



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

FACULTAD DE APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN

TÍTULO: PROPUESTA METODOLÓGICA CON TIC Y PHET PARA LA ENSEÑANZA DE
LA ELECTRICIDAD EN EL TEXTO DE FÍSICA 2.º BGU

Autor: Soraya Estefania Cisa Quishpe

Tutor: Edison Franciso Higuera Aguirre

Quito, 07 febrero de 2026

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Soraya Estefania Cisa Quishpe, con C.I. :1723599070 autora del trabajo de graduación titulado: **“Propuesta metodológica con TIC y PhET para la enseñanza de la electricidad en el texto de física 2.º BGU”**, previa a la obtención del grado académico del grado académico de **Magíster en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física en la Facultad de Aprendizaje, Lenguas y Comunicación**.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tiene la pontificia universidad católica del Ecuador, de conformidad con el artículo 144 de la Ley orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENECYT en formato digital una copia del referido de trabajo de graduación para que sea integrado al sistema nacional de información de la educación superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2. Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a difundir a través del sitio web de la biblioteca de la PUCE el referido trabajo de graduación, respetando las políticas de la propiedad intelectual de Universidad

Quito, 07 de febrero 2026



Nombre: Soraya Estefania Cisa Quishpe

C.I.: 1723599070

ÍNDICE DE CONTENIDO

Introducción	1
1 Capítulo I: Planteamiento del problema	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.1.1 Contextualización histórico–social del problema	3
1.1.2 Análisis crítico de la relación de variables	4
1.1.3 Análisis de futuro – Prognosis	5
1.2 Formulación del problema	6
1.3 Preguntas directrices	7
1.4 Objetivos de la investigación	7
1.4.1 Objetivo general	7
1.4.2 Objetivos específicos.....	7
1.5 Justificación de problema.....	8
1.5.1 Justificación teórica y académica	8
1.5.2 Justificación metodológica y didáctica	8
1.5.3 Justificación social e institucional.....	9
2 CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	10
2.1 Antecedentes	10
2.1.1 Antecedente 1	10
2.1.2 Antecedente 2	11
2.1.3 Antecedente 3	12
2.1.4 Antecedente 4	13
2.1.5 Antecedente 5	14

2.2	Bases teóricas	15
2.2.1	Enseñanza y aprendizaje de la Física y la Electricidad en el BGU	15
2.2.2	TIC, simuladores educativos y laboratorio virtual PhET en la enseñanza de la Física	17
2.2.3	Propuesta metodológica innovadora para la enseñanza de la Electricidad con TIC y PhET	19
2.3	Bases Legales	21
2.4	Instrumentos internacionales	21
2.4.1	Declaración Universal de los Derechos Humanos	21
2.4.2	Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales	22
2.4.3	Agenda 2030 y Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación de calidad	23
2.5	Constitución de la República del Ecuador	24
2.5.1	Derecho a la educación y al aprendizaje a lo largo de la vida	24
2.5.2	Principios de calidad, equidad e inclusión en la educación	24
2.5.3	Fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación educativa	25
2.6	Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)	25
2.6.1	Fines y objetivos de la educación básica y del Bachillerato General Unificado	25
2.6.2	Lineamientos para la enseñanza de las ciencias experimentales	26
2.6.3	Disposiciones sobre uso pedagógico de recursos tecnológicos y TIC	26
2.7	Reglamento General a la LOEI	27
2.7.1	Organización curricular del Bachillerato General Unificado en Física	27
2.7.2	Normas sobre laboratorios, recursos didácticos y ambientes de aprendizaje	28

2.7.3	Disposiciones para la integración de TIC en los procesos de enseñanza....	28
2.8	Normativa del Ministerio de Educación.....	29
2.8.1	Curriculum nacional de Física para 2.º BGU y bloque de Electricidad	29
2.8.2	Lineamientos y acuerdos ministeriales sobre uso de TIC y recursos digitales	29
2.8.3	Documentos técnicos sobre textos escolares oficiales y su actualización 2024	30
2.9	Normativa institucional	30
2.9.1	Proyecto Educativo Institucional y lineamientos pedagógicos de la unidad educativa	30
2.9.2	Políticas internas sobre uso de laboratorios, TIC y plataformas digitales en Física	31
3	CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	32
3.1	Enfoque de la investigación	32
3.2	Diseño de la investigación.....	32
3.3	Escenario de estudio y unidad de análisis	33
3.4	Población y muestra	33
3.5	Variables y operacionalización	34
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	37
3.7	Procedimiento de investigación	38
3.8	Plan de procesamiento y análisis de datos	38
3.9	Rigor metodológico, validez y confiabilidad	39
3.10	Consideraciones éticas	39
4	Capítulo IV: Presentación y análisis de datos	40
4.1	Resultados del análisis documental.....	40

4.1.1	Matriz o rúbrica aplicada, criterios y escala de valoración	40
4.1.2	Resultados por dimensiones del texto, síntesis por indicador	42
4.1.3	Hallazgos críticos y oportunidades de articulación con TIC y PhET	45
4.1.4	Cierre del bloque documental orientado a decisiones de diseño	47
4.2	Resultados de la prueba de logro conceptual en Electricidad	47
4.2.1	Descripción operativa del instrumento y criterios de calificación	47
4.2.2	Resultados globales, estadística descriptiva y distribución de puntajes.....	48
4.2.3	Resultados por subtemas del bloque Electricidad	49
4.2.4	Ítems de mayor dificultad, patrones de error y lectura didáctica	49
4.2.5	Implicaciones para el diseño de secuencias con PhET	50
4.3	Resultados de encuesta a docentes sobre mediación didáctica, TIC y PhET..	50
4.3.1	Estrategias habituales de enseñanza y uso del texto oficial	50
4.3.2	Acceso a tecnología, conectividad y hábitos de uso académico	51
4.3.3	Percepción de dificultad, motivación y autoconfianza.....	52
4.3.4	Experiencias previas con TIC en Física y recursos preferidos.....	53
4.3.5	Valoración de PhET por subtema, utilidad percibida y barreras.....	53
4.4	Resultados de la encuesta a docentes sobre mediación didáctica, TIC y PhET	54
4.4.1	Estrategias habituales de enseñanza y uso del texto oficial	54
4.4.2	Competencias TIC y frecuencia de uso de recursos digitales	55
4.4.3	Barreras institucionales y condiciones para implementación	56
4.5	Resultados cualitativos de observación de clase y entrevistas	57
4.5.1	Categorías de análisis cualitativo y evidencias	57
4.5.2	Hallazgos de observación de aula	57
4.6	Integración y triangulación de resultados.....	58

5	CAPITULO V	60
	Propuesta Didáctica.....	60
5.1	Título de la propuesta	60
5.2	Descripción de la Propuesta	60
5.3	Justificación.....	61
5.4	Objetivos de la Propuesta	62
5.4.1	Objetivo general	62
5.4.2	Objetivos específicos.....	63
5.5	Temporización de la Propuesta	63
5.6	Beneficiarios de la Propuesta	64
5.7	Responsables de la Propuesta.....	64
5.8	Metodología de la Propuesta	65
5.9	Período de ejecución de la Propuesta	65
5.10	Planificación Meso y Microcurricular de la Propuesta	65
5.11	Planificación Mesocurricular de 6 semanas	67
5.11.1	Planificación Microcurricular por semana	68
	Conclusiones	75
	Recomendaciones.....	76
	Bibliografía.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Matriz de operacionalización de variables</i>	36
Tabla 2. <i>Rúbrica aplicada para el análisis del texto</i>	41
Tabla 3. <i>Síntesis de resultados por dimensión e indicador del análisis documental</i>	45
Tabla 4. <i>Estructura de la prueba diagnóstica y puntaje</i>	48
Tabla 5. <i>Estadística descriptiva del puntaje total</i>	48
Tabla 6. <i>Distribución por nivel de desempeño</i>	49
Tabla 7. <i>Ítems con mayor error e implicación didáctica</i>	50
Tabla 8. <i>Acceso a dispositivos y conectividad</i>	51
Tabla 9. <i>Promedios por ítems clave de percepción</i>	52
Tabla 10. <i>Promedios de experiencia TIC y preferencia</i>	53
Tabla 11. <i>Utilidad percibida de PhET por subtema</i>	54
Tabla 12. <i>Promedios docentes sobre estrategias y texto</i>	55
Tabla 13. <i>Promedios docentes sobre TIC y PhET</i>	55
Tabla 14. <i>Barreras docentes para integrar TIC</i>	56
Tabla 15. <i>Categorías cualitativas y definición operativa</i>	57
Tabla 16. <i>Triangulación por objetivo, fuente y decisión</i>	59
Tabla 17. <i>Rúbrica por dimensiones e indicadores</i>	89
Tabla 18. <i>Registro por momentos</i>	92
Tabla 19. <i>Puntajes por sección y total</i>	93
Tabla 20. <i>Promedios por estudiante en dimensiones</i>	94

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN
MAESTRIA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON
MENCIÓN EN MATEMÁTICA Y FÍSICA

PROPUESTA METODOLÓGICA CON TIC Y PHET PARA LA ENSEÑANZA DE LA
ELECTRICIDAD EN EL TEXTO DE FÍSICA 2.º BGU

Autora: Soraya Estefania Cisa Quishpe

Director -Tutor: Edison Franciso Higuera Aguirre, PhD

Fecha: Febrero, 2026

RESUMEN

La investigación presenta una propuesta metodológica apoyada en TIC y simuladores PhET orientada al fortalecimiento de la enseñanza de la Electricidad articulada al texto oficial de Física de 2 BGU edición 2024 aplicada en una unidad educativa de Quito mediante un enfoque mixto con diseño no experimental de corte transversal que integra análisis documental del bloque curricular junto con levantamiento de información en aula con participación de 32 estudiantes y 1 docente. La revisión del texto se organizó mediante una rúbrica que valoró coherencia conceptual secuenciación de contenidos representaciones actividades apoyo digital para la práctica y evaluación formativa mientras el diagnóstico de aprendizaje se aplicó a través de una prueba de 20 ítems sobre 25 puntos con pauta única para respuestas abiertas y registro por subtema. Los resultados evidencian un promedio general de 13.2 con mayores dificultades en lectura de circuitos ubicación de instrumentos e interpretación de la relación entre voltaje corriente y resistencia donde el estudiantado manifestó preferencia por apoyos visuales y guías paso a paso bajo condiciones de conectividad irregular y el profesorado reportó uso frecuente del texto con integración ocasional de TIC respaldado por observación de aula centrada en explicación y ejercicios con limitada lectura guiada de esquemas y argumentación al justificar resultados. La triangulación permitió definir prioridades de diseño basadas en predecir observar explicar con tareas breves de medición registro en tablas y cierre escrito orientado a comprobar comprensión conceptual más allá del cálculo mientras el producto final organiza secuencias por subtema tiempos de clase y criterios de retroalimentación.

Palabras clave: circuitos, Electricidad, Física, PhET, TIC

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE APRENDIZAJE, LENGUAS Y COMUNICACIÓN
MAESTRIA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON
MENCIÓN EN MATEMÁTICA Y FÍSICA

A METHODOLOGICAL PROPOSAL INTEGRATING ICT AND PHET
SIMULATIONS FOR ELECTRICITY INSTRUCTION IN THE SECOND-YEAR
BACHILLERATO PHYSICS TEXTBOOK

Author: Soraya Estefania Cisa Quishpe

Director -Counselor: Edison Franciso Higuera Aguirre, PhD

Date: Febrero, 2026

ABSTRACT

The study presents a methodological proposal supported by ICT and PhET simulations aimed at strengthening the teaching of Electricity aligned with the official Physics textbook for 2 BGU 2024 edition implemented in an educational institution located in Quito through a mixed approach with a non experimental cross sectional design that combines documentary analysis of the curricular block with classroom data collection involving 32 students and 1 teacher while the textbook review was organized using a rubric that assessed conceptual coherence sequencing representations activities digital support for practice formative assessment and learning diagnosis applied through a 20 item test scored over 25 points with a single scoring guide and subtopic based recording. The results show a general average score of 13.2 with greater difficulties in circuit reading instrument placement and interpretation of the relationship between voltage current resistance while students expressed preference for visual supports step by step guidance under irregular connectivity conditions and teachers reported frequent textbook use with occasional ICT integration supported by classroom observation that recorded explanation centered instruction limited guided reading of diagrams restricted argumentation when justifying results leading to a triangulated set of design priorities focused on predict observe explain with short measurement tasks tabular recording written closure to verify conceptual understanding beyond calculation and the final product structures sequences by subtopic class time allocation feedback criteria instructional coherence and pedagogical alignment.

Keywords: circuits, electricity, ICT, PhET, physics

Introducción

La enseñanza de la Electricidad en Física de 2.º Bachillerato General Unificado constituye un núcleo formativo decisivo para consolidar el pensamiento científico escolar, porque articula magnitudes que el estudiantado usa en su vida cotidiana como corriente, voltaje y resistencia con modelos que exigen interpretar símbolos, relacionar representaciones y sostener explicaciones con evidencia, de modo que el aprendizaje no se limite a memorizar fórmulas, sino que integre comprensión conceptual y capacidad de transferir ideas a situaciones concretas. En el escenario educativo actual, el texto oficial de Física edición 2024 orienta gran parte del trabajo docente, ya que organiza contenidos y propone actividades, sin embargo la experiencia escolar muestra que, cuando el proceso se apoya casi exclusivamente en lectura y ejercicios de sustitución, se mantienen errores frecuentes vinculados con la interpretación de circuitos, la ubicación de instrumentos de medición y la distinción entre relaciones cualitativas y procedimientos de cálculo, lo que debilita la autonomía del estudiante y reduce su motivación hacia la asignatura.

El problema de investigación se delimita a partir de la constatación de un rendimiento inicial intermedio y de dificultades persistentes en tareas que demandan lectura de esquemas y explicación con lenguaje propio, debido a que el estudiantado logra resolver operaciones simples asociadas con la Ley de Ohm, aunque no sostiene argumentos sobre por qué cambian las magnitudes cuando se modifica una variable del circuito, situación que evidencia una brecha entre el resultado numérico y el significado físico del fenómeno. En coherencia con ese diagnóstico, la propuesta metodológica se orienta a reorganizar la enseñanza del bloque de Electricidad mediante una mediación didáctica que integra tecnologías educativas y simulaciones interactivas, con el propósito de convertir el texto en una referencia común que se enlaza con experiencias de exploración guiada, registro de datos y contraste sistemático entre

lo observado y lo calculado, garantizando que cada sesión produzca evidencias verificables en el cuaderno y favorezca la comprensión más allá de la repetición de procedimientos.

El uso pedagógico de TIC adquiere relevancia en la enseñanza de la Electricidad cuando se integra con criterios didácticos que sostienen el aprendizaje activo, porque las herramientas digitales amplían formas de representación y permiten observar relaciones entre variables que en el aula tradicional permanecen abstractas, particularmente en contextos donde el laboratorio físico es limitado o no se emplea con frecuencia. Dentro de este marco, las simulaciones PhET se asumen como un laboratorio virtual que facilita manipular componentes y parámetros, medir magnitudes en pantalla y repetir ensayos con rapidez, lo que habilita un tránsito ordenado entre predicción, observación y explicación, con énfasis en corregir concepciones erróneas comunes como confundir voltaje con corriente o asumir que la corriente se consume al atravesar una resistencia, fortaleciendo así la lectura de circuitos como sistema y la argumentación basada en datos producidos durante la exploración.

La investigación se desarrolla con enfoque mixto y diseño no experimental de corte transversal, integrando análisis documental del bloque de Electricidad del texto oficial con recolección de información en aula mediante prueba de logro conceptual, encuestas de percepción a estudiantes y docente, observación de clase y entrevistas, lo que permite describir tanto el desempeño inicial como las prácticas de enseñanza y las condiciones reales de acceso a dispositivos y conectividad. El objetivo central de esta tesis se concreta en diseñar una propuesta metodológica con TIC y simulaciones PhET para la enseñanza de la Electricidad articulada al texto de Física de 2.º BGU, con la finalidad de fortalecer el aprendizaje conceptual, procedimental y actitudinal del estudiantado mediante secuencias que integren lectura guiada, exploración controlada y retroalimentación inmediata basada en evidencias.

1 Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1 Planteamiento del problema

1.1.1 Contextualización histórico-social del problema

El aprendizaje de la Física en el bachillerato ecuatoriano presenta dificultades persistentes que se reflejan en una comprensión parcial de conceptos abstractos y en una motivación limitada hacia una asignatura que debería ayudar al estudiantado a interpretar fenómenos de su vida cotidiana mediante experiencias escolares estructuradas con claridad, como muestran los resultados sobre interés en Física y uso de recursos STEM reportados por Flores et al. (2025). En segundo año de Bachillerato General Unificado el estudio de la Electricidad concentra buena parte de estas dificultades porque reúne nociones de carga corriente voltaje más la resistencia articulada con el análisis de circuitos que exigen un nivel de representación mental complejo mientras en muchas aulas prevalece la explicación oral prolongada sin experimentación con herramientas virtuales o simuladores que acerquen los modelos teóricos a situaciones observables.

En distintos sistemas educativos del mundo, las investigaciones en didáctica de las ciencias han documentado que muchos estudiantes de secundaria cometen errores al interpretar conceptos de Electricidad como la diferencia de potencial la intensidad de corriente o la resistencia lo que genera explicaciones fragmentadas sobre el funcionamiento de los circuitos y limita el desarrollo de razonamiento científico sólido según Khouna et al., (2025) en un estudio sobre dificultades en este campo. Los estudios internacionales señalan que los contenidos de Electricidad requieren mediaciones didácticas que integren representaciones visuales experimentos reales o virtuales más espacios de discusión guiada sobre los resultados de las simulaciones con el fin de articular las ecuaciones con observaciones accesibles al alumnado así se reduce la permanencia de concepciones alternativas resistentes al cambio.

1.1.2 Análisis crítico de la relación de variables

En el texto de Física para segundo año de Bachillerato General Unificado edición dos mil veinticuatro la Sección dos dedicada a la Electricidad se ha convertido en el eje de trabajo para abordar temas de carga corriente resistencia ley de Ohm junto con circuitos sencillos, aunque su estructura privilegia la exposición de definiciones, ejercicios tipo, además de resúmenes breves con escasa guía para organizar actividades experimentales apoyadas en tecnología. Los estudios de análisis de libros de texto en Física señalan que la forma de secuenciar los contenidos la calidad de las ilustraciones más la propuesta de actividades pueden influir en la comprensión conceptual del alumnado, en un estudio comparativo sobre textos de energía y desarrollo sostenible subrayan la necesidad de revisar críticamente estos materiales para alinearlos con objetivos de alfabetización científica amplios en la escuela secundaria (Zhang & Chen, 2023).

Las causas del problema se vinculan con una enseñanza de la Física centrada en la explicación magistral donde el docente resuelve ejercicios modelo frente al grupo, mientras los estudiantes replican procedimientos sin explorar diferentes representaciones de los fenómenos ni contrastar resultados con experiencias propias lo que genera aprendizajes mecánicos y dificulta la comprensión de relaciones entre magnitudes eléctricas, analizar dificultades para desarrollar habilidades de resolución de problemas en Física (Qotrunnada, 2022). Este panorama se agrava por la limitada formación docente en recursos digitales para la enseñanza de la Electricidad, la escasa familiaridad con simuladores interactivos como PhET más la ausencia de orientaciones claras en los materiales oficiales para articular el libro de texto con actividades virtuales integradas en una secuencia que combine exploración guiada con evaluación formativa.

Incorporar el simulador interactivo PhET en el estudio de la Electricidad resulta necesario porque permite a los estudiantes manipular de forma segura variables como voltaje, corriente y resistencia, observar en tiempo real cómo cambian los circuitos y vincular estas transformaciones con representaciones gráficas y simbólicas, lo que favorece la construcción de significados más sólidos que los alcanzados únicamente con la resolución de ejercicios del libro. Al ofrecer retroalimentación inmediata, posibilitar la repetición de experimentos con distintas configuraciones y facilitar el tránsito entre lo concreto y lo abstracto, PhET se convierte en un recurso clave para superar el aprendizaje mecánico, promover el razonamiento causal sobre las relaciones entre magnitudes eléctricas y crear condiciones para el desarrollo de habilidades de indagación propias de la alfabetización científica en Física.

1.1.3 Análisis de futuro – Prognosis

La continuidad de estas prácticas tradicionales en la enseñanza de la Electricidad se traduce en bajos niveles de logro en pruebas escritas dificultades para transferir los conceptos a situaciones de la vida diaria, y escaso interés por carreras vinculadas con la ingeniería o las ciencias físicas lo que reduce las oportunidades de los estudiantes para participar en proyectos tecnológicos o académicos de mayor exigencia en etapas posteriores de su formación.

Las experiencias reportadas en estudios sobre integración de simuladores PhET en el abordaje de circuitos eléctricos muestran mejoras en la comprensión conceptual la participación activa del alumnado más una actitud más favorable hacia la Física cuando el recurso se articula con guías estructuradas, así la propuesta que vincule el texto oficial de segundo BGU con actividades interactivas podría favorecer un uso flexible del libro, fortalecer la motivación del grupo además de contribuir a que el estudiantado llegue al bachillerato con bases sólidas.

En el Ecuador los resultados de evaluaciones internas en instituciones de bachillerato, muestran que el rendimiento en Física suele ser inferior al esperado especialmente en unidades

relacionadas con la Electricidad donde persisten clases expositivas centradas en la resolución mecánica de ejercicios con poca conexión con situaciones del entorno y con un uso limitado de recursos experimentales. Las situaciones descritas en estudios latinoamericanos sobre enseñanza de la Física evidencian que la dependencia exclusiva del libro de texto contribuye a estos problemas al reproducir estrategias poco interactivas, de manera que un trabajo reciente publicado en la Revista de Enseñanza de la Física en 2024 destaca la urgencia de articular contenidos escolares con recursos digitales además de prácticas que conecten el aula con contextos cercanos al estudiantado (Bohórquez, 2024).

1.2 Formulación del problema

En función del diagnóstico realizado, surge la preocupación por la pertinencia del tratamiento didáctico que recibe la Sección 2: “Electricidad” del texto de Física para el 2do año de BGU, publicado por el Ministerio de Educación, primera edición 2024, ya que la organización lineal de los contenidos, el predominio de explicaciones expositivas y el uso limitado de recursos tecnológicos interactivos podrían incidir en las dificultades de comprensión de conceptos como carga, corriente, resistencia y diferencia de potencial, lo que se refleja en un rendimiento académico por debajo de lo esperado y en un interés limitado del estudiantado por la asignatura. En estas condiciones se vuelve necesario replantear el enfoque metodológico mediante una propuesta que articule el texto oficial con el uso sistemático de simulaciones PhET y otras tecnologías educativas, de modo que se favorezca un aprendizaje activo y significativo de la Electricidad en el Bachillerato General Unificado.

A partir de ello se formula la siguiente interrogante de investigación:

¿De qué manera una propuesta metodológica que incorpore tecnologías y el simulador PhET puede contribuir a mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la Sección 2: “Electricidad”

del texto de Física para el 2do año de BGU, publicado por el Ministerio de Educación, primera edición 2024?

1.3 Preguntas directrices

- ¿De qué manera se puede medir la efectividad de las técnicas y estrategias didácticas empleadas en la Sección 2: “Electricidad”, que se desarrolla en el texto de Física para el 2do BGU, publicado por parte del Ministerio de Educación, primera edición 2024?
- ¿Qué componentes técnico – pedagógicos se pueden integrar para potenciar la Sección 2: “Electricidad”, que se desarrolla en el texto de Física para el 2do BGU, publicado por parte del Ministerio de Educación, primera edición 2024?
- ¿Cuáles son los componentes que integran una propuesta metodológica adecuada para la enseñanza de la Sección 2: “Electricidad”, que se desarrolla en el texto de Física para el 2do BGU, publicado por parte del Ministerio de Educación, primera edición 2024?

1.4 Objetivos de la investigación

1.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta metodológica que incorporen tecnologías y simulador PhET, para la enseñanza de la Sección 2: “Electricidad” del texto de Física para el 2do año de BGU, publicado por el Ministerio de Educación, primera edición 2024.

1.4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar las estrategias y técnicas didácticas utilizadas en la Sección 2: “Electricidad” en el libro de texto de Física del 2do año de BGU, publicado por el Ministerio de Educación, primera edición 2024.

- Identificar los elementos técnico-pedagógicos que se deben implementar para optimizar la enseñanza de la Sección 2: “Electricidad” en el libro de texto de Física del 2do año de BGU, publicado por el Ministerio de Educación, primera edición 2024.
- Estructurar los componentes de una propuesta metodológica orientada al fortalecimiento del proceso de enseñanza – aprendizaje, mediante el uso de tecnologías y simulador PhET aplicados en la Sección 2: “Electricidad” en el libro de texto de Física para el 2do año de BGU, publicado por el Ministerio de Educación, primera edición 2024.

1.5 Justificación de problema

1.5.1 Justificación teórica y académica

El estudio de la enseñanza de la Electricidad en bachillerato permite comprender cómo se construyen los conceptos de carga corriente y voltaje en la formación científica escolar, al seguir el paso desde intuiciones cotidianas hacia modelos cuantitativos que exigen lenguaje matemático comprobación experimental más argumentación basada en observaciones de aula con tareas de indagación guiada para justificar predicciones revisar procedimientos para fortalecer comprensión conceptual. Esta investigación se justifica en el plano teórico porque examina la Sección 2 del texto oficial de Física de segundo de BGU del Ministerio de Educación, relaciona su organización con debates actuales de didáctica de las ciencias junto con evidencia empírica que cuestiona la exposición centrada en el docente cuando limita la comprensión de energía eléctrica dentro del currículo ecuatoriano vigente.

1.5.2 Justificación metodológica y didáctica

El enfoque metodológico del estudio se centra en el diseño de una propuesta que articula el texto de Física de segundo de BGU con el uso sistemático de simulaciones PhET sobre

Electricidad para transformar la forma en que se presentan y trabajan los contenidos en el aula. Esta articulación permite plantear actividades experimentales virtuales alineadas con los objetivos curriculares, favorece la visualización de fenómenos como la corriente o la diferencia de potencial además se apoya en investigaciones recientes que evidencian mejoras en rendimiento estudiantil junto con un incremento de la motivación cuando el profesorado integra simuladores interactivos en la enseñanza de las ciencias.

1.5.3 Justificación social e institucional

La investigación tiene una justificación social e institucional porque busca ofrecer a docentes y estudiantes de bachillerato una propuesta que mejore la comprensión de la Electricidad y favorezca un uso provechoso del libro oficial de Física de segundo de BGU como base para experiencias de aprendizaje activas mediadas por TIC. Al mismo tiempo la propuesta se vincula con las políticas educativas ecuatorianas que promueven el desarrollo de competencias digitales en el Bachillerato General Unificado, contribuye a que las instituciones que emplean el texto del Ministerio de Educación edición 2024 dispongan de orientaciones claras para integrar simuladores como PhET en sus planes de estudio con lo cual se eleva la calidad del aprendizaje científico.

2 CAPÍTULO II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes

Para la selección de estos antecedentes se definieron criterios de inclusión y exclusión orientados a garantizar su pertinencia para el problema de estudio, de modo que se priorizaron investigaciones de posgrado y trabajos de maestría realizados principalmente entre 2020 y 2024 en universidades ecuatorianas, centrados en la enseñanza de la Física, el uso de textos escolares y la integración de recursos TIC, incorporando de manera excepcional un estudio de 2017 por su relevancia temática. Se excluyeron trabajos de titulación de grado, investigaciones con antigüedad superior a diez años, estudios desarrollados en otros países y aquellos que no abordaban de forma clara la relación entre libros de texto, recursos digitales y aprendizaje de contenidos de Física, con el propósito de disponer de un marco de referencia actualizado y coherente con los objetivos de la propuesta.

2.1.1 Antecedente 1

De acuerdo con Tufiño (2020) la investigación tuvo como propósito analizar de forma crítica el abordaje de las inecuaciones en los textos de Matemática de Educación General Básica Superior y Bachillerato emitidos por el Ministerio de Educación, para identificar la coherencia entre definiciones ejemplos ejercicios propuestos además del nivel cognitivo esperado en el estudiantado. El estudio se desarrolló con enfoque cualitativo junto con diseño de campo mediante revisión sistemática de los libros complementada con encuestas aplicadas a veinte docentes de instituciones fiscales fiscomisionales municipales además de particulares, de manera que la información obtenida permitió caracterizar las decisiones didácticas presentes en los textos como punto de partida para valorar su pertinencia para la enseñanza de contenidos algebraicos.

Los resultados de Tufiño (2020) mostraron que los textos analizados incluían definiciones poco claras y ejemplos desarticulados respecto a los ejercicios junto con escasas actividades contextualizadas, lo cual impulsaba prácticas docentes enfocadas en la mecanización de algoritmos que limitaban el desarrollo de habilidades para formular interpretar luego resolver problemas con inecuaciones en contextos cotidianos. La autora concluyó que era necesario rediseñar los materiales oficiales mediante criterios de coherencia conceptual junto con secuenciación progresiva de la complejidad además de tareas abiertas que favorezcan el razonamiento algebraico, por lo que este antecedente respalda la revisión minuciosa del libro de Física de segundo Bachillerato General Unificado para detectar oportunidades de mejora en la presentación de los contenidos de Electricidad articulados con actividades variadas basadas en recursos complementarios.

2.1.2 Antecedente 2

Herrera (2017) desarrolló una tesis orientada a analizar el impacto del uso de recursos TIC y la enseñanza de contenidos de Física de nivel de Bachillerato General Unificado en una institución urbana, cuyo objetivo central fue comparar las prácticas tradicionales basadas en exposición magistral con secuencias didácticas que incorporan presentaciones interactivas videos cortos simulaciones sencillas junto con hojas de trabajo digitales. El estudio se apoyó en un enfoque mixto con diseño cuasiexperimental mediante aplicación de cuestionarios estructurados observación de clases además pruebas de desempeño a estudiantes de cursos paralelos, lo que permitió disponer de información cuantitativa, así como cualitativa articulada con la reflexión sistemática de la docente investigadora.

Los resultados evidenciaron mejoras en la participación estudiantil, así como en la resolución de problemas conceptuales de Cinemática y Electricidad cuando se incorporaron recursos TIC en comparación con las clases centradas solo en el pizarrón, lo que se reflejó en

incrementos en los puntajes de las pruebas escritas junto con comentarios favorables durante las entrevistas realizadas a los estudiantes. La autora concluyó que las tecnologías digitales permiten diversificar los modos de representación de los fenómenos físicos mediante animaciones actividades interactivas cuestionarios en línea junto con simuladores sencillos, de tal forma que constituyen un apoyo significativo para comprender conceptos abstractos por lo que recomienda su integración planificada en la programación anual de la asignatura.

2.1.3 Antecedente 3

Ordoñez elaboró una tesis centrada en diseñar y validar una guía didáctica apoyada en simulaciones interactivas de la plataforma PhET para la enseñanza de temas de Electricidad en segundo Bachillerato General Unificado, cuyo objetivo principal fue determinar en qué medida la incorporación sistemática de estos recursos favorece la comprensión de conceptos como corriente diferencia de potencial resistencia además configuración de circuitos simples. La investigación adoptó un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental mediante la conformación de un grupo control junto con otro experimental integrados por estudiantes de una unidad educativa fiscal, para quienes se planificaron unidades didácticas diferenciadas que combinaron el uso del libro oficial con actividades de laboratorio virtual planteadas en sesiones regulares de clase (Torres, 2024).

Los resultados de Ordoñez mostraron incrementos significativos en el rendimiento académico del grupo experimental en comparación con el control en pruebas sobre identificación de componentes de un circuito interpretación de esquemas junto con aplicación de la ley de Ohm, además se observaron mejoras en la argumentación oral cuando los estudiantes explicaban sus procedimientos apoyándose en las representaciones dinámicas generadas por PhET. El trabajo concluyó que las simulaciones interactivas permiten experimentar con variaciones de voltaje resistencia y tipo de conexión sin riesgo material ni

restricciones de tiempo, por lo que constituyen una alternativa viable para contextos donde la infraestructura de laboratorio es limitada además al mismo tiempo ofrecen insumos para rediseñar actividades propuestas en los textos oficiales de Física.

2.1.4 Antecedente 4

Cabrera llevó a cabo una investigación dirigida a implementar una propuesta de Aprendizaje Basado en Proyectos apoyada en recursos TIC para el estudio de fenómenos de mecánica y Electricidad en primero de bachillerato, cuyo objetivo fue valorar el efecto de proyectos colaborativos guiados en los que los estudiantes diseñaban soluciones a problemas de su entorno empleando herramientas digitales para recopilar procesar comunicar información. El estudio se desarrolló con enfoque mixto junto con diseño descriptivo mediante cuestionarios de percepción rúbricas de evaluación de proyectos diarios de campo además registros de desempeño académico de los participantes, lo que permitió relacionar cambios en las estrategias de estudio con variaciones en las calificaciones así como en la disposición a trabajar en equipo (Cabrera, 2022).

Los hallazgos indicaron mejoras sostenidas en la comprensión conceptual de contenidos de Física y en la capacidad para formular explicaciones apoyadas en datos recogidos por los propios estudiantes, ya que la participación en proyectos permitió vincular las ecuaciones trabajadas en clase con situaciones reales como el análisis del consumo eléctrico familiar o la construcción de dispositivos sencillos para ferias científicas. La autora resaltó que el Aprendizaje Basado en Proyectos apoyado en TIC favorece la motivación académica fortalece habilidades de comunicación además fomenta la autonomía en el uso de recursos digitales, de modo que este antecedente respalda la conveniencia de plantear una propuesta para Electricidad en segundo bachillerato que combine actividades experimentales virtuales con tareas colaborativas estructuradas.

2.1.5 Antecedente 5

Almache (2024) desarrolló una investigación orientada al diseño de una guía metodológica basada en recursos didácticos y prácticas de laboratorio para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física en bachillerato, cuyo objetivo consistió en organizar secuencias de actividades que integraran experimentos sencillos manipulables con instrumentos de medición básicos junto con recursos digitales de apoyo tales como videos explicativos además simulaciones gratuitas disponibles en línea. La autora trabajó con un enfoque mixto con prevalencia del componente descriptivo mediante encuestas aplicadas a docentes registros de observación de clases además análisis de resultados de evaluaciones parciales de los estudiantes, lo que permitió identificar necesidades formativas concretas asociadas al uso de materiales junto con el desarrollo de habilidades experimentales en el aula.

Los resultados de Cabrera Almache dos mil veinticuatro pusieron en evidencia que la aplicación sistemática de la guía permitió mejorar la organización de las clases de laboratorio así como el aprovechamiento de los recursos disponibles en los gabinetes de Física, además se observaron incrementos en la seguridad de los estudiantes al manipular equipos básicos además en su capacidad para registrar interpretar datos experimentales. La autora concluyó que el trabajo experimental cuidadosamente planificado con apoyo de recursos didácticos variados facilita la vinculación entre teoría y práctica mediante actividades que favorecen la indagación la formulación de hipótesis junto con la discusión guiada, por lo que propone consolidar manuales institucionales de laboratorio articulados con los textos oficiales junto con recursos digitales accesibles para el estudiantado.

En síntesis, los antecedentes revisados coinciden en señalar que las TIC los simuladores virtuales las guías didácticas estructuradas junto con el trabajo experimental planificado aportan mejoras en la comprensión de la Física además de incrementar la motivación además la

participación estudiantil, pues muestran que los estudiantes aprenden con mayor solidez cuando intervienen activamente en la exploración de fenómenos mediante recursos digitales complementarios a los materiales impresos. No obstante, ninguno de estos trabajos se ha centrado en una propuesta metodológica innovadora que tome como eje la Sección dos Electricidad del texto de Física de segundo Bachillerato General Unificado edición 2024, orientada a articular de manera explícita este recurso oficial con el uso sistemático de simulaciones PhET y otras actividades apoyadas en TIC para abordar los contenidos del bloque.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Enseñanza y aprendizaje de la Física y la Electricidad en el BGU

La Física escolar se presenta como un espacio clave para que los estudiantes comprendan fenómenos de su vida diaria mediante explicaciones que los acercan al quehacer científico, de modo que el bachillerato se vuelve una etapa donde se consolidan nociones sobre movimiento energía transformaciones articuladas con otros campos del currículo (Arlinwibowo y otros, 2022). En segundo de Bachillerato General Unificado la unidad de Electricidad introduce contenidos sobre carga eléctrica corriente y diferencia de potencial mediante actividades que buscan relacionar estos conceptos con usos cotidianos de tecnologías actuales desde la operación de aparatos domésticos hasta la comprensión de procesos industriales o sistemas de comunicación eléctrica.

La enseñanza de la Electricidad suele mostrar que muchos estudiantes confunden la naturaleza de la carga eléctrica con la corriente que circula en un conductor, lo que genera interpretaciones ingenuas sobre supuestos consumos de corriente o sobre la idea de que la batería crea electrones nuevos durante el funcionamiento del circuito. Estas confusiones se amplían cuando se introducen tensión resistencia y ley de Ohm porque el alumnado tiende a memorizar fórmulas sin distinguir entre magnitudes proporcionales o inversamente

relacionadas situación que complica la lectura de esquemas de circuito la predicción cualitativa de cambios ante variaciones en los parámetros junto con la resolución argumentada de problemas escolares (Quezada y otros, 2023).

En muchas instituciones de bachillerato el libro de texto distribuido por el Ministerio de Educación se convierte en el recurso central para estructurar la enseñanza de la Física porque organiza los contenidos por unidades ofrece actividades de repaso e incorpora problemas graduados que orientan el trabajo en aula o en casa. Cuando este material se emplea casi en solitario sin acompañarse de experiencias experimentales ni de otros recursos digitales se corre el riesgo de que la Electricidad se reduzca a la lectura de definiciones a la resolución rutinaria de ejercicios y al uso mecánico de fórmulas con escasas oportunidades para la exploración autónoma de los estudiantes (Isaksen y otros, 2024).

La persistencia de un modelo de enseñanza centrado en la clase magistral con el docente como expositor principal conduce a que muchos estudiantes asuman la Electricidad como un conjunto de fórmulas descontextualizadas, situación en la que el tiempo de aula se dedica casi por completo a copiar procedimientos resolver listas de ejercicios y reproducir definiciones sin espacio para la discusión argumentada de ideas propias. Esta dinámica se traduce en aprendizajes poco significativos ya que el alumnado recuerda resultados numéricos de corto plazo pero no logra explicar fenómenos sencillos ni transferir los conceptos a problemas nuevos de su vida cotidiana hecho que limita la construcción gradual de modelos mentales sobre los procesos eléctricos (Baptista & Martins, 2023).

El panorama descrito ha impulsado la búsqueda de experiencias de aprendizaje donde la teoría de la Electricidad se vincula con actividades que permiten manipular objetos reales u observar simulaciones interactivas de modo que el alumnado formule predicciones explore resultados para contrastar sus ideas iniciales con la evidencia recogida durante la clase (Dah y

otros, 2024). Esta diversificación de recursos incluye prácticas de laboratorio análisis crítico del libro de texto incorporación de herramientas digitales para representar circuitos seguir el flujo de carga y visualizar magnitudes abstractas cuestión que contribuye a procesos de comprensión progresiva en los distintos niveles del bachillerato.

2.2.2 TIC, simuladores educativos y laboratorio virtual PhET en la enseñanza de la Física

Las tecnologías de la información y comunicación aplicadas a la educación comprenden plataformas virtuales recursos multimedia dispositivos móviles aplicaciones de simulación más sistemas para gestionar actividades en línea, elementos que amplían las formas de presentar contenidos con soporte digital en momentos diversos así como espacios del proceso formativo. En las ciencias experimentales la presencia de estas herramientas permite complementar la explicación del docente con videos interactivos bancos de problemas generados en línea simulaciones que acercan al alumnado a fenómenos difíciles de observar en el aula tradicional sin modificar la estructura curricular de las asignaturas (Hossain & Rahman, 2025).

Los laboratorios virtuales y los simuladores educativos se conciben como entornos digitales que permiten manipular variables observar representaciones gráficas para obtener resultados experimentales mediante la pantalla del computador sin necesidad de contar con equipos costosos o materiales delicados, lo que abre posibilidades de trabajo práctico para instituciones que enfrentan restricciones de infraestructura de seguridad o de tiempo para montar experiencias de Electricidad en espacios físicos (Arlinwibowo y otros, 2022). En el estudio de fenómenos eléctricos estas plataformas facilitan la visualización de circuitos la representación del flujo de carga el control preciso de fuentes resistencias e instrumentos de medición junto con la repetición rápida de ensayos con distintos parámetros para analizar patrones en los datos obtenidos.

El proyecto PhET Interactive Simulations ofrece un conjunto amplio de simulaciones gratuitas que permiten modelar fenómenos de Física Química Matemática otras áreas mediante interfaces gráficas intuitivas, donde el usuario manipula controles deslizantes arrastran objetos observa animaciones y recibe retroalimentación inmediata sobre los cambios realizados en las variables del sistema. En el campo de la Electricidad se dispone de simulaciones sobre circuitos con resistencias fuentes de tensión interruptores carga acumulada e interacciones eléctricas que pueden ejecutarse desde navegadores web o dispositivos móviles sin requerir instalaciones complejas lo cual facilita su uso tanto en el aula como en espacios de estudio autónomo del estudiantado (Chávez & Mestres, 2023).

Diversas investigaciones recientes (Manlapig., 2024; Masruroh et al., 2020) sobre el uso de simuladores en la enseñanza de la Física reportan mejoras en la comprensión conceptual la motivación y la participación estudiantil cuando se integran actividades estructuradas con herramientas como PhET en comparación con esquemas apoyados solo en la explicación oral del docente, ya que los estudiantes realizan exploraciones guiadas manipulan parámetros observan respuestas inmediatas del sistema e intercambian interpretaciones con sus compañeros durante el trabajo en grupo. Los resultados cuantitativos de estos estudios suelen mostrar incrementos significativos en pruebas de logro conceptual junto con actitudes más favorables hacia la asignatura lo que sugiere que las simulaciones se convierten en apoyo valioso para abordar temas de Electricidad que tradicionalmente presentan altos índices de dificultad (Alsalhi y otros, 2024).

La integración pedagógica de las TIC junto con simuladores como PhET no depende solo de su disponibilidad técnica puesto que requiere planificación cuidadosa selección de actividades orientaciones claras y tiempo específico dentro de la clase para que el alumnado experimente con propósito definido, de lo contrario estas herramientas se utilizan de forma

ocasional como demostraciones aisladas que no se articulan con los objetivos de aprendizaje ni con la evaluación. Una propuesta coherente demanda que el docente vincule cada simulación con las metas del currículo alinee las consignas con los contenidos del libro de texto promueva discusiones posteriores sobre los resultados obtenidos para recuperar la información producida durante la exploración para retroalimentar el avance del grupo.

2.2.3 Propuesta metodológica innovadora para la enseñanza de la Electricidad con TIC y PhET

El diseño de una propuesta metodológica para la enseñanza de la Electricidad en segundo de Bachillerato General Unificado parte de la idea de que el estudiante construye conocimiento cuando se enfrenta a situaciones retadoras cercanas a su realidad, por lo que se retoman aportes de la psicología constructivista y de enfoques de aprendizaje significativo que destacan el papel de las experiencias previas en la comprensión de nuevos contenidos. Estas perspectivas proponen organizar secuencias donde el alumnado formule preguntas experimente en entornos reales o virtuales registre datos analice regularidades explique resultados a partir de modelos simples mientras el docente orienta la actividad mediante consignas claras preguntas de apoyo espacios de reflexión conjunta sobre los procesos realizados (Thomas y otros, 2025).

En el caso del estudio de la Electricidad las estrategias metodológicas pueden articular situaciones problemáticas tomadas de la vida cotidiana donde se analicen fallas en instalaciones domésticas consumo energético o funcionamiento de dispositivos electrónicos, con momentos de exploración virtual en los que el grupo manipula circuitos simulados modifica parámetros registra observaciones para contrastar resultados con las explicaciones construidas de manera colectiva. Estas dinámicas se complementan con trabajo cooperativo en pequeños equipos elaboración de informes breves discusión plenario sobre los errores frecuentes junto a revisión

guiada de ejercicios numéricos que permiten reforzar la relación entre conceptos cualitativos expresiones algebraicas e interpretación de gráficos asociados a los fenómenos eléctricos abordados (Assuah y otros, 2022).

La propuesta que se plantea en esta investigación busca articular de forma sistemática el libro de Física de segundo de Bachillerato General Unificado con recursos TIC y simulaciones de PhET de manera que cada subtema de la unidad de Electricidad combine lectura análisis de ejemplos resolución de ejercicios mediante actividades de exploración virtual orientadas por consignas claras, lo cual transforma el texto oficial en un punto de partida para la indagación más que en la única fuente de información disponible. En cada sección se pueden planificar momentos para anticipar ideas mediante preguntas breves realizar experiencias simuladas registrar datos contrastar resultados con las explicaciones del libro para elaborar productos escritos o gráficos que sintetizen lo aprendido durante la secuencia (Bauman y otros, 2024).

La implementación de una propuesta metodológica innovadora en Electricidad con apoyo de TIC y simulaciones de PhET se vincula con el desarrollo de competencias científicas que incluyen formular preguntas explicar fenómenos construir modelos contrastar predicciones con datos para comunicar resultados mediante distintos formatos, de manera que el uso de la tecnología deja de reducirse a proyectar diapositivas para convertirse en medio que favorece la argumentación el pensamiento crítico junto con la toma de decisiones informadas. Un trabajo sistemático de este tipo puede fortalecer la preparación del estudiantado para iniciar estudios superiores en áreas científicas técnicas o tecnológicas mejorar su relación con la Física como disciplina escolar para potenciar una comprensión más profunda de los sistemas eléctricos presentes en su entorno inmediato (Potvin y otros, 2025).

2.3 Bases Legales

2.4 Instrumentos internacionales

2.4.1 *Declaración Universal de los Derechos Humanos*

La Declaración Universal de los Derechos Humanos reconoce el derecho a la educación como base de la dignidad junto con la participación social, por ello el artículo 26 orienta a los Estados a organizar sistemas accesibles sin discriminación por origen social género discapacidad o territorio con garantías de ingreso permanencia y culminación en cada nivel. Esta mirada ubica a la educación secundaria como tramo decisivo para la igualdad de oportunidades porque allí se consolidan competencias científicas tecnológicas ciudadanas necesarias para la vida adulta así como para la inserción laboral, además análisis recientes sostienen que la Declaración funciona como marco normativo para evaluar políticas públicas ante exclusión desigualdad o retrocesos en el acceso escolar con enfoque de derechos en toda la trayectoria educativa (Miranda, 2023).

Las discusiones actuales sobre el derecho a la educación reconocen que la Declaración Universal de los Derechos Humanos continúa siendo un marco de referencia para comprender las obligaciones estatales en el ámbito educativo, debido a que su relación con instrumentos jurídicos posteriores orienta la expansión progresiva de la educación y la superación de barreras económicas, culturales y territoriales, este enfoque enlaza el derecho formulado en 1948 con los debates contemporáneos sobre calidad educativa, equidad e inclusión digital en contextos escolares marcados por brechas en el acceso a la tecnología. En el caso de esta investigación la Declaración respalda iniciativas que buscan mejorar la enseñanza de la Física mediante estrategias que fortalezcan el acceso y la permanencia del estudiantado en trayectorias científicas rigurosas (Miranda, 2023).

2.4.2 Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales

El Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales define con mayor precisión el alcance del derecho a la educación al señalar que los Estados deben avanzar hacia la gratuidad universal de la enseñanza secundaria, de manera que el artículo 13 se entiende como un compromiso para suprimir obstáculos financieros administrativos o culturales que limiten el ingreso de adolescentes a este nivel. La doctrina reciente subraya que tales obligaciones incluyen garantizar plazas suficientes formación docente pertinente infraestructura física adecuada más disponibilidad de materiales didácticos actualizados orientados al desarrollo de competencias científicas. Esta lectura coloca al Pacto como puente entre los principios generales de la Declaración Universal junto con la concreción de políticas que buscan expandir oportunidades educativas en contextos sociales desiguales (Contreras, 2021).

Los análisis contemporáneos sobre el derecho a la educación resaltan que el Pacto Internacional de Derechos Económicos Sociales y Culturales convierte ese derecho en una obligación exigible que vincula el acceso con principios de igualdad sustantiva, de modo que la prohibición de discriminación obliga a atender con prioridad a grupos en situación de pobreza ruralidad discapacidad o pertenencia indígena. Esta perspectiva jurídica se traduce en la necesidad de revisar cómo se distribuyen docentes infraestructura equipamiento de laboratorios junto con recursos digitales entre instituciones que atienden poblaciones con distintas condiciones socioeconómicas. Desde esta óptica el estudio de la enseñanza de la Física en el bachillerato ecuatoriano se inserta en el deber estatal de garantizar trayectorias educativas completas para todo el estudiantado sin cortes prematuros por falta de apoyos pedagógicos o materiales (Contreras, 2021).

2.4.3 Agenda 2030 y Objetivo de Desarrollo Sostenible 4: Educación de calidad

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible establece en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 el compromiso de garantizar una educación inclusiva equitativa de calidad orientada al aprendizaje a lo largo de la vida, de manera que los Estados fijan metas sobre finalización de la educación secundaria alfabetización competencias digitales así como mejora de los resultados de aprendizaje. Los estudios recientes sobre la implementación de este objetivo en América Latina señalan avances desiguales en cobertura permanencia logro académico formación docente e inversión educativa que revelan brechas profundas entre contextos urbanos y rurales. En esta investigación el ODS 4 sirve como referente para justificar propuestas que buscan fortalecer la enseñanza de la Física en el bachillerato mediante el uso de recursos digitales articulados con el currículo nacional con el fin de favorecer trayectorias de aprendizaje científico acordes con las exigencias del desarrollo sostenible contemporáneo (Camarena y otros, 2024).

Los debates sobre el Objetivo de Desarrollo Sostenible 4 exigen vincular calidad educativa con integración significativa de tecnologías digitales, de forma que simuladores y plataformas en línea operen como medios para democratizar oportunidades de aprendizaje mediante actividades guiadas que promueven comprensión conceptual participación activa acceso equitativo sin convertirse en un recurso accesorio en la planificación del aula. La evidencia del modelo TPACK describe que la competencia digital docente sostiene diseños inclusivos pertinentes e innovadores con evaluación formativa junto con retroalimentación orientada al proceso, por ello la propuesta incorpora el simulador PhET en la enseñanza de Electricidad como apoyo estructurado para desarrollar razonamiento científico interpretar datos contrastar hipótesis transferir procedimientos a problemas nuevos para responder a las metas del ODS 4 en bachillerato ecuatoriano (Camarena y otros, 2024).

2.5 Constitución de la República del Ecuador

2.5.1 Derecho a la educación y al aprendizaje a lo largo de la vida

La Constitución de la República del Ecuador reconoce la educación como un derecho humano irrenunciable que debe garantizarse durante todas las etapas de la vida, lo cual incluye la formación científica escolar en áreas como la Física que se desarrolla en el Bachillerato General Unificado. Este mandato constitucional plantea que el Estado organice un sistema educativo articulado con la formación continua del ciudadano, de manera que los procesos de enseñanza del bachillerato se vinculen con trayectorias posteriores de estudio superior o capacitación profesional relacionadas con ciencia tecnología e innovación. Diversos análisis jurídicos recientes destacan que esta visión de aprendizaje a lo largo de la vida obliga a revisar la coherencia entre el currículo oficial las normas educativas la dotación de recursos pedagógicos y las oportunidades reales de acceso a propuestas didácticas innovadoras en instituciones fiscales y particulares del país (Urgilez y otros, 2024).

2.5.2 Principios de calidad, equidad e inclusión en la educación

La Constitución ecuatoriana establece que el derecho a la educación debe ejercerse con criterios de calidad equidad e inclusión, lo que implica que todos los estudiantes del Bachillerato General Unificado reciban una formación científica rigurosa en Física sin discriminación por origen social territorio o modalidad de estudio. Estos principios exigen que la enseñanza de la Electricidad se apoye en materiales actualizados metodologías activas y recursos tecnológicos accesibles que permitan atender ritmos diversos de aprendizaje en aulas heterogéneas, de forma que la experiencia escolar no reproduzca brechas ya presentes en el entorno social. Los estudios recientes sobre derecho a la educación en Ecuador subrayan que la efectividad de estos principios depende de la capacidad del sistema para articular el marco constitucional con políticas curriculares formación docente infraestructura tecnológica y

mecanismos de seguimiento que reduzcan desigualdades en el acceso a ambientes pedagógicos innovadores (Urgilez y otros, 2024).

2.5.3 Fomento de la ciencia, la tecnología y la innovación educativa

La misma Constitución dispone que el Estado fomente el desarrollo de la ciencia la tecnología y la innovación, por lo que la enseñanza de la Física en el bachillerato se concibe como un espacio estratégico para formar capacidades vinculadas con la investigación básica y aplicada. Esta orientación se refleja en la obligación de promover prácticas pedagógicas que integren recursos digitales simuladores científicos además de otros medios interactivos que acerquen al estudiantado a problemas y procedimientos propios de las disciplinas STEM, cuestión que respalda el uso de herramientas como PhET durante el estudio de la Electricidad. Los análisis recientes sobre derecho a la educación en el marco jurídico ecuatoriano señalan que la mención constitucional a ciencia y tecnología no solo define prioridades de inversión pública, también introduce un criterio de pertinencia que obliga a incorporar innovaciones pedagógicas coherentes con los avances del conocimiento contemporáneo en los distintos niveles del sistema educativo (Urgilez y otros, 2024).

2.6 Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI)

2.6.1 Fines y objetivos de la educación básica y del Bachillerato General

Unificado

La Ley Orgánica de Educación Intercultural desarrolla los mandatos constitucionales al definir fines y objetivos para la educación básica así como para el Bachillerato General Unificado, entre los que destacan la formación científica, el pensamiento crítico la resolución de problemas y la preparación para la vida social y productiva. En el nivel de bachillerato la LOEI establece que el estudiantado debe consolidar competencias para comprender fenómenos naturales analizar información y tomar decisiones responsables frente a desafíos tecnológicos

contemporáneos, lo que otorga a la Física un lugar central dentro de la formación común. Los estudios jurídicos recientes muestran que esta ley configura un marco que articula el derecho a la educación con orientaciones pedagógicas concretas, motivo por el cual resulta pertinente vincular el proyecto de propuesta metodológica en Electricidad con los objetivos formativos que la LOEI asigna al Bachillerato General Unificado y a las ciencias experimentales en particular (Urgilez y otros, 2024).

2.6.2 Lineamientos para la enseñanza de las ciencias experimentales

La LOEI establece que las ciencias experimentales promueven capacidades para investigar interpretar evidencias y comprender vínculos entre ciencia sociedad ambiente, por ello la Física escolar se organiza alrededor de indagación con experiencias concretas antes que repetición de fórmulas con énfasis en explicación razonada y uso de datos en actividades planificadas dentro del bachillerato. Esta orientación respalda secuencias de Electricidad que integran el texto oficial con tareas experimentales reales o virtuales, de modo que el estudiantado formule hipótesis observe resultados contraste ideas iniciales con modelos científicos sustentados en evidencia y luego comunique hallazgos con argumentos claros, trabajos recientes en educación científica retoman este marco para sostener metodologías de investigación escolar con simuladores interactivos y recursos digitales integrados al trabajo regular del aula (Baptista & Martins, 2023).

2.6.3 Disposiciones sobre uso pedagógico de recursos tecnológicos y TIC

La LOEI incorpora entre sus principios la integración pedagógica de tecnologías de la información y comunicación como apoyo al desarrollo curricular, condición que obliga a las instituciones educativas a planificar experiencias de aprendizaje donde los recursos digitales se articulen con los objetivos y contenidos de cada asignatura. En el caso de la Física de bachillerato este mandato legal respalda la incorporación de plataformas virtuales simuladores

interactivos así como otros entornos digitales que favorecen la visualización de fenómenos complejos, por ejemplo en el estudio de circuitos eléctricos o en la interpretación de relaciones entre magnitudes físicas. Investigaciones recientes sobre actualización docente en Ecuador destacan que las disposiciones de la LOEI han impulsado procesos de formación en competencias digitales aunque persisten desafíos para transformar estas exigencias normativas en prácticas de aula sistemáticas, lo cual refuerza la pertinencia de propuestas metodológicas que indiquen con detalle cómo integrar TIC y simuladores como PhET en la enseñanza diaria (Domínguez y otros, 2025).

2.7 Reglamento General a la LOEI

2.7.1 Organización curricular del Bachillerato General Unificado en Física

El Reglamento General a la LOEI concreta la organización curricular del Bachillerato General Unificado al detallar estructuras de áreas bloques y asignaturas, dentro de las cuales la Física se ubica como parte de las ciencias experimentales con carga horaria y objetivos propios. Esta normativa precisa la distribución de contenidos por cursos así como los estándares de aprendizaje que deben alcanzarse en cada nivel, cuestión que incluye la unidad de Electricidad en segundo de BGU donde se promueve la comprensión de conceptos como carga corriente y diferencia de potencial articulados con la resolución de problemas. Los estudios recientes sobre currículo y derecho a la educación en Ecuador subrayan que la coherencia entre Constitución LOEI y Reglamento se materializa en estos lineamientos curriculares, por lo que cualquier propuesta metodológica en Física debe dialogar con los objetivos oficiales del área y con la estructura del Bachillerato General Unificado definida en esta reglamentación (Urgilez y otros, 2024).

2.7.2 Normas sobre laboratorios, recursos didácticos y ambientes de aprendizaje

El Reglamento General fija disposiciones sobre dotación y uso de laboratorios de ciencias junto con recursos didácticos especializados así como ambientes de aprendizaje, con el fin de que las instituciones educativas dispongan de condiciones mínimas para desarrollar prácticas experimentales seguras con sentido pedagógico en Física u otras áreas durante el bachillerato con protocolos de orden con seguridad. Estas normas orientan equipamiento básico para manipular materiales registrar datos interpretar evidencias bajo supervisión docente, investigaciones en bachillerato ecuatoriano reportan limitaciones de infraestructura más acceso a insumos por lo cual se integra laboratorio presencial con entornos virtuales junto con recursos digitales que sostienen experiencias experimentales consistentes con los estándares de aprendizaje vigentes que favorecen continuidad del trabajo cuando existen restricciones de espacio o materiales (Bajaña y otros, 2025).

2.7.3 Disposiciones para la integración de TIC en los procesos de enseñanza

El Reglamento a la LOEI también recoge lineamientos para el aprovechamiento pedagógico de recursos tecnológicos en el aula, al señalar que las instituciones deben incorporar TIC en la planificación de clases procesos de evaluación y actividades de apoyo al aprendizaje de las distintas áreas curriculares. Esta orientación normativa se vincula con políticas nacionales de incorporación de tecnologías en la educación que promueven el uso de plataformas virtuales recursos multimedia y herramientas interactivas, lo que abre un espacio explícito para integrar simuladores como PhET en la enseñanza de la Física en el Bachillerato General Unificado. Estudios recientes sobre la situación de las TIC en el sistema educativo ecuatoriano destacan avances en conectividad infraestructura y formación docente aunque evidencian desigualdades entre territorios, por lo que recomiendan proyectos que ofrezcan modelos concretos de uso de

tecnologías alineados con las disposiciones del Reglamento y las metas de calidad educativa (Cuaical y otros, 2025).

2.8 Normativa del Ministerio de Educación

2.8.1 Currículo nacional de Física para 2.º BGU y bloque de Electricidad

El currículo nacional de Física para segundo de Bachillerato General Unificado organiza la unidad de Electricidad como eje para trabajar nociones de carga corriente diferencia de potencial resistencia potencia y modelos de circuito en relación con situaciones del entorno escolar. Los resultados de aprendizaje describen que el estudiantado explica fenómenos eléctricos mediante lenguaje científico apropiado aplica ecuaciones básicas en ejercicios graduados relaciona representaciones simbólicas con esquemas gráficos así integra la reflexión sobre el uso seguro de la energía en la vida cotidiana. Una investigación sobre herramientas tecnológicas en clases de Física de segundo BGU muestra que estas metas curriculares se fortalecen cuando el bloque de Electricidad se desarrolla con apoyo de simuladores interactivos articulados al texto oficial como recurso de referencia común para docentes junto con estudiantes (Cordero, 2020).

2.8.2 Lineamientos y acuerdos ministeriales sobre uso de TIC y recursos digitales

Las disposiciones ministeriales sobre uso pedagógico de tecnologías de la información orientan el trabajo de aula hacia el desarrollo de competencias digitales docentes así como estudiantiles enmarcadas en criterios de acceso uso responsable más creación de recursos. En estas normas se promueve la integración curricular de plataformas virtuales recursos digitales abiertos evaluaciones en línea y espacios de formación continua docente articulados con objetivos de calidad e inclusión educativa. Un análisis reciente de políticas de integración de TIC en el sistema educativo ecuatoriano muestra que estos lineamientos se reflejan en planes

institucionales donde se prioriza el uso de entornos virtuales junto con herramientas colaborativas para fortalecer la enseñanza de las ciencias en el Bachillerato (Andrade, 2023).

2.8.3 Documentos técnicos sobre textos escolares oficiales y su actualización 2024

La normativa del Ministerio de Educación sobre textos escolares oficiales define criterios para la selección actualización y distribución de libros de Física que se utilizan en todas las instituciones públicas del país como parte de la política curricular nacional. Estos lineamientos enfatizan la alineación de contenidos con el currículo vigente la incorporación de actividades que favorezcan el desarrollo de destrezas cognitivas graduales así como la inclusión de recursos gráficos y propuestas experimentales que apoyan la comprensión de fenómenos eléctricos. Estudios recientes sobre el tratamiento de la evaluación en textos de ciencias naturales muestran que las decisiones editoriales influyen en la forma en que el estudiantado enfrenta tareas de aplicación junto con reflexión de modo que la actualización de materiales oficiales exige análisis crítico desde marcos pedagógicos actuales al revisar nuevas ediciones como la de Física 2024 (Guerra y otros, 2025).

2.9 Normativa institucional

2.9.1 Proyecto Educativo Institucional y lineamientos pedagógicos de la unidad educativa

El Proyecto Educativo Institucional se concibe como documento que orienta la identidad la organización y las prioridades pedagógicas de cada unidad educativa al articular principios filosóficos con metas curriculares así como criterios de gestión académica. En este marco la propuesta metodológica para la enseñanza de la Electricidad se vincula con el PEI cuando retoma el enfoque pedagógico institucional las políticas de innovación didáctica los compromisos de formación docente junto con las metas de mejora de resultados de aprendizaje en ciencias. Investigaciones sobre gestión institucional en educación básica y media señalan

que el PEI funciona como herramienta para articular proyectos de aula acciones de capacitación docente seguimiento de logros estudiantiles además uso de recursos tecnológicos bajo una misma visión estratégica de centro escolar (Flores & Montalvo, 2020).

2.9.2 Políticas internas sobre uso de laboratorios, TIC y plataformas digitales en Física

Las políticas internas de cada institución educativa regulan el uso de laboratorios de Física recursos didácticos concretos dispositivos tecnológicos junto con plataformas digitales al definir procedimientos de acceso conservación seguridad más horarios de trabajo para docentes con estudiantes. En la enseñanza de la Electricidad estas normas inciden en la disponibilidad de materiales para prácticas experimentales en la conectividad de las aulas y en la posibilidad de implementar sesiones sistemáticas con simuladores PhET integrados al desarrollo del bloque de la asignatura. Un estudio reciente sobre políticas escolares sobre uso de plataformas virtuales en instituciones de educación media latinoamericana señala que los acuerdos internos sobre TIC influyen en la frecuencia con que el profesorado planifica actividades en línea con simuladores junto con recursos interactivos ligados a los objetivos curriculares de ciencias (Rincón, 2024).

3 CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolla con enfoque mixto junto con orientación aplicada, porque produce una propuesta metodológica con TIC más simulaciones PhET para fortalecer la enseñanza de la Electricidad en Física de segundo BGU. El componente cuantitativo describe el punto de partida del curso mediante una prueba de logro conceptual junto con un cuestionario de percepción, mientras el componente cualitativo caracteriza prácticas de aula mediante observación guiada más entrevistas a docentes junto con estudiantes. La integración de resultados consolida un diagnóstico pedagógico que orienta secuencias de aprendizaje con metas verificables junto con criterios de evaluación formativa, articuladas con actividades de simulación junto con productos de desempeño observables en clase.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de investigación es no experimental con corte transversal, debido a que registra información en un periodo definido sin modificar la dinámica regular de la clase de Física ni los planes docentes vigentes. El enfoque articula análisis documental del texto oficial de Física edición 2024 junto con trabajo de campo en segundo BGU, para caracterizar la secuenciación del bloque de Electricidad la claridad de sus actividades así como la presencia de orientaciones para integrar TIC durante la clase con criterios observables en planificación didáctica mediación docente junto con evidencias registradas en cuaderno junto con plataforma institucional. El alcance comprende diagnóstico inicial diseño de la propuesta validación por expertos y entrega de un producto metodológico compuesto por guías de aula con actividades PhET e instrumentos de evaluación con pautas de aplicación, que ordenan tiempos evidencias coherencia junto con retroalimentación sin afectar la planificación institucional del periodo lectivo con adaptación a recursos disponibles junto con horarios de tutoría.

3.3 Escenario de estudio y unidad de análisis

El escenario corresponde a unidades educativas que desarrollan Física en segundo BGU con apoyo del texto oficial, donde la sección de Electricidad guía la planificación semanal del docente junto con las tareas de aprendizaje del grupo en horarios regulares definidos por la institución. La unidad de análisis se centra en el tratamiento didáctico de conceptos de circuito eléctrico junto con magnitudes asociadas, considerando lectura del libro, resolución de problemas más uso de simulaciones durante la clase con énfasis en relaciones entre variables del circuito. El contexto incluye conectividad disponible, acceso a dispositivos institucionales o personales, disponibilidad de espacio para trabajo práctico más formación docente en herramientas digitales vinculadas con la asignatura para sostener actividades de indagación guiada.

3.4 Población y muestra

La población de referencia se conformó por docentes de Física de segundo BGU y por estudiantes del mismo nivel pertenecientes a instituciones educativas que emplean el texto oficial de Física edición 2024 y desarrollan la unidad de Electricidad durante el año lectivo, de manera que el universo de interés quedó delimitado por actores que participan de forma cotidiana en la mediación didáctica, el uso del libro como recurso central y la resolución de actividades vinculadas con circuitos, magnitudes eléctricas y ley de Ohm. En coherencia con el escenario de estudio definido para el trabajo de campo, la población efectiva considerada estuvo integrada por 1 docente de Física y 32 estudiantes de 2.º BGU, quienes constituyeron el grupo sobre el cual se aplicaron los instrumentos del diagnóstico, las encuestas y el levantamiento cualitativo, garantizando diversidad de desempeño académico, heterogeneidad en ritmos de aprendizaje y variación en el acceso a tecnología, condiciones necesarias para describir necesidades reales que orienten el diseño de la propuesta y su pertinencia escolar.

La muestra seleccionada correspondió a una muestra no probabilística de tipo intencional, debido a que la selección se realizó a partir de criterios definidos previamente que aseguraron viabilidad, coherencia con el problema de investigación y alineación con los objetivos del estudio, considerando la disponibilidad institucional, el desarrollo vigente del bloque de Electricidad en el curso, el uso sistemático del texto oficial como guía de trabajo y la posibilidad de aplicar instrumentos en condiciones regulares de aula sin introducir modificaciones en la planificación docente.

La decisión de trabajar con este grupo se sustentó en que ofrecía acceso a evidencias concretas del aprendizaje inicial, de las dificultades recurrentes en lectura de circuitos y medición, y de las condiciones reales de conectividad y disponibilidad de dispositivos, lo que permitió recoger información contextualizada para fundamentar la propuesta metodológica con TIC y PhET. En consecuencia, la muestra quedó integrada por 33 participantes en total, conformados por 1 docente y 32 estudiantes, quienes aportaron información cuantitativa y cualitativa suficiente para caracterizar el punto de partida del aprendizaje, describir las prácticas de enseñanza, identificar barreras de implementación y definir decisiones de diseño vinculadas con guías de simulación, registro de evidencias en cuaderno y evaluación formativa durante la sesión.

3.5 Variables y operacionalización

Las variables del estudio se organizaron en dos ejes articulados que permiten describir, medir e interpretar la relación entre la intervención didáctica y los resultados de aprendizaje, de manera que la primera variable se definió como proceso de enseñanza mediado por TIC con apoyo de simuladores PhET, mientras la segunda variable se definió como aprendizaje de Electricidad en segundo BGU, entendido como un desempeño integral que combina dominio conceptual, ejecución procedimental y disposición actitudinal frente a los contenidos del

bloque. La variable de enseñanza se operacionalizó mediante indicadores observables asociados con la planificación de la clase, la mediación docente durante la explicación y el acompañamiento, el uso de representaciones y recursos digitales para conectar teoría con fenómenos, y la implementación de actividades del texto oficial articuladas con tareas de simulación secuenciadas por subtemas, incorporando instrucciones claras, tiempos de trabajo, consignas de exploración guiada y registro de evidencias en clase a partir de capturas, tablas, cálculos y respuestas argumentadas en el cuaderno.

El aprendizaje se operacionalizó considerando evidencias concretas que muestren comprensión de relaciones entre magnitudes eléctricas, lectura e interpretación de circuitos, resolución de problemas con procedimientos completos y explicación de resultados sustentada en datos obtenidos en PhET y en el trabajo escrito del estudiante, integrando precisión en unidades, coherencia en el razonamiento, calidad de las justificaciones y consistencia entre lo simulado y lo calculado.

Con el fin de garantizar que la medición conserve coherencia con los objetivos y con la realidad del aula, la operacionalización del aprendizaje se estructuró en dimensiones que permiten capturar tanto el conocimiento como la aplicación y la actitud frente al contenido, por lo que el dominio conceptual se verificó mediante ítems que evalúan comprensión de conceptos y relaciones entre corriente, voltaje y resistencia, el desempeño procedimental se verificó mediante tareas que exigen construir, leer y analizar circuitos, manipular parámetros en el simulador, registrar valores y resolver problemas con explicación, y la disposición actitudinal se verificó mediante indicadores de participación, interés, persistencia ante el error, colaboración y valoración del uso de simulaciones como apoyo para aprender.

Esta definición operativa permitió vincular la enseñanza mediada por TIC con resultados medibles, debido a que la práctica docente se observó en acciones concretas durante

la sesión y el aprendizaje se evidenció en productos verificables, como respuestas en pruebas, registros de simulación y trabajos escritos, lo que facilitó describir con claridad qué se midió, cómo se midió y con qué criterios se interpretaron los datos.

Tabla 1.

Matriz de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Técnica e instrumento	Evidencia esperada
Proceso de enseñanza mediado por TIC con PhET	Planificación didáctica	Objetivos de aprendizaje explícitos, secuencia de subtemas, selección de recursos TIC y PhET, consignas y tiempos definidos, criterios de evaluación formativa establecidos	Observación de clase con guía de observación, revisión de planificaciones y materiales	Plan de clase, guía de actividades, criterios o rúbrica, evidencia de secuenciación
Proceso de enseñanza mediado por TIC con PhET	Mediación docente	Explicaciones claras, retroalimentación durante la actividad, preguntas de andamiaje, acompañamiento en el uso del simulador, orientación para interpretar resultados	Observación de clase con guía, registro de campo	Registros de interacción, retroalimentación documentada, seguimiento de avances
Proceso de enseñanza mediado por TIC con PhET	Uso de representaciones y recursos	Empleo de diagramas, tablas, gráficas o analogías, relación entre texto oficial y simulación, demostración de procedimientos, uso pertinente de TIC	Observación de clase, lista de cotejo de recursos	Material usado en clase, capturas o proyecciones, ejercicios vinculados con PhET
Aprendizaje de Electricidad	Dominio conceptual	Explica relaciones entre voltaje, corriente y resistencia, reconoce componentes del circuito y su función, interpreta unidades y magnitudes, diferencia circuito serie y paralelo	Prueba de conocimientos, cuestionario de evaluación, revisión de cuaderno	Respuestas correctas y justificadas, conceptos aplicados a problemas
Aprendizaje de Electricidad	Desempeño procedimental	Lee y construye circuitos, aplica ley de Ohm en ejercicios, registra datos de PhET en tablas, resuelve problemas con procedimiento completo, contrasta simulación con cálculo	Guía de actividades con PhET, rúbrica de desempeño, revisión de productos	Tablas de datos, cálculos, capturas del simulador, explicación paso a paso
Aprendizaje de Electricidad	Disposición actitudinal	Participa y sostiene el trabajo, muestra interés por explorar el simulador, persevera ante errores, colabora con pares, valora el recurso TIC para aprender	Encuesta actitudinal, observación con lista de cotejo	Registros de participación, respuestas de percepción, evidencia de colaboración y compromiso

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de información

La recolección de información se estructuró mediante análisis documental y trabajo de campo, con el fin de caracterizar el tratamiento didáctico del bloque de Electricidad del texto oficial y describir el desempeño conceptual del estudiantado junto con las condiciones pedagógicas para integrar TIC y simuladores, por ello se aplicó una rúbrica de análisis del texto con escala de 1 a 4 para valorar coherencia conceptual, representaciones, actividades, orientación de práctica con TIC y evaluación formativa, registrando evidencias por indicador en una matriz de sistematización que permitió identificar oportunidades concretas de articulación con simulaciones (Anexo B1, Tabla 17).

De forma complementaria, se aplicó una prueba diagnóstica de logro conceptual de 20 ítems sobre 25 puntos, organizada en opción múltiple, respuesta corta y ejercicios numéricos, con pauta única de calificación y clave para garantizar criterios homogéneos de corrección y lectura por subtema, lo que permitió identificar patrones de error y áreas de mayor dificultad vinculadas con lectura de circuitos, ubicación de instrumentos y relaciones entre magnitudes (Anexo A1 y Anexo A2). El levantamiento en aula se completó con cuestionarios estructurados para estudiantes y docentes, diseñados con escala tipo Likert de 1 a 5 para medir acceso, hábitos de uso académico, percepción de dificultad, experiencia con TIC y valoración de PhET, junto con ítems abiertos que aportaron información descriptiva sobre barreras y recursos preferidos, conservando correspondencia entre dimensiones e indicadores del diagnóstico para facilitar triangulación posterior (Anexo C1 y Anexo C2).

La caracterización cualitativa se realizó mediante una **guía de observación de clase** que registró evidencias por momentos, con notas de campo de 10 a 12 líneas para describir mediación docente, lectura de esquemas, uso de TIC, participación y cierre con retroalimentación, y se complementó con **entrevistas semiestructuradas** a docente y

estudiantes orientadas a profundizar en dificultades del bloque, estrategias de corrección, condiciones mínimas para aplicar PhET y formas de evaluación durante la clase (Anexo D1, Tabla 18, Anexo D2 y Anexo D3). La organización de resultados se respaldó con una **base de datos codificada** para puntajes de la prueba diagnóstica y promedios por dimensiones de la encuesta, garantizando confidencialidad y trazabilidad de análisis sin incluir nombres de participantes (Anexo E, Tabla 19, y Anexo E2, Tabla 20).

3.7 Procedimiento de investigación

El procedimiento se organiza en tres fases: diagnóstico, diseño de la propuesta, validación del producto metodológico con secuencia lógica desde la caracterización inicial hasta el ajuste final para su uso docente en el aula de segundo BGU. En el diagnóstico se ejecuta análisis del texto, aplicación de instrumentos de aula, sistematización de hallazgos sobre conceptos críticos más recursos disponibles para integrar PhET en clases regulares de Electricidad con registro ordenado de resultados por dimensión. En el diseño se elaboran secuencias por subtema con guía de simulación, actividades de resolución junto con evaluación formativa, a continuación la validación se realiza mediante revisión de expertos con ajuste final del documento bajo formato compatible con planificación por destrezas.

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos

El procesamiento cuantitativo se realiza con tabulación más depuración de datos, seguido de análisis descriptivo mediante frecuencias junto con porcentajes para síntesis de resultados obtenidos en pruebas junto con cuestionarios aplicados a estudiantes junto con docentes del nivel. El análisis cualitativo se desarrolla con codificación temática de entrevistas más registros de observación, buscando patrones sobre mediación docente, participación estudiantil más barreras para integrar simulaciones en clase vinculadas con recursos disponibles

junto con organización del tiempo escolar. La integración de hallazgos se ejecuta por triangulación entre fuentes e instrumentos, para construir conclusiones metodológicas consistentes que orienten ajustes precisos en la propuesta junto con sus guías de clase antes de su entrega institucional.

3.9 Rigor metodológico, validez y confiabilidad

El rigor del estudio se respalda con validez de contenido mediante juicio de expertos, cuidando coherencia entre objetivos, instrumentos junto con dimensiones evaluadas en el bloque de Electricidad con alineación al currículo nacional y a destrezas del curso. La confiabilidad de los cuestionarios se verifica con consistencia interna apoyada en prueba piloto en un grupo similar, con ajuste de redacción más comprensión de ítems antes del levantamiento definitivo en la institución seleccionada para el trabajo de campo. La rúbrica de análisis documental incorpora pautas de interevaluación para reducir sesgos, estableciendo criterios claros de registro junto con puntuación para cada indicador en cada nivel de desempeño con instrucciones de aplicación para el evaluador.

3.10 Consideraciones éticas

La dimensión ética se concreta mediante consentimiento informado de participantes, resguardo de confidencialidad, uso de datos solo con fines académicos y custodia segura de registros físicos o digitales bajo control de la investigadora. El trabajo con simulaciones PhET se desarrolla bajo normas de respeto, evitando exposición de datos personales, manteniendo un entorno de aprendizaje seguro para el grupo participante durante las sesiones de Electricidad con acompañamiento docente junto con supervisión del uso responsable de equipos.

4 Capítulo IV: Presentación y análisis de datos

4.1 Resultados del análisis documental

4.1.1 Matriz o rúbrica aplicada, criterios y escala de valoración

El análisis del texto oficial se sistematizó mediante una rúbrica que revisa la Sección de Electricidad con criterios uniformes, con registro por subtema junto con página para mantener comparabilidad entre apartados para dejar evidencia clara de lo observado, durante la lectura completa del bloque en el orden propuesto por el libro. La rúbrica incluyó coherencia conceptual junto con secuenciación de contenidos, más calidad de representaciones, tipo de actividades con orientaciones para trabajo experimental apoyado en recursos digitales más evaluación formativa con indicadores de retroalimentación. Cada dimensión se desglosó en

indicadores como claridad de definiciones, relación entre ejemplos y ejercicios, presencia de preguntas guía para evaluación formativa con descriptores que indican qué se observa en cada nivel además señalan qué falta cuando el criterio no se cumple.

La aplicación se ejecutó mediante una ficha por página que registra indicador evidencia breve junto con nivel asignado, manteniendo el mismo formato en todo el bloque dentro de una hoja de cálculo con campos fijos que facilitan verificación junto con revisión posterior para comparaciones entre subtemas por el equipo docente junto al investigador con codificación por página para ubicar evidencia rápida. El registro incluyó citas breves del texto o referencias de sección y añadió una justificación alineada con el descriptor de cada nivel para evitar juicios imprecisos, con lo cual cada asignación queda sustentada mientras la descripción se conserva acotada con notas de respaldo archivadas bajo el mismo criterio aplicado a cada ficha para replicar el análisis en cohortes futuras del mismo curso.

Tabla 2.

Rúbrica aplicada para el análisis del texto

Dimensión	Indicadores observables	Niveles de valoración
Coherencia conceptual	Definiciones claras, uso consistente de símbolos, relación concepto-ejemplo	Insuficiente, Básico, Medio, Destacado
Secuenciación	Progresión lógica, pasos intermedios, cierres parciales	Insuficiente, Básico, Medio, Destacado
Representaciones	Etiquetas, correspondencia texto-figura, lectura guiada del esquema	Insuficiente, Básico, Medio, Destacado
Actividades	Variedad de tareas, demanda cognitiva, conexión con experiencias	Insuficiente, Básico, Medio, Destacado
Experimentación con TIC	Presencia de prácticas, variables, seguridad, uso de simulación	Insuficiente, Básico, Medio, Destacado
Evaluación formativa	Autoexplicación, retroalimentación, criterios de revisión	Insuficiente, Básico, Medio, Destacado

4.1.2 Resultados por dimensiones del texto, síntesis por indicador

Los resultados del análisis documental se ordenaron por dimensiones para describir cómo el texto desarrolla la Electricidad a lo largo del bloque, manteniendo el registro en el mismo orden del libro. Cada dimensión se reporta con niveles por indicador además incluye una evidencia breve tomada del apartado evaluado, de manera que el lector identifica con precisión qué se mantiene y qué se ajusta en función de la comprensión escolar. La síntesis general se presenta en la Tabla 2 junto con notas por subtema para conservar trazabilidad, para enlazar el diagnóstico con decisiones de diseño de la propuesta que se explican en el capítulo siguiente.

La dimensión de coherencia conceptual revisó definiciones junto con símbolos y unidades, más consistencia de ejemplos dentro del bloque de Electricidad para evitar confusiones entre magnitudes como corriente, voltaje o resistencia. El registro ubica los apartados donde una definición se conecta con un ejemplo del mismo subtema, además señala cuando el concepto queda aislado sin puente hacia el ejercicio propuesto para el estudiante en el mismo apartado. En la Tabla 2 se coloca el nivel por indicador además se añade una evidencia corta del texto, lo cual orienta qué conceptos se trabajan con apoyo de simulación dentro de la propuesta durante las guías de clase.

La secuenciación de contenidos se valoró al revisar si el texto avanza de ideas simples hacia relaciones más complejas, manteniendo continuidad entre las magnitudes eléctricas centrales del bloque sin saltos de significado. El análisis registró la presencia de pasos intermedios como predicciones cualitativas antes del cálculo, además identificó si el libro incluye cierres parciales que recuperen lo trabajado con ejemplos cortos para el aula. El análisis localiza los tramos del bloque en los que el cambio de tema queda abrupto porque se avanza a ejercicios sin haber construido relaciones entre variables, por ello se señalan páginas junto con

subtemas que requieren exploración guiada con PhET mediante un guion de predecir observar explicar que prepara la resolución posterior con sentido con coherencia. Con esa delimitación la propuesta incorpora preguntas de seguimiento y un registro mínimo de verificación para que cada actividad conecte predicción observación explicación cierre con retroalimentación inmediata además de una revisión final de comprensión validada por el docente en pocos minutos con evidencia de cuaderno para apoyar ajustes en la siguiente sesión sin ampliar tiempos de aula ni perder control del avance por indicadores.

Cuando la representación queda decorativa se marca el indicador en nivel bajo, además se plantea integrar PhET para vincular el esquema con cambios en la simulación mediante tareas de comparación más explicación escrita en parejas durante la clase para reforzar lectura de circuitos.

La dimensión de actividades revisó la variedad de tareas propuestas en el texto, considerando si predominan ejercicios rutinarios o si aparecen problemas que exigen explicación de procesos en situaciones cercanas al estudiante.

El componente de experimentación con TIC se revisó al identificar orientaciones para prácticas, pasos de laboratorio junto con actividades digitales asociadas al desarrollo del bloque de Electricidad en el texto. El registro señala si el libro describe materiales más variables a observar con criterios de seguridad, además anota referencias a simuladores o laboratorios virtuales ligados al subtema con instrucciones claras. El resultado evidencia el nivel de apoyo que ofrece el libro para trabajo práctico y define qué actividades se integran en la propuesta con PhET para sostener aprendizaje activo cuando no hay laboratorio físico en la institución durante varias sesiones con registro escrito del aula.

La dimensión de evaluación formativa revisó si el texto incorpora preguntas de autoexplicación junto con verificación de ideas previas junto con tareas que habilitan

retroalimentación durante el aprendizaje de la Electricidad en segundo de bachillerato mediante consignas que exigen justificar procedimientos interpretar errores frecuentes comparar respuestas para producir reportes breves y esquemas de circuito con criterios sencillos de valoración alineados con el trabajo en clase. La síntesis ubica apartados donde la valoración se limita a resultados numéricos e incorpora una lista de cotejo por sesión para registrar evidencias de comprensión en el cuaderno del estudiante con apoyo docente que orienta la corrección con seguimiento del progreso durante ejercicios complejos en controles de aula con retroalimentación breve basada en explicación de cada tema.

La comparación de dimensiones mostró patrones recurrentes en el bloque cuando se privilegia el cálculo sobre la explicación con representaciones al introducir la ley de Ohm junto con asociaciones de resistencias, el registro señala subtemas donde aparecen ejemplos cercanos pero la actividad no exige argumentar resultados ni revisar ideas previas mediante discusión guiada con énfasis en lectura de consignas construcción de modelos junto con conexión con usos cotidianos de la electricidad. Este contraste define prioridades para la propuesta e impulsa la selección de simulaciones PhET como apoyo focalizado donde cada guía se ubica donde el texto deja vacíos de exploración mediante la secuencia predecir observar explicar con preguntas que sostienen razonamiento con verificación en el aula mediante evidencias en cuaderno y socialización breve.

La síntesis por indicador se elaboró mediante lectura completa del bloque para que cada criterio quede respaldado en evidencia textual con notas de registro archivadas en la rúbrica, el procedimiento evita afirmaciones generales a la vez conserva trazabilidad entre páginas subtemas junto con observaciones que justifican decisiones de mejora para revisión posterior por el equipo docente. El resultado se organiza por subtema junto con dimensión para que el lector localice con rapidez fortalezas junto con vacíos que se cubren con actividades guiadas en

simulación, con esta base el capítulo avanza al análisis de instrumentos de aula al contrastar el diagnóstico del texto con respuestas estudiantiles y entrevistas docentes para cerrar el sentido del estudio en la práctica escolar del curso analizado.

Tabla 3.

Síntesis de resultados por dimensión e indicador del análisis documental

Dimensión	Indicador	Nota para diseño
Coherencia conceptual	Claridad de definiciones	Reforzar con guía PhET de predicción
Secuenciación	Presencia de pasos intermedios	Añadir microcierres con preguntas
Representaciones	Etiquetas y lectura del esquema	Vincular esquema con simulación
Actividades	Variedad de tareas	Incluir tareas de explicación escrita
Experimentación con TIC	Orientación práctica	Diseñar práctica virtual paso a paso
Evaluación formativa	Retroalimentación durante el proceso	Integrar lista de cotejo por sesión

4.1.3 Hallazgos críticos y oportunidades de articulación con TIC y PhET

Los hallazgos críticos se concentraron en la forma en que el texto prioriza procedimientos de cálculo sobre explicaciones de sentido físico, lo cual dificulta que el estudiante relacione fórmulas con fenómenos observables en situaciones del aula junto con el hogar. Se registran apartados donde las definiciones aparecen sin una actividad que obligue a comparar casos o justificar resultados, además se observan representaciones que no se conectan con preguntas de interpretación con espacios para explicar con palabras además ejemplos

cercanos. Este patrón orienta la propuesta al incorporar en PhET momentos de predicción y verificación antes del cálculo formal, la simulación expone variaciones de voltaje corriente y resistencia que el estudiante describe con lenguaje propio con mediación docente y un registro breve en el cuaderno para sostener evidencia en cada actividad del bloque. También se identificó una debilidad en la secuencia interna del bloque al pasar de una magnitud a otra sin cierres que recuperen lo trabajado ni recordatorios del objetivo, por ello la guía incorpora una síntesis corta al final de cada página con una pregunta de control junto con una pauta de revisión además fija el propósito al iniciar cada subtema con ejemplos de cierre para reforzar la memoria de trabajo del estudiante.

Otro hallazgo se vincula con la secuencia interna del bloque, ya que algunos subtemas cambian de una magnitud a otra sin un cierre breve que recupere lo trabajado en la página anterior, sin un recordatorio del objetivo para mantener sentido en clase. El diseño con TIC organiza microcierres al final de cada actividad con preguntas de repaso que retoman la idea central, además incorpora una tarea corta de lectura y discusión con datos cercanos al entorno escolar junto con el contexto familiar. Con esta estructura el uso de PhET se integra como puente entre subtemas, de manera que el estudiante observe la relación entre variables antes de pasar al ejercicio numérico para que pueda justificar el procedimiento con evidencia.

Las oportunidades de articulación con TIC se ubican en los puntos donde el libro presenta esquemas de circuitos sin guía de lectura paso a paso, lo cual deja al estudiante copiando sin comprender además sin verificar el sentido del diagrama. Las guías de simulación se diseñan con instrucciones claras de manipulación de controles junto con registro de resultados en una tabla, además incluyen una consigna de explicación escrita que obliga a usar conceptos del bloque, del indicador. Este bloque se cierra con criterios de selección de simulaciones más actividades para cada subtema, con prioridad en experiencias que favorezcan

participación y seguimiento docente en el mismo período de trabajo durante el trabajo con encuestas.

4.1.4 Cierre del bloque documental orientado a decisiones de diseño

El cierre del bloque documental resume los criterios que se mantienen en la propuesta a partir de la rúbrica aplicada, con atención a conceptos que requieren explicación en el aula. Se priorizan ajustes en secuenciación, lectura de representaciones y evaluación formativa para que el estudiante comprenda el porqué de los procedimientos. Esta decisión se sustenta en la síntesis de indicadores, en evidencias registradas del texto, lo cual evita cambiar el enfoque del material sin justificación.

Las decisiones de diseño se traducen en guías de clase con actividades PhET al subtema, con un inicio de predicción junto con un cierre de reflexión en el aula. Cada guía incluye consignas claras, una tabla de registro más criterios de revisión para el docente con apoyo de trabajo colaborativo cuando sea necesario. Con este cierre queda definida la base documental que acompaña el análisis de encuestas, para conectar diagnóstico, intervención y evaluación del aprendizaje.

4.2 Resultados de la prueba de logro conceptual en Electricidad

4.2.1 Descripción operativa del instrumento y criterios de calificación

La prueba diagnóstica se aplicó al iniciar el bloque de Electricidad en 2 BGU con 20 ítems organizados por subtemas del texto oficial, para localizar aciertos vacíos conceptuales así como dificultades procedimentales mediante un registro que describa el punto de partida del curso antes de abordar ley de Ohm asociaciones de resistencias interpretación de circuitos lectura de consignas junto con uso de unidades. El instrumento integró 10 preguntas de opción múltiple 5 de respuesta corta con explicación 5 ejercicios numéricos breves, la calificación sobre 25 puntos siguió una pauta única que valora acierto y procedimiento con unidades más

criterios para justificar pasos para evitar puntajes inflados por sustitución mecánica en tareas rutinarias manteniendo evidencia en el cuaderno para contrastar comprensión conceptual frente a reconocimiento superficial.

Tabla 4.

Estructura de la prueba diagnóstica y puntaje

Sección	Tipo de ítem	Número de ítems	Puntaje por ítem	Puntaje total
1	Opción múltiple	10	1	10
2	Respuesta corta con explicación	5	2	10
3	Ejercicios numéricos	5	1	5
Total		20		25

4.2.2 Resultados globales, estadística descriptiva y distribución de puntajes

El grupo evaluado estuvo conformado por 32 estudiantes y el puntaje total se calculó sobre 25 puntos para describir el nivel de logro inicial antes de las secuencias con simulación. El promedio fue 13.2, la mediana fue 13, el mínimo fue 6 y el máximo fue 21, con desviación estándar de 3.8 para reflejar dispersión de desempeño. La distribución se concentró en el nivel medio con un segmento en nivel bajo, lo cual se asocia con errores de lectura de circuitos y con explicaciones débiles en relaciones entre magnitudes.

Tabla 5.

Estadística descriptiva del puntaje total

N	Promedio	Mediana	Mínimo	Máximo	Desviación estándar
32	13.2	13	6	21	3.8

Tabla 6.

Distribución por nivel de desempeño

Nivel	Rango de puntaje	Frecuencia	Porcentaje
Bajo	0 a 10	8	25.0
Medio	11 a 17	19	59.4
Alto	18 a 25	5	15.6

4.2.3 Resultados por subtemas del bloque Electricidad

Los subtemas con mejor desempeño se ubicaron en carga eléctrica y ley de Ohm cuando la tarea fue de reconocimiento o sustitución simple, mientras el menor desempeño apareció en lectura de circuitos por conexión de instrumentos y por identificación de ramas. Carga eléctrica alcanzó 62 por ciento de acierto, ley de Ohm alcanzó 58 por ciento, resistencia alcanzó 52 por ciento, corriente alcanzó 48 por ciento, voltaje alcanzó 44 por ciento y lectura de circuitos alcanzó 39 por ciento.

Subtema	Ítems asociados	Acierto promedio
Carga eléctrica	1, 2, 11	62
Corriente eléctrica	3, 4, 12	48
Diferencia de potencial	5, 6, 13	44
Resistencia	9, 10, 15	52
Ley de Ohm	7, 16, 17	58
Lectura de circuitos	8, 14, 18, 19, 20	39

4.2.4 Ítems de mayor dificultad, patrones de error y lectura didáctica

Los ítems con mayor dificultad se concentraron en lectura de circuitos y en explicación conceptual, porque allí el estudiante suele responder con reglas memorizadas sin verificar sentido físico. El ítem de ubicación del voltímetro registró 72 por ciento de error, el ítem de corriente en serie registró 66 por ciento de error y el ítem de relación entre corriente y resistencia con voltaje constante registró 59 por ciento de error. El patrón de error más frecuente fue creer

que la corriente se consume en la resistencia, junto con confundir voltaje con corriente, lo cual orienta a guías PhET con mediciones en varios puntos y con registro de datos para explicar con evidencia.

Tabla 7.

Ítems con mayor error e implicación didáctica

Ítem	Concepto evaluado	Porcentaje de error	Error frecuente	Implicación didáctica
13	Voltaje y voltímetro	72	Voltímetro en serie	Medición entre dos nodos en simulación
3	Corriente en serie	66	Corriente se consume	Medición de corriente en varios puntos
6	I y R con V constante	59	Corriente no cambia	Variación de R con registro de I
8	Voltaje en paralelo	56	Voltaje se reparte	Comparación de ramas con medición
14	Error común y explicación	53	Respuesta sin sustento	Cierre con explicación basada en datos

4.2.5 Implicaciones para el diseño de secuencias con PhET

El diagnóstico exige secuencias con predicción breve, exploración con una variable a la vez y registro de mediciones en una tabla corta para sostener la explicación. La prioridad se ubica en lectura de circuitos, ubicación de instrumentos y comparación de ramas, porque allí se concentran errores que bloquean la comprensión de voltaje, corriente y resistencia. Cada guía incorpora un cierre de explicación escrita breve, porque la justificación permite verificar comprensión real más allá del resultado numérico.

4.3 Resultados de encuesta a docentes sobre mediación didáctica, TIC y PhET

4.3.1 Estrategias habituales de enseñanza y uso del texto oficial

El cuestionario se aplicó al mismo grupo de 32 estudiantes con escala de 1 a 5, donde 1 representa nunca y 5 representa siempre, para medir acceso, hábitos de uso, percepción de

dificultad, motivación y experiencia con recursos digitales. La organización por dimensiones permitió comparar resultados con la prueba diagnóstica, para reconocer si la dificultad conceptual coincide con baja confianza o con bajo uso de recursos. El registro se tabuló en frecuencias y promedios por ítem, con síntesis por dimensión para orientar decisiones de diseño en la propuesta.

Dimensión	Ítems	Tipo de resultado
Acceso y conectividad	1 a 4	Frecuencia y porcentaje
Hábitos de uso académico	5	Promedio y distribución
Aprendizaje de Electricidad	6 a 10	Promedio por ítem
Experiencia con TIC y simulaciones	11 a 15	Promedio por ítem
Motivación y autoconfianza	16 a 20	Promedio por ítem

4.3.2 Acceso a tecnología, conectividad y hábitos de uso académico

El acceso reportado mostró que la mayoría del grupo cuenta con teléfono inteligente para tareas, mientras el acceso a computador fue menor y se concentró en pocos hogares. El acceso a internet estable se reportó en 62.5 por ciento de estudiantes, mientras 37.5 por ciento indicó conectividad irregular, lo cual afecta continuidad en tareas fuera del aula. El uso académico de internet se ubicó en promedio de 3.1 sobre 5, lo cual señala un hábito intermedio que se fortalece cuando el docente ofrece guías claras y tareas con propósito.

Tabla 8.

Acceso a dispositivos y conectividad

Indicador	Sí	No
Internet en casa estable	20	12
Teléfono inteligente propio	28	4

Computador en casa	11	21
Uso de internet para estudiar Física al menos a veces	23	9

4.3.3 *Percepción de dificultad, motivación y autoconfianza*

La percepción de dificultad se concentró en la lectura de circuitos junto con la explicación conceptual, con promedios bajos en ítems que exigieron justificar relaciones entre magnitudes mediante esquemas de Electricidad con respuestas del estudiante en actividades de aula además de tareas en casa con lectura de consignas uso de unidades junto con construcción de pasos antes de calcular.

El ítem de explicar la Ley de Ohm con palabras registró 2,7 mientras el de leer esquemas sin copiar marcó 2,4 en tanto que justificar el cambio de corriente al variar la resistencia alcanzó 2,5, estos puntajes coincidieron con los errores detectados en la prueba al mostrar dificultades para interpretar conexiones junto con sostener explicaciones con procedimiento con registro de pasos junto con revisión final. La motivación por utilidad cotidiana se ubicó en 3.8, mientras la autoconfianza para resolver problemas se ubicó en 2.9, por lo que la propuesta se diseña con apoyo visual y con trabajo guiado.

Tabla 9.

Promedios por ítems clave de percepción

Ítem	Enunciado resumido	Promedio
6	Diferencia entre corriente y voltaje	3.0
7	Explico ley de Ohm con palabras	2.7
8	Leo un circuito sin copiar	2.4
9	Distingo serie y paralelo	2.8
10	Justifico cambio de corriente con R	2.5
16	Me interesa Electricidad por uso cotidiano	3.8
17	Me siento seguro resolviendo problemas	2.9
18	Me cuesta explicar aunque calcule	4.1

4.3.4 Experiencias previas con TIC en Física y recursos preferidos

La experiencia previa con TIC en Física se reportó como ocasional, con promedio 2.6 en el ítem de uso regular de recursos digitales en clase. La preferencia por recursos visuales fue alta con promedio 4.0, junto con preferencia por mediciones en pantalla con promedio 4.2, lo cual respalda el uso de simulaciones como medio de aprendizaje. El ítem de trabajo guiado paso a paso alcanzó 4.1, lo cual indica que la integración de PhET requiere consignas claras y registro estructurado para evitar exploración sin foco.

Tabla 10.

Promedios de experiencia TIC y preferencia

Ítem	Enunciado resumido	Promedio
11	Usamos recursos digitales en Física	2.6
12	He usado simuladores para circuitos	2.3
13	Prefiero ejemplos visuales	4.0
14	Me ayuda medir en pantalla	4.2
15	Me sirve guía paso a paso	4.1

4.3.5 Valoración de PhET por subtema, utilidad percibida y barreras

La utilidad percibida se concentró en circuitos y mediciones, porque el estudiante identifica que ver la corriente y el voltaje en pantalla aclara dudas que el libro deja solo con esquemas. La utilidad esperada para lectura de circuitos alcanzó promedio 4.4, para corriente 4.1, para voltaje 4.0, para resistencia 3.9 y para ley de Ohm 3.8, lo cual coincide con la prioridad definida por la prueba. Las barreras se centraron en conectividad irregular y en falta de costumbre con simuladores, por lo que la propuesta incorpora trabajo offline cuando se pueda y guía paso a paso dentro del aula.

Tabla 11.

Utilidad percibida de PhET por subtema

Subtema	Promedio de utilidad
Lectura de circuitos	4.4
Corriente	4.1
Voltaje	4.0
Resistencia	3.9
Ley de Ohm	3.8

Los resultados de encuesta confirman que el grupo necesita apoyo visual, guía paso a paso y tareas de explicación corta para fortalecer comprensión conceptual. El diagnóstico muestra interés por aprender Electricidad desde situaciones cotidianas, pero baja confianza para interpretar circuitos y justificar relaciones entre magnitudes. La propuesta integra PhET con registro de datos y discusión guiada, para transformar el libro en punto de partida y no en única fuente de aprendizaje.

4.4 Resultados de la encuesta a docentes sobre mediación didáctica, TIC y PhET

4.4.1 Estrategias habituales de enseñanza y uso del texto oficial

El uso del texto oficial se reportó como frecuente con promedio 4.5 junto con una estrategia dominante de explicación con resolución de ejercicios con promedio 4.0, resultado que coincide con el diagnóstico documental del bloque junto con la práctica registrada en aula durante el periodo de Electricidad cuando el docente prioriza procedimientos numéricos sobre justificación verbal en actividades guiadas además de controles. La lectura guiada de esquemas registró un nivel intermedio con promedio 3.0 y la evaluación formativa durante la clase mantuvo el mismo promedio 3.0, esta combinación explica que el estudiante resuelva cálculos simples pero falle al explicar relaciones entre magnitudes porque la retroalimentación

conceptual aparece con baja regularidad mediante preguntas de contraste corrección de ideas previas con cierre de sentido en cada sesión.

Tabla 12.

Promedios docentes sobre estrategias y texto

Indicador	Promedio
Uso del texto como guía principal	4.5
Predominio de explicación y ejercicios	4.0
Lectura guiada de esquemas	3.0
Evaluación formativa durante la clase	3.0

4.4.2 Competencias TIC y frecuencia de uso de recursos digitales

El uso planificado de TIC en Electricidad se reportó con promedio 2.5, lo cual indica integración ocasional más no sostenida. El conocimiento de PhET se reportó con promedio 3.0, mientras la necesidad de guías listas para aplicar se reportó con promedio 4.5, lo cual confirma que la barrera principal es didáctica y organizativa. Este resultado sustenta que la propuesta debe incluir secuencias completas, instrumentos de evaluación y criterios de aplicación en aula.

Tabla 13.

Promedios docentes sobre TIC y PhET

Indicador	Promedio
Integro TIC de forma planificada	2.5
Conozco PhET para circuitos	3.0
Considero útil PhET para comprensión	4.5
Necesito guía para integrar simulaciones	4.5

4.4.3 Barreras institucionales y condiciones para implementación

Las barreras reportadas se concentraron en conectividad irregular, disponibilidad limitada de dispositivos y tiempo de clase para laboratorio virtual. La condición prioritaria fue contar con guías con tiempos definidos, con actividades cortas y con evaluación formativa integrada para evidenciar aprendizaje durante la sesión. Este resultado se alinea con la encuesta de estudiantes, donde la falta de computador y el internet inestable aparecen como obstáculos, por lo que la propuesta incluye rutas de trabajo con un solo dispositivo por grupo cuando se requiera.

Tabla 14.

Barreras docentes para integrar TIC

Barrera	Presencia reportada
Conectividad irregular	Alta
Pocos dispositivos	Alta
Falta de tiempo para preparar material	Alta
Falta de rúbricas y guías	Alta

Valoración de PhET y requerimientos didácticos

La valoración de PhET se ubicó en nivel alto porque el docente reconoce su aporte para visualizar magnitudes, medir en pantalla y sostener discusión conceptual. El requerimiento central fue contar con actividades alineadas al texto y al currículo, con consignas claras y con un cierre de reflexión que conecte observación con fórmula.

4.5 Resultados cualitativos de observación de clase y entrevistas

4.5.1 Categorías de análisis cualitativo y evidencias

El análisis cualitativo se organizó con categorías coherentes con variables de enseñanza mediada por TIC y aprendizaje de Electricidad, con foco en mediación docente, participación estudiantil, uso de representaciones, retroalimentación y barreras. La codificación se realizó por patrones observables en el aula y por ideas repetidas en entrevistas, para describir prácticas y necesidades sin depender de una sola fuente. La síntesis se integra con resultados cuantitativos, para construir decisiones de diseño que responden a dificultades reales del aprendizaje conceptual.

Tabla 15.

Categorías cualitativas y definición operativa

Categoría	Definición operativa	Evidencia típica
Mediación docente	Forma de explicar y guiar	Preguntas guía, ejemplos, corrección
Uso de representaciones	Trabajo con esquemas y gráficos	Lectura de circuito, uso de unidades
Participación	Interacción del grupo	Intervenciones, trabajo en equipo
Retroalimentación	Corrección durante el proceso	Comentarios, revisión de errores
Barreras TIC	Condiciones que limitan uso	Internet, dispositivos, tiempo

4.5.2 Hallazgos de observación de aula

La observación registró que el tiempo de clase se concentra en explicación y en resolución de ejercicios del libro, con participación limitada cuando la tarea exige explicar con palabras. En el aula se constató que el estudiante consulta cuando no identifica la fórmula pertinente, pero expresa poco el significado del resultado obtenido y ese desempeño coincide con los errores de la prueba diagnóstica mientras el docente asoció la variación de corriente con

el aumento de resistencia además un estudiante afirmó que tras el foco circula menos corriente. Durante el uso de esquemas la lectura se ejecutó con rapidez sin una secuencia de verificación, por eso la propuesta incorpora guías de interpretación con medición en PhET para sostener la explicación mediante registros breves en cuaderno para contrastar valores en puntos distintos del circuito en serie con discusión basada en evidencias que corrige la idea de pérdida de corriente tras el foco.

El docente indicó que la corriente baja porque la resistencia sube. Un estudiante señaló que después del foco hay menos corriente. Otro estudiante dijo que el voltímetro va en serie porque mide corriente.

En las entrevistas, los estudiantes manifestaron que las mayores dificultades se presentan al ubicar los instrumentos y al comprender por qué se producen cambios en la corriente, mientras indicaron que observar un circuito armado resulta más claro que reproducir un esquema del libro, el docente señaló que el texto cumple una función orientadora, aunque necesita actividades adicionales que permitan al estudiante analizar las relaciones entre las magnitudes antes de realizar cálculos, y tanto estudiantes como docente coincidieron en que la inestabilidad del internet limita el trabajo fuera del aula, razón por la cual la propuesta se organiza para desarrollarse en clase mediante trabajo cooperativo y registro en el cuaderno.

El análisis cualitativo confirma necesidad de guías con pasos, preguntas de explicación y retroalimentación durante la sesión. La observación y entrevistas muestran que el error conceptual se mantiene cuando el trabajo se reduce a copiar y calcular sin ver el circuito como sistema.

4.6 Integración y triangulación de resultados

La triangulación se organizó por objetivos específicos para unir análisis documental del texto, prueba diagnóstica, encuestas y cualitativo, con el fin de justificar cada decisión de diseño

de la propuesta. El objetivo de diagnosticar las estrategias del texto se apoya en la rúbrica del bloque de Electricidad, la cual evidencia baja presencia de orientaciones para interpretar representaciones además de sostener evaluación formativa durante la clase de modo que ese vacío se refleja en los errores de lectura de circuitos observados en la prueba diagnóstica de 2 BGU con respuestas incompletas con procedimientos sin justificación. El objetivo de identificar elementos técnico pedagógicos se sustenta en la encuesta al mostrar que el estudiante solicita guía paso a paso y el docente requiere secuencias listas, por eso las guías PhET incorporan instrucciones con una tabla de registro con criterios de revisión que ordenan la verificación de resultados junto con explicación conceptual para fortalecer el aprendizaje en el cuaderno.

Tabla 16.

Triangulación por objetivo, fuente y decisión

Objetivo específico	Evidencia principal	Evidencia de apoyo	Decisión de diseño
Diagnosticar estrategias del texto	Rúbrica baja en representaciones	Observación sin lectura guiada	Guía de lectura de esquemas y medición
Identificar elementos técnico pedagógicos	Encuesta estudiantes guía paso a paso	Encuesta docentes necesidad de guías	Secuencias PhET con consignas y cierre
Estructurar componentes de propuesta	Ítems de mayor error en prueba	Barreras TIC en encuestas	Trabajo en grupos y registro en cuaderno

La coincidencia más clara se observa en la lectura de circuitos, debido a que el texto presenta escasa orientación, la prueba registra bajos aciertos, la encuesta evidencia poca confianza y el docente identifica esta dificultad de forma reiterada, la situación es distinta en la ley de Ohm, ya que el estudiante resuelve con mayor acierto la sustitución numérica, aunque no logra explicar el modelo que la sustenta, lo que indica que la dificultad se relaciona con la comprensión del significado y no con la fórmula, razón por la cual se orienta el diseño de

secuencias que conservan los ejercicios del libro e incorporan observación guiada y explicación breve basada en evidencias.

Las necesidades se priorizan por su impacto en el bloque de Electricidad, donde la lectura de circuitos junto con la medición consolida la comprensión de voltaje junto con corriente mediante una secuencia de identificación de elementos con verificación de conexiones más registro de datos que ordena el trabajo con reducción de errores al interpretar resultados en actividades guiadas en el aula de segundo BGU. Como segunda prioridad se ubica la reconstrucción de ideas sobre corriente en serie junto con paralelo para eliminar la noción de consumo mientras como tercera prioridad se aborda el voltaje como diferencia entre dos puntos con comparación en simulación, registro breve en cuaderno más criterios de revisión que sostienen la explicación con sentido durante la práctica y la retroalimentación.

5 CAPITULO V

Propuesta Didáctica

5.1 Título de la propuesta

Guía metodológica con TIC y simuladores PhET para la enseñanza de la Electricidad articulada al texto oficial de Física 2.º BGU edición 2024.

5.2 Descripción de la Propuesta

La presente guía metodológica, sustentada en el uso pedagógico de TIC y en simuladores PhET como laboratorio virtual, se diseñó para fortalecer la enseñanza y el aprendizaje del bloque de Electricidad del texto oficial de Física 2.º BGU edición 2024, mediante secuencias de clase que integran lectura guiada del libro, exploración interactiva de

circuitos, medición de magnitudes en pantalla y registro de evidencias en el cuaderno del estudiante. La propuesta organiza cada sesión con un inicio que activa ideas previas, una predicción breve que orienta la exploración, una actividad guiada en PhET que varía una sola variable por intento, una tabla corta para registrar voltaje, corriente y resistencia, y un cierre escrito de explicación conceptual, de manera que el texto se mantiene como referencia común mientras la simulación opera como puente para interpretar esquemas, ubicar instrumentos y justificar relaciones entre magnitudes con datos observables.

5.3 Justificación

El diagnóstico del estudio evidencia que el rendimiento inicial se concentra en un nivel intermedio y que las mayores dificultades aparecen cuando el estudiante debe leer circuitos, ubicar correctamente amperímetro y voltímetro, distinguir serie y paralelo, y explicar con palabras la relación entre voltaje, corriente y resistencia, lo cual confirma que el problema supera el cálculo mecánico y se instala en la comprensión conceptual y en la interpretación de representaciones del texto. La propuesta se justifica porque responde de forma directa a esos hallazgos, incorporando una metodología estable de trabajo con medición y comparación guiada en PhET, microcierres que recuperan la idea central por subtema, y evaluación formativa durante la sesión con evidencias en cuaderno, lo cual reduce errores frecuentes como la noción de consumo de corriente, fortalece la lectura de esquemas como sistema y mejora la explicación de resultados a partir de registros verificables.

La incorporación de simulaciones interactivas en la enseñanza de la electricidad sostiene su pertinencia porque convierte magnitudes abstractas en representaciones manipulables que el estudiante observa, contrasta y explica con base en cambios visibles de voltaje, corriente y resistencia, lo cual consolida la lectura de esquemas como un sistema coherente y desplaza ideas persistentes como la corriente “consumida” o la confusión entre trayectoria y flujo, ya

que el entorno virtual ofrece retroalimentación inmediata cuando se modifican conexiones, se ajustan valores y se verifican mediciones con instrumentos dentro del mismo circuito (Tokatlidis y otros, 2024)

La evaluación formativa integrada a la sesión consolida la justificación de la propuesta porque transforma los errores detectados en oportunidades de aprendizaje mediante retroalimentación breve y focalizada, sustentada en evidencias del cuaderno, respuestas de verificación y explicaciones orales, con lo cual el estudiante ajusta su comprensión sin esperar a una calificación final, mientras el docente obtiene información útil para reenseñar conceptos críticos como diferencia de potencial, sentido convencional de la corriente y función del amperímetro y del voltímetro, en línea con modelos contemporáneos que describen cómo la retroalimentación mejora el rendimiento cuando orienta acciones concretas y regula el proceso de aprendizaje (Panadero & Lipnevich, 2022).

5.4 Objetivos de la Propuesta

5.4.1 Objetivo general

Diseñar una propuesta metodológica con TIC y simuladores PhET, articulada al texto oficial de Física 2.º BGU edición 2024, para fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de la Electricidad mediante secuencias de clase guiadas que integren lectura comprensiva de esquemas, medición de magnitudes eléctricas en laboratorio virtual, registro sistemático de evidencias y evaluación formativa en aula, con énfasis en la superación de errores frecuentes asociados a la interpretación de circuitos, la ubicación de instrumentos y la explicación conceptual de la relación entre voltaje, corriente y resistencia.

5.4.2 *Objetivos específicos*

- Implementar secuencias didácticas por subtema del bloque de Electricidad que integren TIC y simuladores PhET articulados al texto oficial de Física 2.º BGU edición 2024, organizando la clase con predicción, exploración guiada, registro de mediciones y microcierres escritos para asegurar continuidad entre conceptos, ejercicios y evidencias de aprendizaje.
- Desarrollar la comprensión conceptual de la relación entre voltaje, corriente y resistencia, junto con la lectura de circuitos en serie y en paralelo, mediante actividades de medición en PhET que corrijan errores frecuentes como la ubicación incorrecta del voltímetro y el amperímetro, la idea de consumo de corriente y la interpretación errónea del voltaje como magnitud que se reparte en paralelo.
- Integrar evaluación formativa en cada sesión mediante listas de cotejo, revisión del cuaderno y retroalimentación inmediata basada en datos registrados durante la simulación, para verificar explicación conceptual más allá del cálculo, registrar avances por subtema y sostener ajustes docentes durante el desarrollo del bloque.

5.5 **Temporización de la Propuesta**

La temporización se organiza en seis semanas de trabajo, con dos sesiones semanales de cuarenta a cuarenta y cinco minutos, totalizando doce sesiones centradas en los subtemas del bloque de Electricidad, donde cada semana articula el contenido del texto con una simulación PhET y un producto de evidencia individual en el cuaderno. La distribución del tiempo por sesión se mantiene estable con cinco minutos para activación y predicción, veinte minutos para exploración guiada y registro de datos, diez minutos para contraste con el libro y resolución breve de un ejercicio, y cinco minutos para cierre escrito y retroalimentación, garantizando

continuidad aun con conectividad irregular mediante trabajo cooperativo y uso de uno o pocos dispositivos por grupo.

5.6 Beneficiarios de la Propuesta

Los beneficiarios directos corresponden a los estudiantes de 2.º BGU que desarrollan el bloque de Electricidad con el texto oficial de Física edición 2024, quienes fortalecen su comprensión al medir, comparar y explicar fenómenos eléctricos con apoyo de simulación y registro sistemático. El docente de Física del nivel se incorpora como beneficiario directo al disponer de guías listas para aplicar, consignas claras, tablas de registro y criterios de revisión por sesión, lo cual mejora la organización del tiempo y la precisión de la retroalimentación durante la clase. La institución educativa se integra como beneficiaria indirecta porque la propuesta ordena un modelo replicable, alineado con el currículo y con el uso responsable de TIC, que deja evidencias trazables para seguimiento académico del área de Ciencias Experimentales.

5.7 Responsables de la Propuesta

La responsabilidad de implementación recae en el docente de Física de 2.º BGU, quien aplica la guía, conduce la mediación didáctica, verifica evidencias de cuaderno y registra la evaluación formativa por sesión con criterios uniformes. La coordinación académica y la jefatura del área de Ciencias Experimentales gestionan condiciones mínimas de ejecución, incluyendo cronograma del bloque, acceso a aula de informática cuando exista, y organización de préstamo de dispositivos si aplica, asegurando continuidad del plan dentro del horario escolar. El responsable institucional de TIC apoya con preparación de equipos, acceso a simulaciones PhET y disponibilidad de recursos descargados cuando la conectividad no sea estable, mientras los estudiantes asumen roles rotativos, operador de simulación, registrador, lector de consigna y vocero, garantizando participación y evidencia individual.

5.8 Metodología de la Propuesta

La metodología se estructura con una secuencia didáctica constante basada en predecir, observar y explicar, articulada a lectura guiada del texto oficial y a exploración controlada en PhET, donde el estudiante manipula variables, mide magnitudes y contrasta resultados con el modelo conceptual del libro, evitando exploración sin propósito mediante instrucciones paso a paso y tareas de registro obligatorias. Cada sesión integra activación de ideas previas con una pregunta vinculada a un esquema del texto, exploración con una variable por intento y registro en tabla corta, discusión guiada para desmontar errores comunes, y cierre escrito de tres a cinco líneas donde el estudiante explica el patrón observado con lenguaje propio y términos del bloque, mientras el docente aplica una lista de cotejo breve centrada en lectura de circuito, medición correcta, coherencia de unidades y explicación conceptual.

5.9 Período de ejecución de la Propuesta

El período de ejecución abarca el desarrollo completo del bloque de Electricidad durante seis semanas consecutivas dentro del año lectivo, iniciando con la aplicación de la prueba diagnóstica, continuando con la implementación de las doce sesiones y culminando con una evaluación posterior que replica la estructura del diagnóstico para comparar resultados por subtema e ítems críticos. La propuesta se ejecuta dentro del horario regular de Física y prioriza el trabajo en aula para evitar dependencia de conectividad domiciliaria, asegurando que las evidencias se produzcan en clase mediante registros en cuaderno y revisiones rápidas que orientan ajustes inmediatos en la siguiente sesión.

5.10 Planificación Meso y Microcurricular de la Propuesta

La planificación Mesocurricular organiza el bloque por semanas con progresión conceptual desde magnitudes básicas hacia circuitos en serie y paralelo, manteniendo coherencia con el texto oficial, donde la semana uno consolida corriente como flujo y no

consumo, la semana dos desarrolla voltaje como diferencia entre dos puntos con medición entre nodos, la semana tres aborda resistencia como factor que modifica la corriente con voltaje constante, la semana cuatro integra la ley de Ohm como modelo explicativo de patrones observables, la semana cinco profundiza circuitos en serie con medición en distintos puntos, y la semana seis desarrolla circuitos en paralelo con comparación de ramas y explicación de división de corriente. La planificación Microcurricular se concreta en guías por sesión con propósito, recursos, pasos de simulación, tabla de registro, ejercicio breve del texto y cierre escrito, garantizando que cada clase produzca una evidencia mínima verificable, predicción registrada, medición con unidades, conclusión conceptual y corrección de un error frecuente.

5.11 Planificación Mesocurricular de 6 semanas

Semana	Subtema del texto oficial Electricidad	Propósito de la semana	Simulación PhET	Evidencia principal
1	Conceptos base de carga y corriente, diferencia entre corriente y voltaje	Estabilizar conceptos y lenguaje científico para evitar confusiones iniciales y preparar lectura de circuitos	Circuit Construction Kit DC	Registro de predicción y explicación breve con datos medidos
2	Voltaje como diferencia entre dos puntos y ubicación del voltímetro	Corregir la ubicación del voltímetro y consolidar la idea de medición entre nodos con comparación de casos	Circuit, Construction Kit DC	Tabla corta de mediciones por pares de puntos y justificación escrita
3	Corriente en serie, ubicación del amperímetro y error de consumo de corriente	Eliminar la idea de que la corriente se consume y verificar que la corriente en serie se mantiene	Circuit Construction Kit DC	Medición de corriente en varios puntos y explicación con evidencia
4	Resistencia, variación de R con voltaje constante, relación cualitativa I y R	Comprender el efecto de la resistencia sobre la corriente con control de una variable a la vez	Ohm's Law	Tabla de variación de R e I con conclusión en dos o tres líneas
5	Ley de Ohm como modelo, vínculo entre observación y fórmula, lectura de gráficos simples	Pasar de mediciones a la expresión V igual I por R con sentido físico y coherencia con el texto	Ohm's Law	Resolución guiada de ejercicios del texto con verificación en simulación
6	Circuitos en paralelo, voltaje en ramas, comparación de corriente por ramas, síntesis del bloque	Diferenciar serie y paralelo con lectura de esquemas y mediciones que validan la idea de voltaje igual en paralelo	Circuit Construction Kit DC	Producto final breve, reporte de mediciones y posttest del bloque

5.11.1 Planificación Microcurricular por semana

Semana 1

Tema	Objetivos	Recursos	Actividades	Tiempo
Diagnóstico y base conceptual corriente y voltaje	Diferenciar corriente y voltaje con lenguaje propio y con medición en simulación, relacionando definiciones del texto con observaciones del circuito	Texto oficial Física 2.º BGU, proyector o laboratorio de informática, PhET Circuit Construction Kit DC, hoja de registro en cuaderno	1. Organización de equipos de 4 estudiantes con roles fijos operador, registrador, lector del texto, vocero. 2. Activación de ideas previas con dos preguntas breves y predicción escrita sobre qué cambia al mover una fuente. 3. Exploración guiada con un circuito simple y medición de corriente y voltaje con registro en tabla. 4. Discusión rápida por equipo sobre diferencia entre magnitudes y corrección de vocabulario. 5. Cierre con explicación escrita de cuatro líneas donde se define cada magnitud con un ejemplo medido	80 min
Lectura de esquemas básicos del texto	Interpretar símbolos y conexiones del esquema del texto y mapearlos al circuito en simulación para evitar copia sin comprensión	Texto, guía de lectura de esquemas, PhET, pizarra	1. lectura guiada del esquema con verificación paso a paso, identificando fuente, conductores, carga y nodos. 2. Construcción del mismo circuito en PhET y comparación con el dibujo del libro. 3. Microcierre con lista de cotejo del docente y corrección de dos errores típicos detectados en el aula	80 min

Semana 2

Tema	Objetivos	Recursos	Actividades	Tiempo
Voltaje como diferencia entre dos puntos	Medir voltaje entre nodos y ubicar el voltímetro en paralelo con justificación basada en evidencia para corregir el error dominante	Texto, PhET Circuit Construction Kit DC, tabla de medición en cuaderno	1. Predicción escrita sobre qué mide el voltímetro y dónde se conecta. 2. Medición del voltaje entre dos puntos en tres ubicaciones distintas y registro. 3. Contraste con el texto, identificando la definición y conectándola con los datos. 4. Cierre con explicación breve sobre por qué el voltímetro se conecta en paralelo y qué significa medir entre nodos	80 min
Lectura de circuitos con instrumentos	Leer un circuito del texto e indicar ubicación correcta de voltímetro y amperímetro con argumentación simple	Texto, guía de interpretación, PhET	1. Trabajo con un esquema del libro, marcando nodos y ramas. 2. Construcción en simulación con verificación del docente por equipos. 3. Autoevaluación con lista de cotejo y retroalimentación inmediata	80 min

Semana 3

Tema	Objetivos	Recursos	Actividades	Tiempo
Corriente en serie y error de consumo	Verificar que la corriente en serie se mantiene y refutar la idea de consumo mediante mediciones en varios puntos	Texto, PhET Circuit Construction Kit DC, hoja de registro	1. Predicción sobre corriente antes y después de un foco. 2. Medición de corriente en tres puntos del mismo circuito y registro. 3. Discusión guiada con pregunta de contraste, la corriente se consume o se conserva. 4. Cierre con explicación escrita apoyada en los datos y en el esquema del libro	80 min
Amperímetro y procedimiento correcto	Ubicar el amperímetro en serie y justificar el procedimiento para evitar errores de conexión	Texto, PhET, pizarra	1. Ensayo de conexión correcta e incorrecta en simulación con observación de resultados. 2. Registro del procedimiento correcto en pasos numerados en el cuaderno. 3. Retroalimentación del docente con corrección de términos y unidades	80 min

Semana 4

Tema	Objetivos	Recursos	Actividades	Tiempo
Resistencia y relación I y R con V constante	Explicar con evidencia que la corriente disminuye cuando aumenta la resistencia si el voltaje se mantiene, conectando observación con el texto	Texto, PhET Ohm's Law, tabla de variación	1. Predicción cualitativa sobre cambio de corriente al aumentar resistencia. 2. Exploración variando solo R con V constante y registro de tres valores. 3. Construcción de una conclusión breve que use palabras y datos. 4. Cierre con un ejercicio del texto verificado con simulación	80 min
Interpretación de unidades y coherencia conceptual	Usar unidades y símbolos sin confusión entre magnitudes, reforzando precisión en escritura científica	Texto, guía corta de unidades, PhET	1. Actividad de verificación rápida con pares de magnitud y unidad. 2. Corrección de errores comunes en procedimientos escritos. 3. Lista de cotejo del docente sobre unidades en ejercicios	80 min

Semana 5

Tema	Objetivos	Recursos	Actividades	Tiempo
Ley de Ohm con sentido físico	Construir el modelo $V = IR$ a partir de mediciones y explicar su significado antes del cálculo rutinario	Texto, PhET Ohm's Law, cuaderno	1. Registro de tres pares de medición V e I con R fija. 2. Identificación del patrón y redacción de la relación con palabras. 3. Aplicación a ejercicios del texto con verificación en simulación. 4. Cierre escrito con una explicación corta de qué representa cada variable en el circuito observado	80 min
Resolución guiada con explicación	Resolver problemas del texto y justificar el procedimiento en pocas líneas con apoyo de medición en pantalla	Texto, PhET, rúbrica breve de explicación	Trabajo por estaciones con dos problemas del texto. Verificación en simulación y corrección de procedimiento. Coevaluación rápida con criterios de explicación, unidades y coherencia	80 min

Semana 6

Tema	Objetivos	Recursos	Actividades	Tiempo
Circuitos en paralelo y comparación de ramas	Verificar que el voltaje en cada rama es igual al de la fuente y explicar por qué la corriente se divide, usando mediciones en PhET	Texto, PhET Circuit Construction Kit DC, tabla de ramas	1. Predicción sobre voltaje y corriente en paralelo. 2. Medición de voltaje en cada rama y medición de corriente por rama con registro. 3. Comparación con el esquema del texto y corrección del error de voltaje repartido. 4. Cierre con explicación escrita basada en datos	80 min
Cierre del bloque y evaluación de la propuesta	Integrar aprendizajes del bloque con producto final breve y aplicar posttest para evidenciar progreso en ítems críticos	Posttest, lista de cotejo, rúbrica breve, PhET	1. Posttest con ítems equivalentes a los de mayor error y revisión de unidades. 2. Producto final por equipo, un esquema con mediciones y explicación corta. 3. Retroalimentación final y registro de avances por subtema para el informe de resultados	80 min

Evaluación de la Propuesta

La evaluación integra dos niveles, evaluación del aprendizaje y evaluación de la implementación, donde el aprendizaje se verifica mediante pretest y posttest con la misma estructura de prueba diagnóstica, análisis de aciertos por subtema, y revisión de desempeño en ítems críticos vinculados a lectura de circuitos, ubicación de instrumentos y relación entre magnitudes. La evaluación formativa se ejecuta en cada sesión con lista de cotejo centrada en interpretación del esquema, conexión correcta del instrumento, registro de datos y explicación escrita breve, mientras la evaluación de implementación registra cumplimiento de tiempos, funcionamiento del trabajo por roles, barreras técnicas y participación observada, con una síntesis final que relaciona los resultados con ajustes concretos en consignas, tablas de registro y microcierres, manteniendo consistencia con los hallazgos del diagnóstico y con las necesidades reales del aula.

Conclusiones

El examen del texto oficial de Física 2 BGU mostró un énfasis en definiciones acompañadas de ejercicios de sustitución, con limitada orientación para interpretar esquemas y desarrollar explicaciones con palabras propias. La organización del bloque sigue una secuencia temática clara, aunque presenta cambios de contenido sin cierres que faciliten integrar corriente, voltaje, resistencia y circuitos en una misma dinámica de clase, lo que llevó a definir criterios de diseño orientados a actividades de predicción, medición mediante simulación, registro breve de datos y preguntas de explicación que eviten un aprendizaje centrado solo en el uso de fórmulas.

En la prueba diagnóstica aplicada a 32 estudiantes se registró un nivel inicial intermedio con variaciones marcadas, la mayoría reconoció definiciones básicas pero evidenció dificultades al interpretar el circuito como sistema completo durante tareas de clase con tiempo limitado y consignas similares a las del texto oficial. Las dificultades se concentraron en leer esquemas junto con ubicar instrumentos de medición, distinguir conexiones en serie o en paralelo además de explicar cambios de corriente cuando varía la resistencia con voltaje constante este patrón mostró que el problema supera el cálculo porque varios resuelven operaciones simples pero no justifican pasos ni vinculan el resultado con lo que ocurre en el circuito lo que orienta la propuesta hacia guías de lectura con medición en simulación para consolidar comprensión.

La triangulación entre encuesta estudiantil, encuesta docente, observación y entrevistas evidenció preferencia por recursos visuales, necesidad de guía paso a paso, además de baja confianza para explicar aunque se logren respuestas numéricas. El docente reportó uso frecuente del texto, integración ocasional de TIC, y demanda alta de secuencias listas con evaluación formativa dentro de la sesión para sostener seguimiento real del aprendizaje. Esta

convergencia sostiene la pertinencia de una propuesta metodológica que articule el libro con simulaciones PhET, con consignas claras, registro de datos, discusión guiada, más cierre escrito breve para comprobar comprensión conceptual.

Recomendaciones

Para el trabajo en aula se plantean secuencias organizadas por subtema que inician con una predicción, continúan con la exploración en PhET variando una sola variable a la vez y se apoyan en el registro de mediciones en tablas breves, finalizando con una explicación escrita en pocas líneas, el texto se mantiene como referencia compartida, aunque la clase se desarrolla mediante lectura guiada de esquemas, comparación de situaciones, revisión de errores frecuentes y retroalimentación durante la actividad, lo que favorece la lectura de circuitos, la comprensión del voltaje como diferencia entre dos puntos y la superación de la idea de consumo de corriente a partir de evidencias observadas en la simulación.

Para la institución, se planifican condiciones mínimas de implementación con horarios de aula de informática, uso de un dispositivo por grupo cuando haga falta, y materiales descargados para trabajo sin conexión cuando la red sea inestable. Se establece un protocolo simple para uso de equipos, distribución de roles por grupo, registro en cuaderno, además de resguardo de evidencias con códigos E01 a E32 para sostener orden en la evaluación.

El seguimiento académico se organiza con evaluación pretest junto con posttest utilizando la misma prueba diagnóstica junto con rúbricas de desempeño para lectura de circuitos junto con explicación conceptual, los puntajes se registran por subtema con pauta única de corrección además con comparación de aciertos en ítems críticos para precisar avances junto con brechas de comprensión en cada fase del bloque de Electricidad. Al cierre del bloque se aplica una encuesta estudiantil para estimar autoconfianza y motivación, la ruta deja evidencia con datos claros sostiene ajustes de guías según errores persistentes en medición e

interpretación además aporta una base sólida para un informe posterior con resultados reales trazables coherente con el diagnóstico inicial junto con las decisiones de mejora adoptadas durante las sesiones.

Bibliografía

- Almache, L. (2024). *Diseño de guía metodológica basada en recursos didácticos para facilitar las prácticas de laboratorio y aprendizaje de Física en bachillerato*. Tesis de maestría: <https://repositorio.puce.edu.ec/items/ecba13ef-6423-411f-a98a-85eecb465cf>
- Alsalthi, N., Ismail, A., Alqawasmi, A., Abdelkader, A., Alqatawneh, S., & Salem, O. (2024). The Effect of Using PhET Interactive Simulations on Academic Achievement of Physics Students in Higher Education Institutions. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 24(1), 65–75.
- Andrade, J. (2023). Políticas educativas y brecha digital en pandemia: Construcción de políticas educativas de inclusión digital. *Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador*. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/9779/1/T4276-MPE-Andrade-Politicas.pdf?>
- Arlinwibowo, J., Retnawati, H., & Kartowagiran, B. (2022). El impacto de la utilización de las TIC para mejorar el resultado del aprendizaje: un metaanálisis. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(2), 522. https://www.researchgate.net/publication/361668352_The_impact_of_ICT_utilization_to_improve_the_learning_outcome_A_meta-analysis
- Assuah, C., Osei, L., & Mantey, G. (2022). The Effect of Inquiry-based Learning on Senior High School Students' Achievement in Plane Geometry: Pre-test–Post-test Randomized Experimental Design. *Asian Research Journal of Mathematics*, 18, 320–331. <https://scispace.com/papers/the-effect-of-inquiry-based-learning-on-senior-high-school-3c0h7ds3>
- Bajaña, O., Garcia, D., Merchán, J., Palacios, J., & Zambrano, R. (2025). La influencia del uso de laboratorios virtuales en la enseñanza de la Segunda Ley de Newton en Física de

Segundo de Bachillerato. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(2), 5756–5766.

Baptista, M., & Martins, I. (2023). Effect of a STEM approach on students' cognitive structures about electrical circuits. *International Journal of STEM Education*, 10(1).
https://www.researchgate.net/publication/368688934_Effect_of_a_STEM_approach_on_students'_cognitive_structures_about_electrical_circuits

Bauman, L., Hansen, B., Goodhew, L., & Robertson, A. (2024). Student conceptual resources for understanding electric circuits. *Physical Review Physics Education Research*.
<https://journals.aps.org/prper/abstract/10.1103/PhysRevPhysEducRes.20.020128>

Bohórquez, V. (2024). Desafíos en la enseñanza de la física: análisis a partir de una revisión bibliográfica. *Revista Científica Multidisciplinaria*, 8(1), 8701–8705.
https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10202

Cabrera, L. (2022). *El ABP mediante el uso de recursos del entorno y las TIC como alternativa para la comprensión y el dominio de Física en los estudiantes de primero de Bachillerato de la UE Chiquintad durante el periodo lectivo 2020–2021*.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22616/1/UPS-CT009781.pdf>

Camarena, J., Trejo, N., & Uribe, Y. (2024). La Inteligencia Artificial para la educación equitativa, inclusiva y de calidad. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas (REMCA)*, 7(52), 42–46.
<https://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/729>

Chávez, J., & Mestres, U. (2023). Simuladores PhET: como herramienta didáctica para la enseñanza y aprendizaje experimental de física. *Polo del Conocimiento*, 8(11), 1303–1322.

- Contreras, R. (2021). La educación: hacia un derecho humano. *Cuestiones Constitucionales*(44), 1–35. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-91932021000100091&script=sci_arttext&
- Cordero, A. (2020). Análisis de textos escolares de Ciencias Naturales para segundo ciclo de Educación Básica desde un enfoque de género. https://www.academia.edu/101076209/An%C3%A1lisis_de_textos_escolares_de_Ciencias_Naturales_para_segundo_ciclo_de_Educaci%C3%B3n_B%C3%A1sica_desde_un_enfoque_de_g%C3%A9nero?
- Cuaical, E., Méndez, M., Prado, A., Prado, G., López, J., & Chávez, J. (2025). Las Tecnologías de la Información y Comunicación en el proceso de enseñanza de las Ciencias Naturales de Educación General Básica. *SATHIRI: Sembrador*, 157–178.
- Dah, N., Noor, S., Kamarudin, M., & Azziz, S. (2024). Los impactos de la investigación abierta en el aprendizaje de los estudiantes en ciencias: una revisión sistemática de la literatura. *Educational Research Review*, 43(1). https://www.researchgate.net/publication/378685724_The_impacts_of_open_inquiry_on_students'_learning_in_science_A_systematic_literature_review
- Domínguez, J., Morales, J., Guaranda, F., & Carvajal, J. (2025). El uso de las TIC en la actualización docentes de la unidad educativa. *Ciencia y Educación*, 6(6.1), 401–413. <https://zenodo.org/records/17421187>
- Flores, L., & Montalvo, C. (2020). Herramientas de gestión institucional: Proyecto Educativo Institucional (PEI), Planificación Curricular Institucional (PCI), Manual de Procesos Administrativos, Manual de Procedimientos Académicos y Código de Convivencia Escolar. *Recinatur International Journal of Applied Sciences, Nature and Tourism*, 2(1), 109–122.

- Flores, R., Alarcón, A., Guzmán, I., Maldonado, Y., & Alonso, G. (2025). Mejorar el interés de los estudiantes en los conceptos de física con una herramienta STEM de bajo costo centrada en la motivación en áreas rurales de países en desarrollo. *Education Sciences*, 15(8), 994. <https://www.mdpi.com/2227-7102/15/8/994?>
- Guerra, F., Guerra, E., & Díaz, E. (2025). Didactic Analysis of Natural Science Textbooks in Ecuador: A Critical Review from a Constructivist Perspective. *Education Sciences*, 15(10).
https://www.researchgate.net/publication/396154897_Didactic_Analysis_of_Natural_Science_Textbooks_in_Ecuador_A_Critical_Review_from_a_Constructivist_Perspective
- Herrera, R. (2017). *Análisis del uso de las TICs para la enseñanza de la Física en el Bachillerato de la Unidad Educativa Fernando Daquilema, periodo 2016–2017*.
<http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3935/1/UNACH-FCEHT-TG-C.EXAC-2017-000020.pdf>
- Hossain, M., & Rahman, M. (2025). Comprehensive review of the integration of ICT in improving physics education. *Zenodo*.
- Isaksen, M., Ødegaard, M., & Utsi, T. (2024). Libros de texto de ciencias: ¿ayudas u obstáculos para la enseñanza de la investigación? Experiencias de profesores de ciencias en escuelas secundarias noruegas. *Science & Education*, 34, 1461–1487.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-023-00492-x>
- Khouna, J., Achour, M., Fakhar, H., & Tahiri, A. (2025). An investigation of secondary pupils' misconception about electric current and voltage concepts. *International Research Journal of Multidisciplinary Scope (IRJMS)*, 6(3), 215–226.

https://www.irjms.com/wp-content/uploads/2025/07/Manuscript_IRJMS_04481_WS.pdf

Manlapig, E. (2024). Mejorar la motivación de aprendizaje de los estudiantes en física mediante simulación de tecnología interactiva en educación física (PhET). 5. <https://cahaya-ic.com/index.php/SJPE/article/view/1025>

Martins, R., Silva, C., & Prestes, M. (2014). Historia y filosofía de la ciencia en la educación científica en Brasil. *Manual Internacional de Investigación en Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias*. https://www.researchgate.net/publication/275833234_History_and_Philosophy_of_Science_in_Science_Education_in_Brazil

Masruroh, N., Vivianti, A., Anggraeni, P., Waroh, S., & Wakhidah, N. (2020). APLICACIÓN DE LA SIMULACIÓN PhET A CIRCUITOS ELÉCTRICOS, MATERIAL EN EL APRENDIZAJE ONLINE. *1*(2). https://www.researchgate.net/publication/347220853_APPLICATION_OF_PhET_SIMULATION_TO_ELECTRICAL_CIRCUITS_MATERIAL_IN_ONLINE_LEARNING

Miranda, R. (2023). Educación de Calidad y Derechos Humanos en el Siglo XXI: Descifrando el ODS 4. *Revista Justiça do Direito*, 37(2), 264–293. <https://accedacris.ulpgc.es/bitstream/10553/127725/1/15295-Texto%20do%20artigo-15315042-1-10-20231120.pdf>

Panadero, E., & Lipnevich, A. A. (2022). A review of feedback models and typologies: Towards an integrative model of feedback elements. *Educational Research Review*, 35, 100416. <https://pdf.sciencedirectassets.com/273542/1-s2.0-S1747938X21X00048/1-s2.0-S1747938X21000397/main.pdf?X-Amz-Security->

Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEBEaCXVzLWVhc3QtMSJHMEUCIQC2MvRrHZrXq7tl
4JJ%2BATIbqgHL4iG9FC5EWxWT2L9NHwIgd%2BaWZhjxKlAIVfhuu02JBGJi%
2FTHgQmIHVYyfMq

Potvin, P., Boissard, B., & Debien, A. (2025). ¡Kasetsu eléctrico! Abordar los conceptos erróneos sobre la electricidad básica mediante el desarrollo de una secuencia atractiva de “predecir-observar-explicar”. *Actividades Científicas: Proyectos e Ideas Curriculares en Aulas STEM*, 62(3), 184–208.
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00368121.2025.2504409>

Qotrunnada, N. (2022). Analysis of the difficulties of high school students in improving problem-solving ability in physics learning. *International Journal of Current Educational Research*, 1(1), 84–101.
<https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/1612375>

Quezada, M., Domínguez, A., & Zavala, G. (2023). ¿Qué tan difíciles son las concepciones simples de circuitos eléctricos? Nuevos hallazgos. *Revista Europea de Investigación Educativa*, 12(3), 1269–1284. <https://www.eu-jer.com/how-difficult-are-simple-electrical-circuit-conceptions-new-findings>

Rincón, L. (2024). PEI: incidencia y concordancia con prácticas pedagógicas de docentes y rol de la gestión directiva. *Revista Franz Tamayo*, 6(17), 28–45.

Thomas, M., Muscat, A., Zuccolo, A., & Watt, A. (2025). Navegando por la innovación pedagógica en la educación superior: experiencias de los académicos de educación con el aprendizaje activo y basado en la investigación en la enseñanza intensiva. *Innovative Higher Education*.
https://www.researchgate.net/publication/391492083_Navigating_Pedagogical_Innov

ation_in_Higher_Education_Education_Academics'Experiences_with_Active_and_Inquiry-Based_Learning_in_Intensive_Teaching/stats

Tokatlidis, C., Rapti, S., Tselegkaridis, S., Sapounidis, T., & Papakostas, D. (2024). Entorno virtual en la educación en ingeniería: el papel de la orientación, el conocimiento y el desarrollo de habilidades en la enseñanza de circuitos electrónicos. *Educación Científica*, 14(12), 1336. <https://www.mdpi.com/2227-7102/14/12/1336>

Torres, E. (2024). *Diseño de una guía didáctica e interactiva para el proceso de aprendizaje de Dinámica en la asignatura de Física mediante Matlab dirigidas a estudiantes de bachillerato de la Academia Militar General “Miguel Iturralde” en el año lectivo 2023–2024*. <https://repositorio.puce.edu.ec/items/11451e8c-9b23-46fd-8070-bb060b2441fd>

Tufiño, A. (2020). *Análisis crítico en el abordaje del tema inecuaciones y sus aplicaciones en los textos de Matemática en la Educación General Básica Superior y el Bachillerato General Unificado, emitidos por el Ministerio de Educación del Ecuador, durante el periodo 2019–*. <https://www.dspace.uce.edu.ec/entities/publication/ca749c5e-d953-45ab-a2a7-e31f97796840/full>

Urgilez, F., Pánchez, S., Gómez, C., & Garrido, P. (2024). Garantía al derecho a la educación en el contexto jurídico ecuatoriano. *Polo del Conocimiento*, 9(10), 1143–1161.

Zhang, Z., & Chen, X. (2023). Comparative analysis of high school physics textbook “Energy and Sustainable Development”. *Open Access Library Journal*, 10. <https://doi.org/https://doi.org/10.4236/oalib.1110572>

ANEXO A.

Anexo A1. Prueba diagnóstica de logro conceptual en Electricidad (2 BGU)

Instrucciones. Lee con atención. Marca una sola respuesta en opción múltiple. En preguntas abiertas escribe una explicación breve. En ejercicios muestra procedimiento y unidad.

Tiempo. 40 minutos.

Puntaje total. 25 puntos.

Sección 1. Opción múltiple (10 puntos, 1 punto c u)

1. La corriente eléctrica se entiende como
 - A Energía almacenada en un circuito
 - B Flujo de carga por unidad de tiempo
 - C Cantidad de voltaje en una batería
 - D Resistencia que se opone al movimiento
2. La unidad de la corriente es
 - A Voltio
 - B Ohmio
 - C Ampere
 - D Coulomb
3. En un circuito en serie, la corriente en los componentes
 - A Se divide según resistencias
 - B Es la misma en todos los puntos
 - C Aumenta después de cada resistencia
 - D Depende del número de focos

4. Un amperímetro debe conectarse
 - A En paralelo al elemento
 - B En serie con el circuito
 - C En cualquier parte sin importar
 - D Solo en la batería

5. El voltaje se define como
 - A Carga almacenada
 - B Diferencia de potencial entre dos puntos
 - C Fuerza de fricción eléctrica
 - D Cantidad de electrones

6. Si el voltaje se mantiene constante y la resistencia aumenta, la corriente
 - A Aumenta
 - B Disminuye
 - C No cambia
 - D Se vuelve infinita

7. La Ley de Ohm se expresa como
 - A $V = I \times R$
 - B $I = V \times R$
 - C $R = I \div V$
 - D $V = R \div I$

8. En un circuito en paralelo, el voltaje en cada rama
 - A Se reparte según resistencias
 - B Es igual al de la fuente

C Es cero

D Depende del amperímetro

9. La resistencia se mide en

A Voltios

B Amperios

C Ohmios

D Joules

10. Al agregar una resistencia en serie, la resistencia equivalente

A Disminuye

B Aumenta

C No cambia

D Se anula

Sección 2. Respuesta corta (10 puntos, 2 puntos c u)

11. Explica con tus palabras la diferencia entre corriente y voltaje.

12. Describe qué ocurre con la corriente en serie cuando se agrega una resistencia.

13. Indica dónde ubicarías el voltímetro para medir el voltaje en una resistencia y por qué.

14. Menciona un error común en circuitos y cómo lo evitarías.

15. Explica qué representa una resistencia en un circuito.

Sección 3. Ejercicios numéricos (5 puntos, 1 punto c u)

16. Si $V = 12 \text{ V}$ y $R = 6 \Omega$ calcula I .

17. Si $I = 2 \text{ A}$ y $R = 5 \Omega$ calcula V .

18. Dos resistencias 4Ω y 6Ω en serie, calcula R_{eq} .

19. Dos resistencias 4Ω y 6Ω en paralelo, calcula R_{eq} .

20. Si $V = 9 \text{ V}$ y $R_{eq} = 3 \Omega$ calcula I .

Anexo A2. Pauta de calificación y clave

Opción múltiple. 1 punto por respuesta correcta.

Respuesta corta. 2 puntos: idea correcta y relación clara. 1 punto: parcialmente correcta. 0 puntos: incorrecta.

Ejercicios. 1 punto: procedimiento correcto con unidad. 0.5: cálculo correcto sin unidad. 0: sin relación.

Clave opción múltiple

1 B, 2 C, 3 B, 4 B, 5 B, 6 B, 7 A, 8 B, 9 C, 10 B

Criterios de corrección para abiertas

11 Corriente como flujo de carga, voltaje como diferencia entre dos puntos.

12 En serie la corriente se mantiene, cambia el valor total de resistencia.

13 Voltímetro en paralelo al elemento, mide entre dos puntos.

14 Error típico instrumentos mal conectados o confundir serie y paralelo.

15 Resistencia como oposición al paso de corriente y elemento que transforma energía.

ANEXO B. Rúbrica de análisis del texto y matriz de registro

Anexo B1. Rúbrica aplicada al texto oficial Sección Electricidad

Escala. 1 Insuficiente, 2 Básico, 3 Medio, 4 Destacado.

Tabla 17.

Rúbrica por dimensiones e indicadores

Dimensión	Indicador	1	2	3	4
Coherencia conceptual	Definiciones	Confusas	Simples	Claras	Claras con ejemplo y cierre
Representaciones	Esquemas	Poco legibles	Etiquetas mínimas	Etiquetas claras	Guía de lectura y medición
Actividades	Variedad	Rutinarias	Poca variedad	Mezcla de tareas	Tareas variadas y guiadas
TIC y práctica	Orientación	Ausente	Mención	Pasos parciales	Pasos claros con registro
Evaluación formativa	Retroalimentación	No aparece	Muy limitada	Presente	Presente con autoexplicación

ANEXO C. Cuestionarios completos de estudiantes y docentes

6 Anexo C1. Cuestionario estudiantes Electricidad TIC PhET

Escala. 1 Nunca, 2 Casi nunca, 3 A veces, 4 Casi siempre, 5 Siempre.

Acceso y uso

- 1 Internet en casa estable.
- 2 Teléfono propio para tareas.
- 3 Computador en casa o institución.
- 4 Uso internet para tareas escolares.
- 5 Uso recursos digitales para estudiar Física.

Aprendizaje de Electricidad

- 6 Distingo corriente y voltaje.

7 Explico la Ley de Ohm con mis palabras.

8 Leo esquemas de circuitos sin copiar.

9 Identifico serie y paralelo.

10 Justifico cambios de corriente al variar resistencia.

Experiencia con TIC y simulaciones

11 En clase se usan recursos digitales en Física.

12 He usado simuladores para circuitos.

13 Prefiero ejemplos visuales.

14 Me ayuda medir en pantalla.

15 Me sirve guía paso a paso.

Motivación y autoconfianza

16 Me interesa Electricidad por su utilidad cotidiana.

17 Me siento seguro resolviendo problemas.

18 Me cuesta explicar aunque calcule.

19 Me ayuda trabajar en equipo.

20 Me sirve comparar predicción con resultado.

Abiertas

21 Dificultad principal en Electricidad.

22 Recurso que más te ayuda.

Anexo C2. Cuestionario docentes Física 2 BGU Electricidad TIC PhET

Escala. 1 Nunca, 2 Casi nunca, 3 A veces, 4 Casi siempre, 5 Siempre.

- 1 Uso el texto oficial como guía principal.
- 2 Predomina explicación con ejercicios.
- 3 Trabajo lectura guiada de esquemas.
- 4 Aplico evaluación formativa en clase.
- 5 Integro TIC de forma planificada.
- 6 Conectividad suficiente en el aula.
- 7 Estudiantes con acceso mínimo a dispositivos.
- 8 Conozco simulaciones PhET para circuitos.
- 9 Considero útil PhET para comprensión conceptual.
- 10 Necesito guías listas para integrar PhET.

Abiertas

- 11 Barrera principal para integrar TIC.
- 12 Recurso TIC que mejor ha funcionado.
- 13 Tema más difícil del bloque Electricidad.

ANEXO D. Guía de observación y guiones de entrevista

Anexo D1. Guía de observación de clase Electricidad 2 BGU

Datos. Fecha, curso, tema, duración, recursos.

Tabla 18.

Registro por momentos

Momento	Evidencia observada	Sí	No
Inicio recupera ideas previas	Pregunta guía o ejemplo cotidiano		
Desarrollo usa esquemas	Lectura de circuito con pasos		
Desarrollo usa TIC	Simulación, video o recurso digital		
Participación	Intervenciones, trabajo en equipo		
Cierre	Síntesis, retroalimentación		

Notas de campo. 10 a 12 líneas.

Anexo D2. Guion de entrevista semiestructurada docente

- 1 Cómo desarrolla el bloque con el texto.
- 2 Conceptos con mayor dificultad observada.
- 3 Estrategias que usa para corregir errores.
- 4 Experiencias previas con TIC o simuladores.
- 5 Condiciones mínimas para usar PhET en aula.
- 6 Forma de evaluar comprensión durante la clase.

Anexo D3. Guion de entrevista semiestructurada estudiantes

- 1 Qué tema te cuesta más y por qué.
- 2 Qué haces cuando un ejercicio no te sale.

- 3 Qué te ayuda más para entender.
- 4 Qué te confunde al ver un circuito.
- 5 Qué cambiarías en la forma de aprender.

ANEXO E. Base de datos en tabla con códigos E01 a E32

Tabla 19.

Puntajes por sección y total

Código	OM 10	RC 10	EJ 5	Total 25
E01	6	5	2	13
E02	7	4	2	13
E03	5	6	2	13
E04	4	4	1	9
E05	8	6	3	17
E06	6	3	2	11
E07	3	4	1	8
E08	7	6	3	16
E09	6	7	3	16
E10	5	5	2	12
E11	6	6	2	14
E12	4	3	1	8
E13	8	7	4	19
E14	7	6	3	16
E15	6	4	2	12
E16	5	4	2	11
E17	4	5	2	11
E18	7	7	3	17
E19	6	6	3	15
E20	5	5	2	12
E21	9	8	4	21
E22	6	4	2	12
E23	5	6	2	13
E24	7	5	3	15
E25	4	4	2	10
E26	6	6	2	14
E27	5	4	1	10
E28	7	6	3	16
E29	6	5	2	13
E30	3	3	0	6
E31	8	6	3	17
E32	7	5	3	15

Anexo E2. Base de datos encuesta estudiantes

Puntaje 1–5 por dimensión

Tabla 20.

Promedios por estudiante en dimensiones

Código	Acceso	Aprendizaje	TIC	Motivación
E01	3.0	2.8	3.4	3.2
E02	3.2	2.6	3.1	3.4
E03	2.8	2.7	3.0	3.1
E04	2.4	2.2	2.7	2.9
E05	3.6	3.2	3.8	3.9
E06	3.0	2.5	3.0	3.2
E07	2.2	2.1	2.6	2.8
E08	3.4	3.0	3.7	3.6
E09	3.2	3.1	3.5	3.7
E10	2.9	2.6	3.0	3.1
E11	3.1	2.8	3.2	3.4
E12	2.3	2.2	2.5	2.9
E13	3.8	3.5	4.1	4.0
E14	3.4	3.1	3.8	3.6
E15	3.0	2.6	3.1	3.3
E16	2.8	2.5	3.0	3.2
E17	2.7	2.5	2.9	3.1
E18	3.5	3.2	3.9	3.8
E19	3.3	2.9	3.4	3.5
E20	2.9	2.6	3.1	3.3
E21	3.9	3.6	4.2	4.1
E22	3.0	2.6	3.0	3.3
E23	2.8	2.7	3.1	3.4
E24	3.3	2.9	3.5	3.6
E25	2.5	2.3	2.8	3.0
E26	3.1	2.8	3.3	3.4
E27	2.6	2.3	2.7	3.1
E28	3.4	3.0	3.7	3.7
E29	3.0	2.7	3.2	3.4
E30	2.1	2.0	2.4	2.7
E31	3.6	3.2	3.9	3.9
E32	3.2	2.9	3.5	3.6