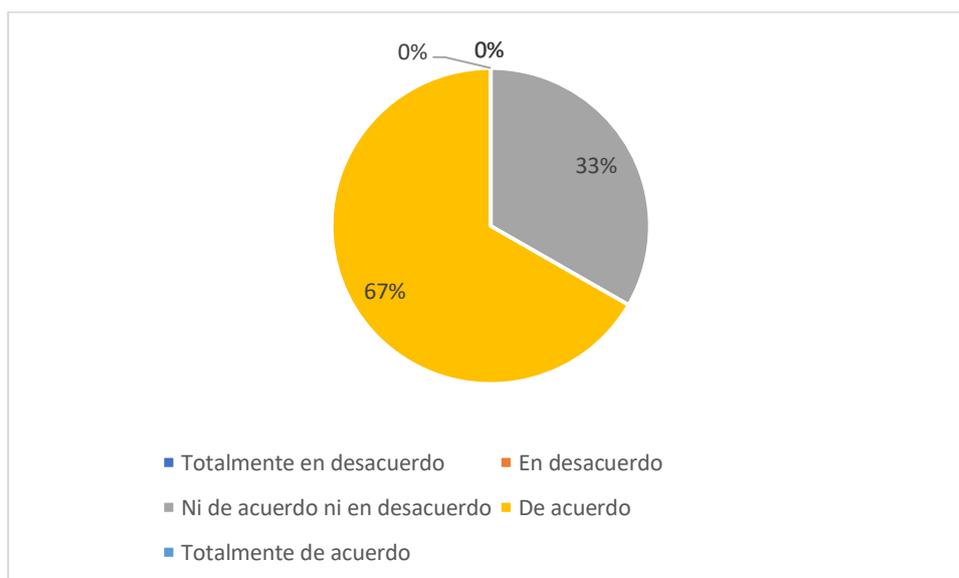
Resultados obtenidos de la pregunta 9.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia Porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	4	33%
De acuerdo	8	67%
Totalmente de acuerdo	0	0%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 11.

Resultados obtenidos de la pregunta 9.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 10

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que 4 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo y 8 estudiantes están de acuerdo en que se profundice más en la interpretación física de los resultados obtenidos.

Interpretación

Gran número de estudiantes indica que, les gustaría que se profundizara más en la interpretación física de los resultados obtenidos al aplicar la Ley de Gauss en casos de simetría, por otra parte, otro grupo se encuentra indeciso.

Pregunta 10: Creo que necesito más práctica resolviendo problemas para consolidar mi comprensión de estos conceptos.

Tabla 11.

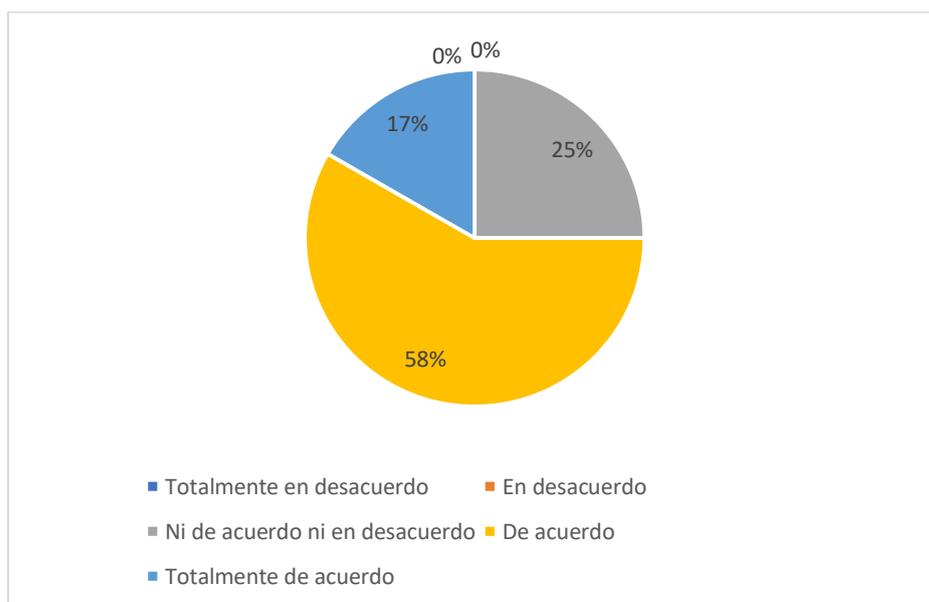
Resultados obtenidos de la pregunta 10.

Criterio	Frecuencia	Frecuencia porcentual
Totalmente en desacuerdo	0	0%
En desacuerdo	0	0%
Ni de acuerdo ni en desacuerdo	3	25%
De acuerdo	7	58%
Totalmente de acuerdo	2	17%
TOTAL	12	100%

Nota. Elaborado por el autor

Figura 12.

Resultados obtenidos de la pregunta 10.



Nota. Representación gráfica de los resultados de la tabla 11

Análisis

Los resultados obtenidos señalan que 3 estudiantes no están ni de acuerdo ni en desacuerdo, 7 estudiantes están de acuerdo y 2 estudiantes están totalmente de acuerdo en que necesitan más práctica para la resolución de problemas.

Interpretación

Gran número de estudiantes expresa que, necesitan más práctica resolviendo problemas para consolidar su comprensión de estos conceptos, por otra parte, pocos estudiantes están indecisos.

4.2. Discusión

Los hallazgos encontrados en la presente investigación se encuentran relacionados con los resultados presentados por Marqués Villarroya (2022), debido a que dentro de su investigación los estudiantes también presentaron dificultades en su proceso de aprendizaje de Física relacionado con los conceptos abstractos presentados en la ley de Gauss y su aplicación en el cálculo de problemas con respecto al campo eléctrico en diferentes superficies gaussianas, principalmente en simetrías esféricas y cilíndricas. Se denota la necesidad del desarrollo e implementación de diversas herramientas que permitan al estudiantado tener un aprendizaje más dinámico e interactivo, con lo cual puedan desarrollar y postular de mejor manera hipótesis a través de actividades prácticas, pues esto permitirá que los discentes puedan construir su propio conocimiento, fortaleciendo así su comprensión de la ley de Gauss, al igual que la aplicación que estas tienen en diversas simetrías.

De igual manera, coincide con lo encontrado por Chacho Tamay (2024), en donde se evidencia que el uso de recursos o materiales concretos permite a los estudiantes experimentar tangiblemente los fenómenos físicos en tiempo real, lo cual mejoraría su experiencia de aprendizaje, contribuyendo en su comprensión y motivación en Física, pues, las impresiones 3D permiten entender de mejor manera las relaciones espaciales y la aplicación del cálculo en superficies gaussianas que son regidas en la ley de Gauss, derivando en un aprendizaje significativo.

Es por ello por lo que, el desarrollo y aplicación de impresiones 3D promueve significativamente el pensamiento crítico en los discentes, ya que, al presentar nuevas estrategias pedagógicas es posible superar diversas dificultades que se presentan en la enseñanza tradicional, en donde, en gran parte del tiempo la enseñanza se enmarca habitualmente en la memorización de fórmulas y desarrollo de ejercicios de manera mecánica y no se encamina en el desarrollo del razonamiento espacial y analítico.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Al desarrollar un marco teórico debidamente fundamentado con respecto a la simetría esférica y cilíndrica dentro del marco de la ley de Gauss, la identificación de conceptos esenciales, al igual que características presentadas en cada una de las simetrías, lo mismos que proporcionan una base sólida para el aprendizaje y la aplicación de la ley de Gauss con relación al flujo eléctrico en torno a superficies gaussianas.

En relación con las dificultades que presentan los estudiantes se pudo evidenciar que los principales desafíos están en relación con la abstracción de conceptos que se encuentran relacionados tanto con la simetría esférica como cilíndrica, en torno a la visualización de las superficies gaussianas. Evidenciando la necesidad de la implementación de materiales concretos que puedan contribuir en el desarrollo correcto del aprendizaje, a través de actividades interactivas y modelos tangibles.

El diseño y desarrollo del material concreto establecido fue un proceso que estuvo centrado en base a las necesidades identificadas en los estudiantes de séptimo semestre, estos recursos son modelos tridimensionales que permiten la representación tanto de la simetría esférica, como cilíndrica, buscando contribuir en la comprensión de los conceptos abstractos de la física y fomentando a la continua participación de los estudiantes durante su proceso de aprendizaje.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda analizar tanto de forma teórica como práctica los materiales que permitan la representación visual y tangible de las simetrías esféricas y cilíndricas, siendo el contenido enfocado en modelos físicos tridimensionales que permitan la comprensión de la distribución del campo eléctrico dentro de sistemas gaussianos.

Con el fin de poder identificar el nivel de comprensión que tienen los estudiantes frente a la simetría esférica y cilíndrica, es necesario aplicar diversas estrategias diagnósticas que permitan la recopilación de información en base a los errores conceptuales que se presenta con más frecuencia durante el estudio y aplicación de la ley de Gauss, la información recopilada se establecería como el puente para el diseño e implementación de una educación experimental.

En futuras investigaciones se recomienda el diseño de nuevas estructuras tridimensionales que permitan el establecimiento de pruebas de aprendizaje, así como la retroalimentación por parte de los estudiantes, de igual forma, es posible la exploración de la digitalización de varios recursos, pues permitirá su accesibilidad y aplicación al alcance de otros contextos educativos.

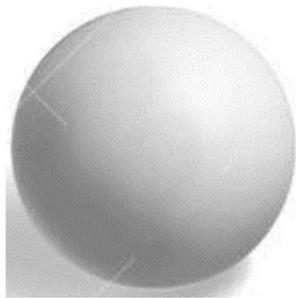
CAPÍTULO VI

6. Propuesta.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y TECNOLOGÍAS
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LA CIENCIAS EXPERIMENTALES:
MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA



USO DE MATERIAL CONCRETO PARA EL APRENDIZAJE DE SIMETRÍA
ESFÉRICA Y CILÍNDRICA EN LA LEY DE GAUSS



Elaborado por:

Mullo Maula Abel Mauricio

RIOBAMBA 2025

TEMA: USO DE MATERIAL CONCRETO PARA EL APRENDIZAJE DE SIMETRÍAS ESFERICAS Y CILINDRICAS EN LA LEY DE GAUSS

Justificación

El análisis de los resultados obtenidos a través del cuestionario utilizado para los estudiantes revela que generalmente hay una comprensión inicialmente aceptable de los conceptos básicos de ley de Gauss, especialmente en la relación entre la simetría esférica y cilíndrica. La mayoría de los estudiantes dicen que se sienten familiarizados con estos conceptos básicos y cómo pueden usarse para resolver problemas teóricos. Desarrollar aspectos más específicos, como la elección de superficies gaussianas, la interpretación del flujo eléctrico e identificación de condiciones físicas apropiadas para usar un cierto tipo de simetría, hay dificultades obvias. Una parte importante de los estudiantes que muestran incertidumbre o ignorancia al distinguir entre los efectos de diferente simetría o identificar situaciones reales en las que se pueden usar. Además, los conceptos principales, como la dirección del campo eléctrico y su constitución en superficies gaussianas, lo que indica que los estudiantes necesitan una mayor explicación del juicio físico detrás de estos fenómenos. Además, la creencia común en muchos es que los ejercicios en el aula tienden a ser abstractos y no están relacionados con el uso práctico, lo que puede afectar el nivel y el sentimiento de la motivación del contenido aprendido. Finalmente, enfatiza la necesidad de los estudiantes para mejorar su aprendizaje, ya que muchos expresan su necesidad de mayores problemas de práctica y quieren más claridad en la interpretación física de los resultados. Esta actitud positiva es una oportunidad valiosa para considerar y enriquecer las estrategias didácticas, integrar más actividades contextuales, ejercicios con aplicaciones reales y métodos visuales que promueven un aprendizaje significativo. Finalmente, los resultados justifican la necesidad de fortalecer los enfoques teóricos y prácticos para enseñar a la ley gaussiana para fortalecer el conocimiento adquirido y superar las dificultades identificadas en el proceso de aprendizaje.

Objetivos

Objetivo General

- Aplicar la ley de Gauss en sistemas con simetría esférica y cilíndrica mediante el uso de modelos 3D para visualizar superficies gaussianas y realizar cálculos experimentales sobre el flujo eléctrico.

Objetivos específicos

- Comprender la ley de Gauss en el contexto de la asimetría esférica y cilíndrica
- Utilizar modelos impresos en 3D que permitan la visualización de las superficies gaussianas.
- Desarrollar cálculos experimentales en base al flujo eléctrico utilizando el material proporcionado.

Código QR.



BIBLIOGRAFÍA

- Alarcon Talaverano, J. D. (2021). *Ley de Gauss- Potencial eléctrico-Capacitancia* (pp. 32–33). Universidad Nacional de Educación.
<https://repositorio.une.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a16cdf28-c2f6-45e5-a798-665bce73f736/content>
- Arias-Gómez, J., Villasís-Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 202.
<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755023011.pdf>
- Arispe Albuquerque, C., Yangali Vicente, J. S., Lozada de Bonilla, O., & Acuña Sacramento, C. (2020). *La investigación científica* (Primera ed). Una aproximación para los estudios de posgrado.
[https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA.pdf](https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/4310/1/LA_INVESTIGACIÓN_CIENTÍFICA.pdf)
- Arroyo Guzmán, L. A., Rivas Jiménez, E., Rocha Ruiz, J. P. de J., Ruelas Carrillo, E., & Zepeda Gómez, J. L. (2020). *Electromagnetismo* (pp. 17–18). Centro Universitario de la Costa.
https://www.researchgate.net/publication/344506835_ELECTROMAGNETISMO_JOSE_LUIS_ZEPEDA_GOMEZ
- Bambu Lab. (2024). *Bambu Lab A1 mini*. A Colorful Gateway to 3D Printing.
<https://bambulab.com/en/a1-mini?utm>
- Bermúdez Manjarres, A. ., Nowakowski, M., & Batic, D. (2020). Coulomb Law in the Non-Uniform Euler-Heisenberg Theory. *World Scientific Publishing*, 35(33), 1–14.
https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S0217751X20502115?srsltid=AfmBOOpYmWLss6rG4x7XP_oFzo9BixLDHi5v9aIKsftBxHjr4nLzbd3
- Cevallos Cevallos, W. (2015). *La Elaboración y Aplicación del Modulo de Física un Nuevo Punto de Vista Recreativo para el Uso del Laboratorio Virtual de Electroestática y su Incidencia en el Rendimiento Escolar en los Estudiantes del Tercer Año de Bachillerato del Colegio Jefferson de [Universidad Nacional de Chimborazo]*. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/2523>
- Chacho Tamay, L. V. (2024). *Recursos virtuales en la enseñanza y aprendizaje de electricidad y magnetismo para estudiantes de nivel de bachillerato* [Universidad Nacional de Loja].
https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/30744/1/LuisVinicio_ChachoTamay.pdf
- Cisneros Caicedo, A., Guevara García, A., Urdánigo Cedeño, J., & Garcés Bravo, J. (2022). Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia. *Dominio de Las Ciencias*, 8(1), 1175. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8383508.pdf>

- Condori-Ojeda, P. (2020). *Universo, población y muestra*. (p. 2). Curso Taller. <https://www.aacademica.org/cporfirio/18.pdf>
- Cordero S., P. (2017). *Electromagnetismo* (pp. 21–24). Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. https://www.cec.uchile.cl/cinetica/pcordero/todos/EM_2014b.pdf
- Craft, A. (2024). *Our AI Mini 3D Printer Review*. Quilting Craftin. <https://www.alandacraft.com/2024/09/17/bambu-lab-a1-mini-3d-printer-review/?utm>
- Cvetkovic-Vega, A., Maguiña, J. L., Soto, A., Lama-Valdivia, J., & Correa-López, L. E. (2021). Estudios transversales. *Revista URP*, 21(1), 183–184. <http://www.scielo.org.pe/pdf/rfmh/v21n1/2308-0531-rfmh-21-01-179.pdf>
- Cyrulies, E. (2022). Experiencias de electromagnetismo con un interesante y sencillo motor eléctrico. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 19(3), 340101–340107. <https://www.redalyc.org/journal/920/92070576002/92070576002.pdf>
- Departamento de Física Aplicada III. (2009). *Integral sobre una superficie esférica*. Wiki. http://tesla.us.es/wiki/index.php/Integral_sobre_una_superficie_esférica
- Díez Uña, N. (2015). *Recursos dedácticos para el estudio del electromagnetismo en bachillerato* [Universidad de Valladolid]. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/13565/TFM-G415.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Guamán Cuzco, M. B. (2024). *Utilización de material concreto para la enseñanza aprendizaje de circuitos eléctricos*. [Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/13633/1/GUAMAN_CUZCO_MARIA_BELEN_UTILIZACION_DE_MATERIAL_CONCRETO_PARA_LA_ENSEÑANZA_APRENDIZAJE_DE_CIRCUITOS_ELÉCTRICOS.pdf
- Guisasola, J., Salinas, J., Almudí, J. M., & Velazco, S. (2003). Análisis de los Procesos de Aplicación de las Leyes de Gauss y Ampère por Estudiantes Universitarios de España y Argentina. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(2), 1–12. <https://www.scielo.br/j/rbef/a/8sW4LGwTzsnjKjRZdJW4nKL/?format=pdf&lang=es>
- Hernández González, O. (2021). Aproximación a los distintos tipos de muestreo no probabilístico que existen. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 37(3), 2. <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v37n3/1561-3038-mgi-37-03-e1442.pdf>
- Hernández Martínez, M. del R. A., & Villavicencio Torres, M. (2017). Ambientes lúdicos para la enseñanza del electro magnetismo en el bachillerato. *EDVCATIO PHYSICORVM*, 11(2). <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6353428.pdf>
- Jaramillo-Mujica, J. A., Morales-Avella, L. F., & Coy-Mondragón, D. M. (2017). Una experiencia en el uso de metaversos para la enseñanza de la física mecánica en estudiantes de ingeniería. *Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería*, 12(24), 22–25.

- <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/download/778/324>
- López de la Cruz, J. (2024). *Las Ecuaciones de Maxwell* [Universidad Politécnica de Madrid]. https://oa.upm.es/82682/3/TFG_RAUL_M_DAVILA.pdf
- Madrigal, A. F. (2020). Compendio. In *Electromagnetismo y Óptica* (Primera Ed, pp. 68–78). Jesús Alfonso Félix Madrigal.
https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=Gt_sDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT14&dq=+simetría+esférica+electromagnetismo&ots=itQVaTshm6&sig=TBFuVjFxUGJvfgR5kwcUNK263NE&redir_esc=y#v=onepage&q=simetría esférica electromagnetismo&f=false
- Marqués Villarroya, D. (2022). Propuesta didáctica sobre el teorema de Gauss: Teoría y aplicaciones prácticas para el cálculo del campo eléctrico. *EDVCATIO PHYSICORVM*, 16(4), 4310-2-4310–4317.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8960832.pdf>
- Martín Blas, T., & Serrano Fernández, A. (2024). *Momento de Inercia*. Sólido Rígido.
<https://www2.montes.upm.es/dptos/digfa/cfisica/solido/minercia.html>
- Mulia Rodríguez, J. (2015). *Electricidad y magnetismo* (p. 40). Universidad Autónoma del Estado de México. <http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/34485/secme-18528.pdf?sequence=1>
- Nájera Galeas, C., & Paredes Calderón, B. (2017). Identidad e Identificación: Investigación de Campo como Herramienta de Aprendizaje en el Diseño de Marcas. *INNOVA Research Journal*, 2(10.1), 156–159.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6259170.pdf>
- Pazos, A. (2023). *La importancia de la simetría en la aplicación de la Ley de Gauss* (pp. 1–3). CeRP.
- Piccinelli Bocchi, G. (2018). *Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza aprendizaje del electromagnetismo en ingeniería* (pp. 1–9). educatic.
<https://encuentro.educatic.unam.mx/educatic2018/memorias/80.pdf>
- Ramos Galarza, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciaAmérica*, 9(3), 2.
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7746475.pdf>
- Ricardo Marroquín, J. F. (2017). *Un acercamiento teórico y experimental a la ley de Gauss* [Universidad Pedagógica Nacional].
<http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/9788/TE-21334.pdf>
- Roa-Neri, J. A., & Villavicencio, M. (2015). Algunos problemas en la aplicación de las matemáticas en enseñanza del electromagnetismo en el nivel superior. *Atenas. Revista Científico Pedagógica*, 2(30), 1–14.
<https://www.redalyc.org/pdf/4780/478047206011.pdf?utm>
- Sineace. (2020). *Guía para la elaboración y aplicación de Encuestas* (pp. 10–11). G-DEP-

003.

[https://repositorio.sineace.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12982/6431/Guía para elaboración y aplicación de encuestas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.sineace.gob.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12982/6431/Guia%20para%20elaboracion%20y%20aplicacion%20de%20encuestas.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Useche, M. C., Artigas, W., Queipo, B., & Perozo, É. (2019). *Técnicas e instrumentos de recolección de datos cuali-cuantitativos* (Primera ed).

[https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/467/88. Tecnicas e instrumentos recolección de datos.pdf?sequence=1](https://repositoryinst.uniguajira.edu.co/bitstream/handle/uniguajira/467/88.Tecnicas%20e%20instrumentos%20recoleccion%20de%20datos.pdf?sequence=1)

Vargas, K., & Acuña, J. (2020). El constructivismo en las concepciones pedagógicas y epistemológicas de los profesores. *Revista Innova Educación*, 2(4), 559–568.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8054559.pdf>

Velazco, J., & Buteler, L. (2017). Simulaciones computacionales en la enseñanza de la física: una revisión crítica de los últimos años. *Enseñanza de Las Ciencias*, 35(2), 162–164.

https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/64323/CONICET_Digital_Nro.43f29067-d0e4-4336-abcb-ebf3aed32bbd_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y

ANEXOS

Descripción: Instrumento de recolección de datos



Carrera de Pedagogía de
las Matemáticas & la Física
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN, HUMANAS Y
TECNOLOGÍAS
CARRERA DE PEDAGOGÍA DE LA CIENCIAS EXPERIMENTALES:
MATEMÁTICAS Y LA FÍSICA
CUESTIONARIO DE SATISFACCIÓN CON RELACIÓN AL NIVEL DE
COMPRENSIÓN DE LAS SIMETRÍAS ESFÉRICAS SIMETRÍAS ESFÉRICA Y
CILÍNDRICA EN EL CONTEXTO DE LA LEY DE GAUSS.

Objetivo: Elaborar material concreto para el aprendizaje de las simetrías esférica y cilíndrica en la ley de Gauss, en los estudiantes de la Carrera de Licenciatura en pedagogía de las ciencias Experimentales: Matemáticas y la Física.

1. Datos informativos

Semestre

Instrucciones:

Estimado estudiante, solicito muy comedidamente llenar el siguiente cuestionario, para ello:

- Seleccione una sola respuesta
- Conteste con sinceridad
- Sus respuestas serán tratadas con total confidencialidad

Por favor responder cada ítem y marque con una "X" el nivel que sea pertinente a su respuesta, considerando la siguiente escala:

1	2	3	4	5
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	<i>En desacuerdo</i>	<i>Ni de acuerdo ni en desacuerdo</i>	<i>De acuerdo</i>	<i>Totalmente de acuerdo</i>

2. Cuestionario

Preguntas	Criterio				
	1	2	3	4	5
1) Considero que tengo una comprensión sólida de los conceptos de simetría esférica y cilíndrica en el contexto de la Ley de Gauss.					
2) Me resulta fácil visualizar cómo aplicar la Ley de Gauss para calcular el campo eléctrico en distribuciones de carga con simetría esférica o cilíndrica.					
3) Entiendo claramente la importancia de elegir una superficie gaussiana adecuada para simplificar los cálculos en estos casos.					



4) Distingo las diferencias entre el cálculo del flujo eléctrico a través de una superficie gaussiana esférica y una cilíndrica, y las implicaciones que esto tiene en el campo eléctrico resultante.						
5) Puedo identificar las situaciones físicas en las que es más apropiado utilizar la simetría esférica o cilíndrica para resolver problemas de campos eléctricos.						
6) Me resulta complicado comprender por qué el campo eléctrico es constante en magnitud sobre una superficie gaussiana con simetría esférica o cilíndrica.						
7) Encuentro dificultades para determinar la dirección del campo eléctrico en diferentes puntos de una superficie gaussiana.						
8) Considero que los ejercicios y problemas relacionados con estas simetrías son demasiado abstractos y no se relacionan con aplicaciones prácticas.						
9) Me gustaría que se profundizara más en la interpretación física de los resultados obtenidos al aplicar la Ley de Gauss en casos de simetría.						
10) Creo que necesito más práctica resolviendo problemas para consolidar mi comprensión de estos conceptos.						

GRACIAS POR SU TIEMPO

Descripción: Validación de instrumento



Carrera de Pedagogía de
las Matemáticas & la Física
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN,
HUMANAS Y TECNOLOGÍAS



OBSERVACIONES																								
Preguntas	CLARIDAD					COHERENCIA					METODOLOGÍA					PERTINENCIA								
	Se formula con lenguaje adecuado					Existe relación entre las dimensiones e indicadores					Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados					Relación con el/los objetivo/s que se pretende estudiar								
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1				X					X					X					X					X
2				X					X					X					X					X
3				X					X					X					X					X
4				X					X					X					X					X
5				X					X					X					X					X
6				X					X					X					X					X
7				X					X					X					X					X
8				X					X					X					X					X
9				X					X					X					X					X
10				X					X					X					X					X

ASPECTOS GENERALES				SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas.				X		
La secuencia de preguntas es adecuada.				X		
El número de preguntas es suficiente.				X		
EVALUACIÓN GENERAL						
Validez del instrumento	Aplicable	Aplicable bajo corrección previa	Necesita mejorar	Inadecuado		
	X					
IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO						
Validado por: Mgs. Cristian Carranco				Firma: 		
Cargo: Docente UNACH				Firmado electrónicamente por: CRISTIAN DAVID CARRANCO AVILA		
C.I. 1003433388		Cel. 0993143295		Fecha: 07/12/2024		



OBSERVACIONES																				
Preguntas	CLARIDAD					COHERENCIA					METODOLOGIA					PERTINENCIA				
	Se formula con lenguaje adecuado					Existe relación entre las dimensiones e indicadores					Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados					Relación con el/los objetivo/s que se pretende estudiar				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1				/					/					/					/	
2				/					/					/					/	
4				/					/					/					/	
5				/					/					/					/	
6				/					/					/					/	
7				/					/					/					/	
8				/					/					/					/	
9				/					/					/					/	
10				/					/					/					/	

ASPECTOS GENERALES		SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas.		/		
La secuencia de preguntas es adecuada.		/		
El número de preguntas es suficiente.		/		
EVALUACIÓN GENERAL				
Validez del instrumento	Aplicable	Aplicable bajo corrección previa	Necesita mejorar	Inadecuado
	/			
IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO				
Validado por: <i>Laura Méndez Mgs.</i>			Firma: <i>[Firma]</i>	
Cargo: <i>Docente Decano</i>				
C.I. <i>0601870942</i>	Cel. <i>0998607985</i>		Fecha: <i>07-12-2024</i>	



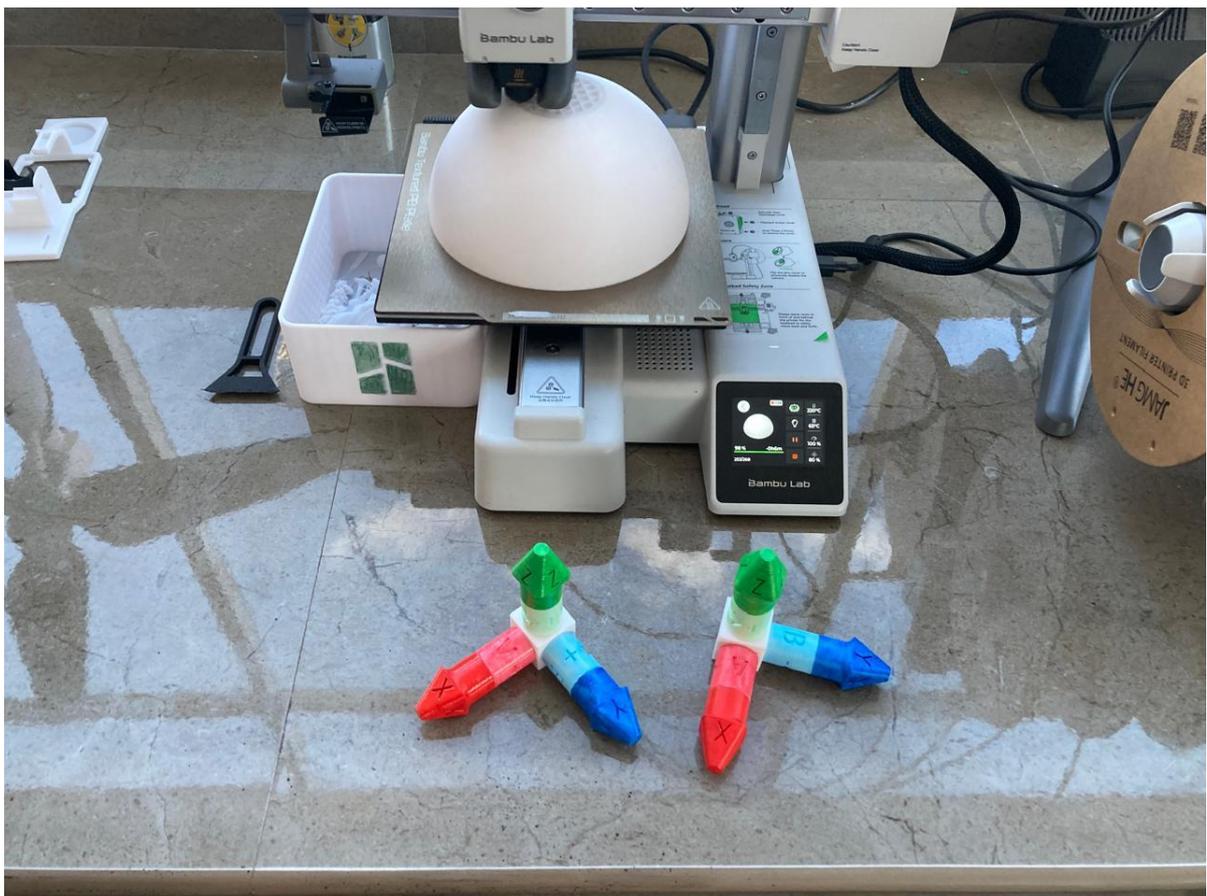
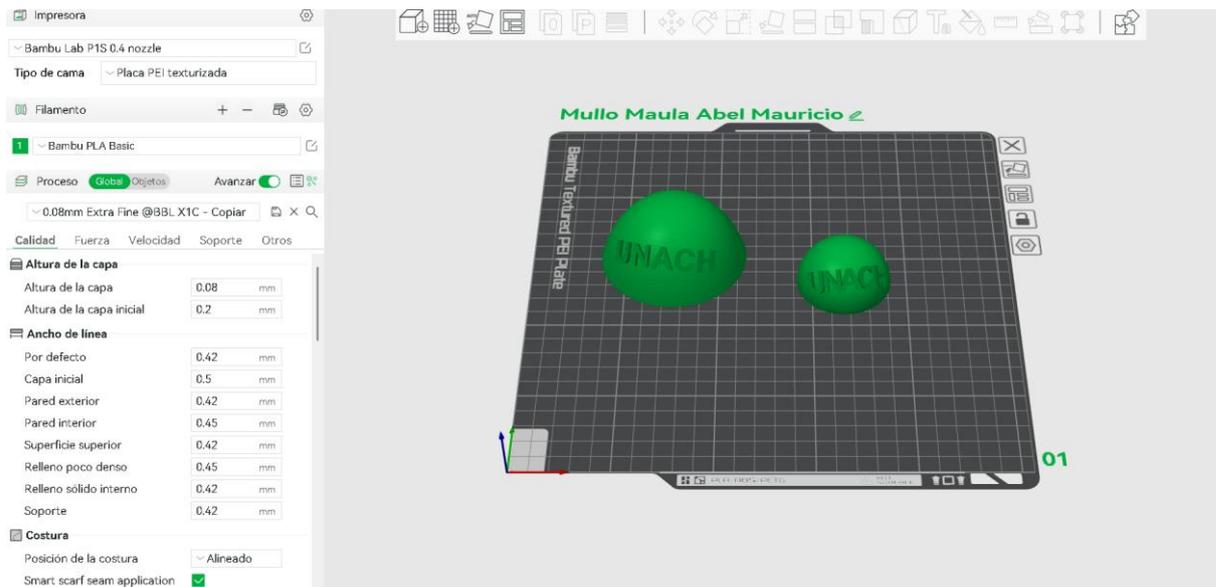
OBSERVACIONES																				
Preguntas	CLARIDAD					COHERENCIA					METODOLOGIA					PERTINENCIA				
	Se formula con lenguaje adecuado					Existe relación entre las dimensiones e indicadores					Responde al propósito del trabajo considerando los objetivos planteados					Relación con el/los objetivo/s que se pretende estudiar				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1					/					/					/					/
2					/					/					/					/
4					/					/					/					/
5					/					/					/					/
6					/					/					/					/
7					/					/					/					/
8					/					/					/					/
9					/					/					/					/
10					/					/					/					/

ASPECTOS GENERALES		SI	NO	OBSERVACIONES
El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para responder las preguntas.		/		
La secuencia de preguntas es adecuada.		/		
El número de preguntas es suficiente.		/		
EVALUACIÓN GENERAL				
Validez del instrumento	Aplicable	Aplicable bajo corrección previa	Necesita mejorar	Inadecuado
	/			
IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO				
Validado por: <i>Tania Poma</i>			Firma: <i>[Firma]</i>	
Cargo: <i>Personal de apoyo académico</i>				
C.I. <i>0609052063</i>	Cel. <i>0994183538</i>		Fecha: <i>2025-01-30</i>	

Descripción: Aplicación de la encuesta



Descripción: Figura de Esfera



Descripción: Figura de cilindro

