



Metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025

TESIS DOCTORAL

que, para obtener el Grado de Ph.D.

DOCTOR EN EDUCACIÓN E INNOVACIÓN

PRESENTA

Martin García Hernández

ASESOR

Dr. Agustín Villareal

México, 2026

La presente Tesis Doctoral debe ser citada como:

García-Hernández Martín, (2026). Metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025. [Tesis de Doctorado de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX]



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Se permite la reproducción total o parcial y la comunicación pública de la obra con reconocimiento de la autoría y mención de la Universidad de Investigación e Innovación de México - UIIX.

No se permite el uso comercial ni la creación de obras derivadas.

Resumen.

La presente tesis tuvo como propósito diseñar, implementar y evaluar la propuesta denominada Metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025. La investigación surgió ante la necesidad de superar prácticas centradas en la exposición docente y la resolución mecánica de ejercicios, las cuales limitan la comprensión conceptual y la vinculación entre teoría y práctica. El estudio se desarrolló desde un enfoque mixto, con predominio cuantitativo e integración convergente, mediante un diseño cuasiexperimental con grupo control y experimental. La muestra estuvo integrada por 110 estudiantes, distribuidos en dos grupos de 55 participantes. Se aplicó una prueba piloto con ocho estudiantes para verificar la funcionalidad de los instrumentos. La información cuantitativa se obtuvo mediante pretest y posttest; la cualitativa, por entrevistas semiestructuradas, observación sistemática y registros educativos. La propuesta incorporó simuladores, autodescubrimiento, resolución activa de problemas, aprendizaje experiencial y mediación docente gradual. Los resultados evidenciaron mejoras significativas en comprensión, autonomía, motivación y participación estudiantil.

Palabras Clave: *Aprendizaje significativo; Circuitos Eléctricos; Recursos Tecnológicos Alternativos; Metodología Innovadora.*

Abstract.

This dissertation aimed to design, implement, and evaluate the proposal entitled Methodology Based on Alternative Technological Resources to Contribute to the Improvement of the Theoretical-Practical Understanding of Electrical Circuits through the Development of Autonomy and Critical Thinking in Cybernetics Engineering Students at Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, Mexico, during the 2024–2025 Academic Year. The research arose from the need to move beyond teaching practices centered on teacher exposition and the mechanical solution of exercises, which may limit conceptual understanding and the connection between theory and practice. The study was conducted using a mixed-methods approach, with quantitative predominance and convergent integration, through a quasi-experimental design involving a control group and an experimental group. The sample consisted of 110 students, distributed into two groups of 55 participants each. A pilot test was conducted with eight students to verify the functionality of the instruments. Quantitative information was collected through a pretest and a posttest, while qualitative information was obtained through semi-structured interviews, systematic observation, and educational records. The proposal incorporated simulators, self-discovery activities, active problem solving, experiential learning, and gradual teacher mediation. The results showed significant improvements in understanding, autonomy, motivation, and student participation.

Keywords: *Meaningful Learning; electrical circuits; alternative technological resources; Cybernetics Engineering; innovative methodology.*

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a mi asesor de tesis, el Dr. Agustín Villarreal, por su valiosa guía, acompañamiento y dedicación a lo largo del desarrollo de esta investigación. Su experiencia, orientación académica y compromiso fueron fundamentales para la consolidación de este trabajo doctoral.

De igual manera, extiendo un profundo reconocimiento a mi maestra de Estadística Aplicada a la Investigación Educativa, la Dra. Antonieta Martínez Guerrero, por su apoyo, enseñanza y claridad en la transmisión de conocimientos, los cuales fueron esenciales para el análisis riguroso de los datos y la solidez metodológica de esta investigación.

Finalmente, agradezco a la UIIX por brindarme la oportunidad de cursar este doctorado, así como por el respaldo institucional y académico que hizo posible la realización de este proyecto, contribuyendo a mi formación profesional y personal.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	10
Capítulo 1. Proyección de la investigación.	12
1.1. Tema de investigación Propuesto	13
1.2. Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México y su ámbito de estudio.	16
1.3. Planteamiento del problema.	17
1.4. Formulación del problema (Pregunta de investigación).	18
1.5. Justificación.	18
1.6. Objeto de estudio.	21
1.7. Campo de acción.	22
1.8. Objetivos.	23
1.8.1. Objetivo General.	23
1.8.2. Objetivos específicos.	23
1.9. Hipótesis.	24
1.10. Alcance temático.	24
1.11. Delimitación Espacial y Temporal.	26
CAPÍTULO 2. Fundamentos Teóricos Referenciales.	27
2.1. Estado del arte (Marco Histórico y Actual).	27
2.2. Marco Teórico.	38
2.3. Marco Conceptual.	45
2.4. Marco Contextual.	51
2.5. Marco Histórico y Actual	53
2.6. Marco Legal y Normativo	56
Capítulo 3. Fundamentos metodológicos y resultados de investigación.	61
3.1. Cuadro Operacionalización de variables.	62
3.2. Diseño metodológico.	65
3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.	65
3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.	67
3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.	70
3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección.	72
3.3. Trabajo de campo	73
3.3.1 Prueba Piloto	75

3.3.2. Aplicación de los instrumentos.	81
3.3.3. Procesamiento de la información.	84
3.3.4. Graficación	88
3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.	92
3.5. Redacción de resultados y discusión.	107
Capítulo 4: Propuesta de Transformación	110
4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.	111
4.2. Estructura de la propuesta de transformación.	114
4.2.1 Denominación de la propuesta	115
4.2.2. Fundamentación teórico-conceptual	115
4.2.3. Objetivos de la propuesta	117
4.2.4. Representación teórica y práctica de la propuesta	118
4.2.5. Fases, actividades y productos	120
4.2.6 Selección de métodos	122
4.2.7 Recursos para su funcionamiento	124
4.2.8 Resultados esperados	125
4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.	127
CONCLUSIONES	139
RECOMENDACIONES	147
BIBLIOGRAFÍA	153
APÉNDICE	161
ANEXOS	163

Índice de figuras.

Figura 1. Preparación y aplicación del instrumento.....	82
Figura 2. Aplicación de aprendizaje no convencional	83
Figura 3. Triangulación de resultados cuantitativos y cualitativos.....	104
Figura 4. Modelo metodológico para la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes de aprendizaje experiencial	118

Índice de gráficas.

Gráfica 1. Resultados de la prueba piloto.....	79
Gráfica 2. Promedios de pretest y postest por grupo.....	88
Gráfica 3. Mejora promedio por grupo.....	90
Gráfica 4. Distribución de puntajes por grupo en pretest y postest	91
Gráfica 5. Categorías emergentes del análisis cualitativo de entrevistas.....	101

Índice de tablas.

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables.....	63
Tabla 2. Pruebas estadísticas.....	94
Tabla 3. Revisión de supuestos estadísticos.....	95
Tabla 4. Matriz de análisis cualitativo.....	100
Tabla 5. Desarrollo operativo de cada fase.....	120
Tabla 6. Comparativa de métodos, instrumentos y momentos de aplicación.....	123
Tabla 7. Descripción de recursos.....	124
Tabla 8. Indicadores y criterios de evaluación.....	126
Tabla 9. Concentrado de respuestas de método Delphi.....	135
Tabla 10. Matriz de los resultados finales del proceso Delphi.....	136

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la educación superior, particularmente en las áreas de ingeniería, se ha hecho evidente la necesidad de transformar los modelos tradicionales de enseñanza hacia enfoques más dinámicos, participativos y centrados en el estudiante. La enseñanza de circuitos eléctricos, al ser una disciplina fundamental en la formación de ingenieros, representa un reto importante debido a la naturaleza abstracta de sus conceptos y la necesidad de integrar conocimientos teóricos con habilidades prácticas. En muchos casos, los métodos tradicionales basados en la exposición del docente y la resolución guiada de problemas resultan insuficientes para lograr una comprensión profunda y significativa en los estudiantes, lo que impacta directamente en su desempeño académico y en el desarrollo de competencias profesionales.

Ante esta problemática, la presente investigación se plantea como un estudio de campo enfocado en el desarrollo e implementación de una metodología innovadora orientada a fortalecer las estrategias pedagógicas aplicadas a la enseñanza de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, durante los ciclos académicos 2024–2025. Esta propuesta se fundamenta en la integración de ambientes de aprendizaje no convencionales, el aprendizaje experiencial y el diseño de materiales didácticos que promueven el autodescubrimiento, con una intervención docente reducida.

La investigación adopta un enfoque metodológico mixto, que combina técnicas cuantitativas y cualitativas con el propósito de obtener una comprensión integral del fenómeno educativo. En la fase cuantitativa, se emplearon instrumentos como el pretest y el posttest para medir el nivel de aprendizaje antes y después de la intervención, mientras que en la fase cualitativa se utilizaron entrevistas y observaciones para explorar las percepciones y experiencias de los estudiantes. Asimismo, el estudio se desarrolló bajo un diseño cuasi experimental, comparando los resultados de un grupo control, que trabajó bajo un modelo tradicional, con los de un grupo experimental que participó en la implementación de la metodología innovadora.

Los resultados obtenidos evidencian diferencias significativas entre ambos grupos, destacando un mayor nivel de aprendizaje, autonomía y participación en el grupo experimental. Estos hallazgos sugieren que la incorporación de metodologías activas y ambientes de aprendizaje no convencionales favorece un aprendizaje más significativo y profundo en los estudiantes de

ingeniería. Además, el uso de simuladores y herramientas digitales permitió superar algunas limitaciones del laboratorio tradicional, facilitando la comprensión de fenómenos complejos y promoviendo una interacción más directa con los contenidos.

La relevancia de esta investigación radica en su contribución al campo de la educación en ingeniería, al proporcionar evidencia empírica sobre la efectividad de metodologías innovadoras en contextos reales de enseñanza. Asimismo, ofrece una propuesta aplicable y replicable que puede ser adaptada a otras asignaturas o programas académicos, contribuyendo a la mejora continua de los procesos formativos. En este sentido, la tesis no solo responde a una problemática específica, sino que también aporta elementos para la transformación educativa en un entorno donde la innovación y la adaptabilidad son esenciales.

La presente tesis se organiza en cuatro capítulos que articulan de manera progresiva la construcción, fundamentación, desarrollo y proyección de la investigación. En el Capítulo I, Proyección de la investigación, se expone el planteamiento general del estudio, la presentación del tema, la problematización, la pregunta científica, el objeto de estudio, el campo de acción, los objetivos, la hipótesis o idea a defender, la justificación y la delimitación contextual de la investigación. En el Capítulo II, Fundamentos teóricos referenciales, se desarrollan los antecedentes, el estado del arte y los referentes conceptuales que sustentan la propuesta, particularmente el aprendizaje significativo, el constructivismo, el aprendizaje experiencial, la indagación guiada, la autonomía del estudiante, el pensamiento crítico y el uso de recursos tecnológicos alternativos en la enseñanza de circuitos eléctricos. En el Capítulo III, Fundamentos metodológicos y resultados de la investigación, se describe el enfoque mixto, el diseño cuasiexperimental, la población y muestra, los métodos, técnicas e instrumentos utilizados, así como el análisis cuantitativo, cualitativo y mixto de los datos obtenidos. En el Capítulo IV, Propuesta de transformación, se presenta la metodología diseñada como resultado propositivo de la investigación, su fundamentación, estructura, fases, actividades, recursos, evaluación, validación y resultados esperados para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO 1. PROYECCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.

El presente capítulo expone la proyección general de la investigación, orientada al diseño e implementación de una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025. En este apartado se presenta el tema de estudio, la problemática que da origen a la investigación, la pregunta científica, el objeto de estudio, el campo de acción, el objetivo general, los objetivos específicos, la hipótesis o idea a defender y la justificación del trabajo. Asimismo, se delimita el contexto académico en el que se desarrolla la investigación y se establece la pertinencia de atender las dificultades asociadas al aprendizaje de circuitos eléctricos mediante ambientes de aprendizaje no convencionales, simuladores, actividades de indagación guiada y estrategias que favorezcan la autonomía y el pensamiento crítico. De esta manera, el capítulo constituye el punto de partida para comprender la relevancia educativa, metodológica y práctica del estudio.

En México, el quehacer científico ha experimentado un desarrollo significativo, aunque enfrenta desafíos que reflejan tanto oportunidades como limitaciones. El país cuenta con una rica tradición en diversas áreas de la ciencia, apoyada por instituciones tanto públicas como privadas que desempeñan un papel importante en la investigación y la innovación. Universidades destacadas y centros de investigación en México generan conocimiento importante y colaboran en proyectos internacionales que aumentan su visibilidad global. Sin embargo, la inversión en ciencia y tecnología en México es aún una fracción comparativa de lo que se observa en economías más desarrolladas. Este factor, junto con la fuga de cerebros y periodos de inestabilidad económica, ha limitado el potencial de expansión y sofisticación del sector científico del país. A pesar de esto, el compromiso con la mejora de la infraestructura científica y la formación de nuevas generaciones de científicos son claras prioridades en la agenda nacional, buscando no solo avanzar en el conocimiento, sino también en su aplicación práctica para resolver problemas sociales y económicos específicos de México. Este enfoque hacia una mayor integración de la ciencia en la solución de problemas concretos podría ser clave para su desarrollo futuro.

En Jalisco, como en muchas otras regiones de México, la educación en ingeniería enfrenta varios desafíos significativos que afectan la calidad de la formación académica y la preparación profesional de los estudiantes. Uno de los problemas más apremiantes es la necesidad de modernizar y adaptar las estrategias pedagógicas utilizadas en la enseñanza de la ingeniería, particularmente en el campo de la electrónica. Tradicionalmente, la educación en ingeniería en Jalisco se ha basado en métodos de enseñanza convencionales, centrados en la transmisión de conocimientos teóricos en aulas tradicionales. Sin embargo, este enfoque ha demostrado ser insuficiente para satisfacer las demandas del mercado laboral actual, que exige profesionales con habilidades prácticas y capacidad para adaptarse rápidamente a entornos tecnológicos en constante evolución. Además, las infraestructuras educativas en muchas instituciones no están adecuadamente equipadas para facilitar un aprendizaje práctico y experimental, esencial para disciplinas como la electrónica. La falta de laboratorios modernos y acceso limitado a tecnología avanzada restringen las oportunidades de los estudiantes para aplicar sus conocimientos teóricos en situaciones prácticas y reales (Santika, 2025).

Otro factor agravante es la desigualdad en el acceso a recursos educativos de calidad. Mientras que algunas instituciones en áreas urbanas de Jalisco pueden ofrecer mejores instalaciones y herramientas, otras en zonas rurales, carecen de los recursos necesarios para proporcionar una educación de alta calidad en ingeniería. Esto crea una brecha significativa en la formación de ingenieros, limitando las oportunidades para estudiantes de contextos menos favorecidos.

La combinación de estos factores contribuye a una preparación insuficiente de los estudiantes de ingeniería en Jalisco, lo que a su vez afecta su competitividad en el mercado laboral y su capacidad para innovar y contribuir al desarrollo tecnológico de la región (El Economista, 2025). Por lo tanto, es imperativo implementar estrategias pedagógicas innovadoras que utilicen espacios no tradicionales para la enseñanza de la electrónica, con el objetivo de mejorar el aprendizaje y la preparación práctica de los futuros ingenieros (Yani, 2026).

1.1.Tema de investigación Propuesto

La enseñanza de los circuitos eléctricos constituye un componente fundamental en la formación de los estudiantes de Ingeniería en Cibernética, debido a que aporta las bases conceptuales y

procedimentales necesarias para comprender asignaturas posteriores relacionadas con electrónica, instrumentación, control, automatización, robótica y sistemas embebidos. Sin embargo, el aprendizaje de esta área representa un reto formativo importante, ya que exige que los estudiantes comprendan fenómenos que no siempre son directamente observables, tales como el flujo de corriente, la diferencia de potencial, la distribución de voltajes, el comportamiento de los elementos resistivos y la relación entre las representaciones matemáticas y el funcionamiento real de un circuito. Cuando estos contenidos se abordan principalmente mediante exposición docente y resolución repetitiva de ejercicios, existe el riesgo de que el estudiante memorice procedimientos sin consolidar una comprensión teórico-práctica suficiente para interpretar, analizar y resolver situaciones eléctricas de manera autónoma.

En respuesta a esta necesidad, la presente investigación se titula “Metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025”. El tema se orienta al diseño e implementación de una metodología educativa que incorpore simuladores, herramientas digitales, actividades de indagación guiada (Kuhlthau et al., 2015), resolución activa de problemas y experiencias de aprendizaje desarrolladas en ambientes no convencionales. La intención no consiste únicamente en introducir tecnología en la clase, sino en reorganizar pedagógicamente el proceso de aprendizaje para que el estudiante observe, formule preguntas, manipule variables, contraste resultados, argumente decisiones y relacione los modelos teóricos con el comportamiento de los circuitos.

La investigación se fundamenta en la consideración de que la comprensión de los circuitos eléctricos puede fortalecerse cuando los nuevos contenidos se relacionan con los conocimientos previos y con experiencias significativas de exploración y aplicación. Desde la perspectiva de Ausubel (1968), el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se integra de manera sustancial a la estructura cognitiva del estudiante; por ello, resulta indispensable que los conceptos eléctricos no se presenten como fórmulas aisladas, sino como relaciones que puedan ser interpretadas y verificadas en situaciones concretas. En este sentido, el uso de simuladores y recursos tecnológicos alternativos permite representar visualmente fenómenos abstractos y

ofrecer al estudiante oportunidades para comprobar cómo varían la corriente, el voltaje o la potencia al modificar los componentes de un circuito. Asimismo, la propuesta reconoce al estudiante como sujeto activo en la construcción de su aprendizaje. Desde los planteamientos constructivistas de Piaget (1970) y Vygotsky (1978), aprender implica reorganizar estructuras cognitivas mediante la interacción con el entorno, con los recursos y con otros participantes del proceso educativo. Por ello, la metodología planteada busca que los estudiantes de Ingeniería en Cibernética no se limiten a reproducir procedimientos previamente explicados, sino que participen en actividades donde deban interpretar problemas, explorar alternativas de solución y justificar los resultados obtenidos. Esta dinámica se relaciona también con el aprendizaje experiencial de Kolb (1984), quien sostiene que el conocimiento se desarrolla mediante la articulación entre experiencia concreta, reflexión, conceptualización y experimentación activa.

Dos dimensiones formativas adquieren especial importancia en este estudio: la autonomía y el pensamiento crítico. La autonomía se entiende como la capacidad del estudiante para tomar decisiones, regular su proceso de aprendizaje, buscar alternativas y asumir responsabilidad en la solución de problemas. En la enseñanza de circuitos eléctricos, esta dimensión puede observarse cuando el alumno configura un circuito en un simulador, selecciona valores, identifica errores, verifica resultados y propone correcciones con un nivel progresivamente menor de intervención docente. Por su parte, el pensamiento crítico se manifiesta en la capacidad de analizar información, cuestionar resultados, contrastar modelos teóricos con evidencias prácticas y fundamentar técnicamente una solución. Estas competencias resultan necesarias en la formación ingenieril, donde no basta con obtener un resultado numérico correcto, sino que es indispensable comprenderlo, validarlo y determinar su pertinencia en situaciones reales. El empleo de recursos tecnológicos alternativos constituye, por tanto, un medio para favorecer una experiencia de aprendizaje más activa e integradora. Las simulaciones educativas pueden contribuir a la comprensión de fenómenos científicos cuando se incorporan mediante actividades estructuradas y acompañamiento pedagógico adecuado (De Jong & Van Joolingen, 1998; Rutten et al., 2012). En esta investigación, dichos recursos se articulan con el método de indagación guiada, en el cual el docente proporciona orientaciones, preguntas y retroalimentación inicial, mientras el estudiante avanza gradualmente hacia una participación más autónoma en el análisis de los circuitos. Esta mediación evita que la exploración tecnológica se convierta en una actividad aislada o superficial y la transforma en una estrategia dirigida a construir comprensión.

La proyección de esta investigación se ubica en el contexto concreto de los estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara durante el ciclo académico 2024–2025. Su relevancia radica en que busca atender una problemática educativa real mediante una propuesta aplicable, evaluable y susceptible de mejora. De esta manera, el estudio pretende aportar lineamientos metodológicos que fortalezcan la enseñanza de los circuitos eléctricos, promuevan una formación más participativa y favorezcan el desarrollo de estudiantes capaces de comprender, analizar y aplicar conocimientos eléctricos con autonomía y pensamiento crítico.

1.2. Línea de investigación de la Universidad de Innovación e Investigación de México y su ámbito de estudio.

La presente investigación propuesta se justifica plenamente dentro de la línea de investigación de Planificación y Gestión de la Educación, y más específicamente en el ámbito de Planificación Estratégica y Reingeniería Educativa por varias razones fundamentales: Adaptación Curricular a Nuevas Realidades. Esta investigación aborda la necesidad de revisar y adaptar los currículos de ingeniería a contextos educativos cambiantes y diversificados, alineándose con la demanda creciente de habilidades técnicas aplicadas en escenarios reales y no convencionales. La enseñanza de circuitos eléctricos en espacios no tradicionales requiere una planificación cuidadosa para garantizar que los objetivos de aprendizaje se alcancen eficazmente fuera de las aulas convencionales. La reingeniería educativa implica la introducción de métodos innovadores y efectivos de enseñanza, que en este caso se aplican a la educación en ingeniería. El uso de estrategias pedagógicas novedosas en espacios no tradicionales, como talleres de campo, entornos industriales, o plataformas digitales, puede mejorar significativamente la comprensión y la práctica de conceptos complejos en circuitos eléctricos. La integración de este tipo de educación innovadora responde directamente a las demandas del mercado laboral que busca ingenieros bien preparados y capaces de operar en entornos dinámicos y diversos. Planificar y gestionar la educación con un enfoque en la aplicabilidad realista de las habilidades adquiridas es crucial para la preparación efectiva de los estudiantes. La educación en espacios no tradicionales fomenta el desarrollo de competencias transversales como la adaptabilidad, la resolución de problemas en

situaciones imprevistas y la capacidad de trabajar en diversos entornos de trabajo. Este enfoque de reingeniería educativa es esencial para formar profesionales versátiles y resilientes.

La planificación estratégica en educación incluye la evaluación continua de los métodos y estrategias implementadas. Este proyecto puede proporcionar datos valiosos sobre la efectividad de los nuevos enfoques pedagógicos, facilitando la mejora continua y la adaptación de los planes educativos a largo plazo.

Por todas estas razones, la presente investigación no solo es relevante para la planificación y gestión educativa, sino que también representa un esfuerzo transcendental en la reingeniería de los métodos de enseñanza en ingeniería para adaptarse mejor a las necesidades y desafíos de un mundo tecnológicamente avanzado y en constante evolución.

1.3. Planteamiento del problema.

En el ámbito de la educación en ingeniería electrónica y áreas afines, los métodos tradicionales de enseñanza, caracterizados por la instrucción directa y la supervisión constante del docente, han demostrado ser efectivos para la transmisión de conocimientos básicos. Sin embargo, estos métodos pueden limitar la capacidad de los estudiantes para desarrollar habilidades de autonomía, pensamiento crítico y resolución de problemas, que son esenciales en la práctica profesional. La educación en ingeniería enfrenta desafíos significativos para adaptarse a las rápidas innovaciones tecnológicas y las necesidades cambiantes del mercado laboral. En la Universidad Marista de Guadalajara, el programa de Cibernética busca implementar estrategias pedagógicas que vayan más allá de los métodos tradicionales para enseñar circuitos eléctricos. Los ambientes no convencionales ofrecen una oportunidad para enriquecer la experiencia educativa, fomentando la autonomía, el pensamiento crítico y la innovación entre los estudiantes.

En este contexto, la propuesta de investigación contempla el diseño de una metodología pedagógica integral que articule diversos elementos orientados a la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes de aprendizaje no convencionales. Dicha propuesta incluirá la estructuración de estrategias didácticas centradas en el aprendizaje activo (Bonwell *et al*, 1991), el desarrollo de materiales educativos mediados por tecnologías digitales, la adecuación de

espacios físicos y virtuales para la experimentación, así como lineamientos para la formación y acompañamiento docente durante su implementación. Asimismo, se considerarán mecanismos de evaluación formativa y sumativa que permitan analizar los procesos de comprensión conceptual, aplicación práctica del conocimiento y desarrollo de habilidades cognitivas superiores en los estudiantes, garantizando la coherencia entre los objetivos educativos, las actividades de aprendizaje y los criterios de evaluación.

1.4. Formulación del problema (Pregunta de investigación).

¿Cómo se puede contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025?

1.5. Justificación.

Justificación teórica

La modernización de la educación en ingeniería exige una transformación sustantiva de los modelos pedagógicos que orientan los procesos de enseñanza y aprendizaje, particularmente en áreas técnicas como los circuitos eléctricos, donde la comprensión conceptual debe articularse con la aplicación práctica del conocimiento. Desde una perspectiva teórica, esta investigación se sustenta en modelos educativos centrados en el estudiante, entre los que destacan el constructivismo y el socio-constructivismo, los cuales conciben el aprendizaje como un proceso activo y contextualizado en el que el estudiante construye conocimiento a partir de la interacción con su entorno, los recursos y otros actores educativos (Piaget, 1972; Vygotsky, 1978).

En cuanto a las teorías del aprendizaje, el estudio retoma principios del aprendizaje autónomo, el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje experiencial, enfoques que favorecen el desarrollo de habilidades cognitivas de orden superior, tales como el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la transferencia del conocimiento a contextos reales (Kolb, 1984;

Hmelo-Silver, 2004). Estas teorías resultan particularmente pertinentes para la enseñanza de circuitos eléctricos, ya que permiten vincular los fundamentos teóricos con situaciones prácticas propias del ejercicio profesional en ingeniería. Desde el campo tecnológico, la educación en ingeniería se desarrolla en un contexto marcado por la rápida evolución de las tecnologías digitales, la automatización y la integración de sistemas electrónicos e inteligentes. En este escenario, los ambientes de aprendizaje no convencionales, como laboratorios virtuales, simuladores, entornos híbridos y plataformas digitales interactivas, adquieren relevancia teórica al posibilitar experiencias de aprendizaje más cercanas a la práctica profesional, favoreciendo la experimentación, la simulación y el aprendizaje situado (Dede, 2014; Siemens, 2005). El enfoque por competencias proporciona un marco teórico clave para esta investigación, al enfatizar la integración de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para el desempeño profesional en contextos complejos y cambiantes, la autonomía en el aprendizaje y la capacidad de adaptación tecnológica (Perrenoud, 2004; Tobón, 2013). En consecuencia, los métodos tradicionales de enseñanza, centrados en la transmisión unidireccional de contenidos, resultan teóricamente insuficientes para responder a las demandas formativas actuales de la ingeniería. En este sentido, la incorporación de ambientes de aprendizaje no convencionales, sustentados en modelos pedagógicos contemporáneos y teorías activas del aprendizaje, se configura como una necesidad teórica para alinear la educación en ingeniería con los retos del campo tecnológico y del mercado laboral actual. Esta investigación contribuye así a la reflexión académica sobre la pertinencia de replantear las prácticas educativas en la enseñanza de circuitos eléctricos, articulando fundamentos teóricos, modelos pedagógicos y competencias profesionales en un marco educativo coherente y actualizado.

Justificación metodológica

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación adquiere relevancia al proponer una vía sistemática, rigurosa y replicable para la implementación, análisis y valoración de estrategias pedagógicas en ambientes de aprendizaje no convencionales dentro de la educación superior en ingeniería. En congruencia con la naturaleza del problema de investigación y los objetivos planteados, el estudio se desarrolla bajo un enfoque metodológico mixto, el cual integra

procedimientos cuantitativos y cualitativos con el propósito de lograr una comprensión amplia y profunda de los procesos de enseñanza y aprendizaje involucrados (Creswell & Plano Clark, 2018). El enfoque cuantitativo permite analizar de manera objetiva los cambios en la comprensión teórico-práctica de los circuitos eléctricos mediante mediciones estructuradas, mientras que el enfoque cualitativo posibilita explorar las percepciones, experiencias y procesos de aprendizaje de los estudiantes y docentes en contextos no convencionales. Esta integración metodológica resulta pertinente en investigaciones educativas de nivel doctoral, ya que favorece la triangulación de datos y fortalece la validez de los hallazgos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2018). En cuanto al diseño de investigación, el estudio adopta un diseño cuasi-experimental con grupo piloto y grupo de control, complementado con un componente descriptivo-interpretativo de carácter cualitativo. Este tipo de diseño es adecuado cuando no es posible asignar aleatoriamente a los participantes, situación común en contextos educativos reales, y permite comparar los resultados del grupo que participa en la metodología basada en ambientes no convencionales con aquellos que continúan bajo esquemas tradicionales de enseñanza (Campbell & Stanley, 1963; Shadish *et al.*, 2002). El método de investigación se estructura en fases secuenciales:

1. Diagnóstico y caracterización de las estrategias pedagógicas existentes;
2. Implementación de la metodología en ambientes no convencionales;
3. Evaluación de los procesos de aprendizaje y desarrollo de competencias; y
4. Análisis comparativo de resultados. Este método responde a una lógica de investigación aplicada, orientada no solo a la generación de conocimiento, sino también a la mejora de las prácticas educativas y al diseño de procedimientos transferibles a otros contextos de la ingeniería (Bisquerra, 2019).

Respecto a los instrumentos de recolección de datos, se emplea una combinación de técnicas acordes con el enfoque mixto del estudio. En el ámbito cuantitativo, se utilizan pruebas de desempeño académico, evaluaciones prácticas de laboratorio y cuestionarios estructurados, diseñados para medir la comprensión conceptual, la aplicación de conocimientos y el desarrollo de competencias técnicas. Estos instrumentos permiten obtener datos comparables y analizables estadísticamente, garantizando objetividad y consistencia en la medición (Muijs, 2011). En el componente cualitativo, se aplican entrevistas semiestructuradas, registros de observación y

análisis de producciones académicas de los estudiantes, con el fin de comprender los procesos de aprendizaje, los niveles de autonomía y las estrategias cognitivas empleadas en ambientes no convencionales. La combinación de estos instrumentos contribuye al rigor metodológico del estudio y permite contrastar los resultados cuantitativos con evidencias cualitativas, fortaleciendo la credibilidad y validez interna de la investigación (Miles *et al.*, 2014).

Justificación personal o práctica

En el plano práctico, esta investigación responde a una necesidad real observada en el entorno académico, los estudiantes de ingeniería requieren desarrollar mayor autonomía, adaptabilidad y capacidad de enfrentar problemas complejos en un contexto tecnológico cambiante. La implementación de ambientes no convencionales de aprendizaje ofrece beneficios tangibles, como el mejor uso del tiempo y los recursos institucionales, la optimización del trabajo en laboratorios, y la posibilidad de que los docentes proporcionen atención más focalizada a quienes presentan mayores dificultades. Para los estudiantes, estos entornos fomentan una actitud proactiva y autosuficiente que se alinea con las exigencias actuales del mercado laboral. Por tanto, este estudio no solo busca mejorar la enseñanza de circuitos eléctricos, sino también favorecer una transformación práctica de la educación en ingeniería, con impacto directo en la calidad formativa y profesional de los futuros ingenieros en Cibernética.

1.6. Objeto de estudio.

El objeto de estudio es la implementación de una metodología pedagógica innovadora para la enseñanza de circuitos eléctricos enfocándose en el desarrollo de la autonomía, el pensamiento crítico y la comprensión técnica de los estudiantes de Cibernética en la Universidad Marista de Guadalajara en las que el aprendizaje no se limita al aula tradicional o al laboratorio clásico. En lugar de depender únicamente de explicaciones teóricas y prácticas guiadas paso a paso por el docente, se utilizan espacios, recursos y dinámicas alternativas que permiten al estudiante aprender haciendo, explorando y resolviendo problemas reales. Esto puede incluir el uso de

plataformas digitales, simuladores, proyectos prácticos en contextos reales, trabajo colaborativo fuera del aula, aprendizaje autónomo, o incluso la integración de situaciones del entorno cotidiano donde los circuitos eléctricos están presente. A esto le llamamos ambientes no convencionales.

1.7. Campo de acción.

La investigación se desarrolla en la Universidad Marista de Guadalajara, tomando como contexto institucional el programa académico de Ingeniería en Cibernética, el cual integra contenidos de electrónica, sistemas y tecnologías digitales. Este entorno resulta pertinente para el análisis de propuestas pedagógicas orientadas a la enseñanza de circuitos eléctricos, dado el carácter técnico y formativo de dichos contenidos dentro del plan de estudios. Los laboratorios y ambientes de aprendizaje considerados en el estudio corresponden a espacios destinados a la enseñanza de circuitos eléctricos que han sido adaptados para la implementación de métodos no convencionales. Estos espacios incluyen tanto entornos físicos como virtuales, diseñados para favorecer la experimentación, la simulación y la interacción con recursos tecnológicos, ampliando las posibilidades de aprendizaje más allá del laboratorio tradicional. En cuanto a los métodos de enseñanza, la investigación contempla una comparación sistemática entre enfoques tradicionales y no convencionales aplicados a la enseñanza de circuitos eléctricos. Los métodos tradicionales se caracterizan por la instrucción directa y la práctica guiada, mientras que los métodos no convencionales incorporan estrategias centradas en el aprendizaje activo, la autonomía del estudiante y el uso de recursos tecnológicos, permitiendo analizar sus diferencias desde una perspectiva pedagógica. Los participantes principales del estudio son los estudiantes de Ingeniería en Cibernética matriculados en cursos de circuitos eléctricos, quienes constituyen la población de análisis. Su participación permite examinar los procesos de aprendizaje teórico-práctico en función de los métodos de enseñanza aplicados, así como identificar variaciones en la comprensión conceptual y en la aplicación de los contenidos abordados. Asimismo, la investigación considera el uso de recursos educativos y herramientas didácticas diseñadas para facilitar el autoaprendizaje en ambientes no convencionales. Estos recursos incluyen materiales

digitales, guías de trabajo, simuladores y actividades estructuradas que apoyan la exploración independiente y el aprendizaje autónomo, en coherencia con la metodología propuesta.

Por último, la evaluación de resultados se orienta a la medición del impacto de la metodología aplicada en la comprensión y aplicación de los conceptos de circuitos eléctricos. Para ello, se emplean instrumentos que permiten analizar el desempeño académico, las habilidades prácticas y los procesos de aprendizaje de los estudiantes, generando evidencia que sustenta el análisis comparativo entre los distintos métodos de enseñanza considerados en el estudio.

1.8. Objetivos.

1.8.1. Objetivo General.

Diseñar una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para el mejoramiento de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025.

1.8.2. Objetivos específicos.

Analizar los fundamentos teóricos y pedagógicos que sustentan el uso de metodologías y estrategias didácticas para la enseñanza de circuitos eléctricos en la educación superior en ingeniería, considerando su relación con la comprensión teórico-práctica, el desarrollo de la autonomía y las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes.

Caracterizar las estrategias pedagógicas y los ambientes no convencionales de aprendizaje reportados en investigaciones previas sobre la enseñanza de circuitos eléctricos, considerando sus enfoques metodológicos y alcances de investigación.

Examinar la relación entre la aplicación de la metodología propuesta y los procesos de comprensión conceptual y aplicación del conocimiento en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara durante el periodo académico 2024–2025.

Elaborar una metodología de enseñanza de circuitos eléctricos basada en estrategias pedagógicas y ambientes no convencionales, fundamentada epistemológica y metodológicamente en enfoques educativos contemporáneos.

Validar la metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética, a través del juicio de expertos, considerando criterios de pertinencia, validez, factibilidad, aplicabilidad y posibilidad de generalización a contextos educativos similares.

1.9. Hipótesis.

Una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para el mejoramiento de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos, articulada con ambientes de aprendizaje no convencionales, actividades de indagación guiada y resolución activa de problemas, mejora significativamente la comprensión técnica, la autonomía y las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes de Cibernética en la Universidad Marista de Guadalajara durante los años académicos 2024-2025. Esta metodología no solo facilita un aprendizaje más profundo y aplicable de los conceptos de circuitos eléctricos, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos profesionales con una mayor capacidad de autoaprendizaje y resolución de problemas, en comparación con los métodos tradicionales de enseñanza.

1.10. Alcance temático.

El alcance temático de la investigación se delimita a partir de tres dimensiones complementarias: teórica, metodológica y práctica. En el plano teórico, el estudio se centra en los fundamentos relacionados con el aprendizaje significativo, el constructivismo, el aprendizaje experiencial, la indagación guiada, la autonomía del estudiante, el pensamiento crítico y el uso de recursos tecnológicos alternativos aplicados a la enseñanza de circuitos eléctricos. En el plano metodológico, la investigación se orienta al diseño, implementación, evaluación y validación de

una metodología innovadora mediante un enfoque mixto, con predominio cuantitativo, diseño cuasi-experimental, aplicación de pretest y posttest, entrevistas, observaciones, triangulación de resultados y juicio de expertos. En el plano práctico, el alcance se concreta en la aplicación de la propuesta con estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara durante el ciclo académico 2024–2025, con el propósito de contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de los circuitos eléctricos, así como al desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico. De esta manera, el alcance temático delimita el cuerpo de conocimientos teóricos y prácticos que serán considerados, evitando abordar otros campos de la ingeniería eléctrica o electrónica que no formen parte directa del proceso de enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos en el contexto definido.

El período de estudio comprenderá los años académicos 2024–2025, lo que permitirá observar el desarrollo y aplicación de la metodología propuesta dentro de un marco temporal definido, considerando las dinámicas curriculares y organizacionales propias de la institución durante dicho intervalo. El ámbito de la investigación se inscribe en el campo de la educación superior en ingeniería, con énfasis en la innovación pedagógica. En este sentido, el estudio contempla el desarrollo, la aplicación y la evaluación de una metodología pedagógica fundamentada en el uso de ambientes de aprendizaje no convencionales, entendidos como aquellos espacios físicos, virtuales o híbridos que trascienden el aula tradicional y promueven experiencias de aprendizaje activas, contextualizadas y mediadas por recursos tecnológicos.

De manera específica, la investigación se centra en la enseñanza de circuitos eléctricos, área fundamental en la formación de ingenieros en Cibernética. El análisis se orienta a los procesos de comprensión conceptual y aplicación práctica de los contenidos, considerando cómo la metodología propuesta se articula con las estrategias pedagógicas empleadas y con las características del entorno de aprendizaje. Los participantes del estudio estarán conformados, en primer lugar, por estudiantes matriculados en el programa de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara. En una primera fase, se realiza una revisión analítica de las estrategias pedagógicas actualmente utilizadas en la enseñanza de circuitos eléctricos, con el propósito de identificar sus fundamentos didácticos, formas de aplicación y coherencia con los objetivos formativos del programa de Cibernética. Esta fase responde a un alcance descriptivo, ya

que busca caracterizar las prácticas docentes existentes sin establecer relaciones causales, sirviendo como base para la toma de decisiones en el diseño metodológico posterior.

De manera complementaria, se lleva a cabo la configuración de ambientes de aprendizaje no convencionales, incluyendo la adaptación de laboratorios, espacios físicos y entornos tecnológicos que respondan a los principios de la metodología innovadora propuesta. Esta fase se fundamenta en la premisa de que el contexto de aprendizaje influye en la construcción del conocimiento, Metodológicamente, esta etapa forma parte de la fase de intervención educativa del diseño cuasi-experimental.

La investigación contempla la implementación piloto de la metodología en un grupo de estudiantes, mientras que otro grupo continúa con la enseñanza tradicional, lo que permite observar de manera sistemática los efectos de la intervención pedagógica en un contexto real de enseñanza-aprendizaje bajo un diseño cuasi-experimental (Campbell & Stanley, 1963; Shadish *et al.*, 2002). Posteriormente, se realiza una evaluación del impacto educativo, orientada a medir la comprensión conceptual, el desarrollo del pensamiento crítico y los niveles de autonomía en el aprendizaje, mediante el uso combinado de instrumentos cuantitativos (evaluaciones prácticas y cuestionarios) y técnicas cualitativas (entrevistas y análisis de experiencias), lo que refuerza el enfoque metodológico mixto del estudio (Creswell & Plano Clark, 2018). Finalmente, se lleva a cabo un análisis comparativo de resultados entre el grupo piloto y el grupo de control, con el propósito de identificar diferencias y patrones asociados a la aplicación de la metodología, aportando evidencia empírica para la reflexión crítica sobre la pertinencia y los alcances de la intervención educativa en la enseñanza de circuitos eléctricos en la educación superior (Hernández-Sampieri *et al.*, 2018).

1.11. Delimitación Espacial y Temporal.

La investigación se delimita a una población específica conformada por estudiantes inscritos en la Licenciatura en Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara durante los ciclos escolares 2024–2025. Esta delimitación implica que los hallazgos estarán vinculados a las características particulares de este grupo estudiantil, sus condiciones académicas, su nivel de avance y su interacción con los ambientes no convencionales de aprendizaje.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS REFERENCIALES.

El presente capítulo integra los fundamentos teóricos, conceptuales, históricos y normativos que sustentan la propuesta metodológica desarrollada en esta investigación. Su propósito es establecer el marco de referencia que orienta la interpretación del fenómeno educativo estudiado: la transformación de la enseñanza de circuitos eléctricos mediante ambientes no convencionales y experiencias de aprendizaje autónomo para estudiantes de Ingeniería en Cibernética. A través del análisis de teorías pedagógicas contemporáneas, definiciones clave, antecedentes históricos de la enseñanza de la ingeniería y el marco legal que regula la educación superior en México.

2.1. Estado del arte (Marco Histórico y Actual).

En la última década, los programas de ingeniería en México han explorado ambientes no convencionales para la enseñanza de circuitos eléctricos, impulsados tanto por la innovación educativa como por necesidades emergentes (por ejemplo, la pandemia de COVID-19). Estos ambientes incluyen modalidades virtuales, híbridas y a distancia, apoyadas en metodologías activas, simuladores, laboratorios remotos y recursos digitales. El objetivo ha sido mantener la calidad de aprendizaje fuera del laboratorio tradicional, desarrollar competencias prácticas y teóricas, y sortear limitaciones de espacio, tiempo o recursos. Este estado del arte presenta las principales iniciativas y hallazgos en la materia, enfocándose en investigaciones aplicadas en instituciones mexicanas durante los últimos 10 años. Se destacan las metodologías implementadas, sus resultados, así como las brechas y desafíos identificados en la literatura reciente.

Metodologías activas e innovadoras en cursos de circuitos eléctricos.

Las instituciones de educación superior en México han puesto en marcha estrategias didácticas innovadoras para lograr aprendizajes más significativos en cursos de circuitos. Por ejemplo, la

Facultad de Ingeniería de la UASLP implementó desde 2014 un conjunto de técnicas basadas en aprendizaje activo y significativo, apoyadas en trabajo colaborativo y uso de tecnologías educativas de vanguardia (Álvarez Salas *et al.*, 2017). En un curso de Circuitos de Corriente Alterna para estudiantes de Ingeniería Eléctrica y Mecánica-Eléctrica, Álvarez Salas *et al.* (2017) reportan haber empleado estrategias educativas modernas (resolución de problemas en equipo, simulaciones, proyectos prácticos, etc.) para desarrollar en los alumnos habilidades profesionales clave: comunicación efectiva, trabajo en equipo con roles definidos, análisis e interpretación de resultados, entre otras (Álvarez Salas *et al.*, 2017). Los autores concluyen que dichas estrategias aseguran un aprendizaje más trascendente que la clase tradicional, al vincular teoría con aplicación práctica y fomentar la participación activa del estudiante (Álvarez Salas *et al.*, 2017).

Otra metodología introducida en este ámbito es el Aula Invertida (*Flipped Classroom*). Álvarez Salas *et al.* (2023) implementan esta técnica en la materia de Circuitos de CA en UASLP, con el fin de “realizar el proceso de enseñanza-aprendizaje en un ambiente diferente y no solamente en el salón de clase o el laboratorio” (Álvarez Salas *et al.*, 2023). En este modelo, los estudiantes estudian contenidos básicos en casa (mediante videos, lecturas y simulaciones), reservando la sesión sincrónica para actividades de mayor profundidad: discusiones orientadas, resolución de dudas, proyectos y experimentación guiada. El curso se apoyó en una plataforma digital institucional para mantener comunicación continua fuera del aula física (Álvarez Salas *et al.*, 2023). Se implementó en tres etapas combinando herramientas tecnológicas con pedagogía convencional, buscando que los alumnos diversificarán el uso de medios digitales y lograrán un aprendizaje más significativo y autónomo en circuitos (Álvarez Salas *et al.*, 2023). Los resultados de esta intervención fueron positivos, sentando las bases para continuar aplicando este tipo de estrategias modernas en ingeniería (Álvarez Salas *et al.*, 2023). En general, la evidencia sugiere que el modelo de aula invertida optimiza el tiempo de clase y aumenta la efectividad del aprendizaje, al trasladar la exposición pasiva de teoría fuera del aula y aprovechar la sesión presencial/virtual para interacción de mayor nivel (Álvarez Salas *et al.*, 2023).

El Aprendizaje Basado en Proyectos (desde ahora ABP) y el Aprendizaje Basado en Problemas son otras aproximaciones activas empleadas en la enseñanza de circuitos. Escobar *et al.* (2022) diseñaron una secuencia didáctica centrada en ABP para el tema de circuitos eléctricos en una clase de Física en ingeniería, integrándose primero en aulas virtuales durante la contingencia y

luego en modalidad híbrida (Escobar *et al.*, 2022). Basados en la metodología DIPCING (un modelo para diseñar problemas contextualizados en ingeniería), desarrollaron un escenario práctico con un producto integrador (infografía) y utilizaron un instrumento de evaluación de habilidades de orden superior denominado “aplicación a la ingeniería” (Escobar *et al.*, 2022). Este estudio, de tipo investigación-acción cualitativa, mostró que la incorporación sistemática del ABP permitió a los alumnos comprender los fundamentos científicos de los circuitos eléctricos y vislumbrar cómo aplicarlos en entornos laborales reales, además de desarrollar competencias del siglo XXI como la resolución de problemas complejos (Escobar *et al.*, 2022). Los autores subrayan que su propuesta aporta herramientas replicables para implementar ABP en carreras de ingeniería bajo esquemas híbridos, evidenciando que el uso articulado de metodología activa con apoyo tecnológico puede robustecer la formación técnica y responder a las demandas actuales en educación superior (Escobar *et al.*, 2022).

En el contexto de la contingencia sanitaria de 2020-2021, varias instituciones enfrentaron el reto de adaptar los cursos de circuitos a entornos 100 % en línea. Olivos Barranco, Suárez Rocha y Núñez Cuadra (2022) documentan la experiencia del TecNM campus Milpa Alta, donde se aplicó ABP apoyado en simulación durante el confinamiento (Olivos Barranco *et al.*, 2022). Los profesores debieron diseñar actividades teóricas y prácticas en línea para dar continuidad al aprendizaje, especialmente en asignaturas con fuerte componente práctico que tradicionalmente dependían del laboratorio físico (Olivos Barranco *et al.*, 2022). En una materia de circuitos del programa de Ingeniería en Sistemas Computacionales, se seleccionó la plataforma Tinkercad como simulador de circuitos para que los estudiantes realizarán prácticas y proyectos virtuales, desarrollando así las habilidades requeridas por el plan de estudios a pesar de la distancia (Olivos Barranco *et al.*, 2022). El estudio incluyó encuestas al inicio y final del ciclo escolar sobre la percepción estudiantil de las clases en línea (Olivos Barranco *et al.*, 2022). Como hallazgo general, la implementación de ABP con simulación permitió mantener e incluso mejorar ciertos aprendizajes prácticos durante la educación remota, mitigando la interrupción causada por el cierre de campus. Los alumnos valoraron positivamente la experiencia, señalando que el uso de proyectos con herramientas digitales interactivas hizo las sesiones más atractivas y les ayudó a desarrollar competencias técnicas en circuitos pese a la ausencia temporal de laboratorio físico (Olivos Barranco *et al.*, 2022).

Otra iniciativa digna de mención es la de Hernández Molinar *et al.* (2017), quienes además de las estrategias colaborativas incluyeron simulaciones digitales y experimentación física guiada como parte de una combinación metodológica. En su curso integraron actividades como: (A) resolución colaborativa de problemas en clase, (B) comprobación práctica de variables mediante montajes reales sencillos en laboratorio, y (C) simulación computacional de los circuitos analizados (Álvarez Salas *et al.*, 2017). Los resultados tras varios semestres de aplicación mostraron mejoras en la comprensión conceptual y en la capacidad de los estudiantes para asociar resultados teóricos, simulados y experimentales (Álvarez Salas *et al.*, 2017). Asimismo, se observó mayor involucramiento de los alumnos en su propio aprendizaje, reflejado en mejores autoevaluaciones y evaluaciones por rúbricas a lo largo del curso (Álvarez Salas *et al.*, 2017). Esto confirma que las metodologías activas (sean ABP, aprendizaje significativo, aula invertida u otras) enriquecen la enseñanza de circuitos eléctricos, al promover un rol más protagónico del estudiante y conectar teoría con práctica de formas variadas.

Uso de simuladores y laboratorios virtuales en circuitos

El aprovechamiento de simuladores computacionales ha crecido notablemente como alternativa o complemento al laboratorio tradicional de circuitos. La simulación por computadora ofrece ventajas evidentes: permite imitar el comportamiento de circuitos reales a menor costo, sin requerir materiales ni equipos físicos y con gran flexibilidad de horario y lugar (Rodríguez Lozoya y Vásquez León, 2019). Rodríguez Lozoya y Vásquez León (2019) señalan que un software interactivo bien empleado facilita un aprendizaje positivo al atraer la atención del alumno, reforzar la comprensión significativa de conceptos y representar sistemas reales que a veces son difíciles de implementar en un laboratorio convencional. En el área de ingeniería eléctrica existe una amplia variedad de programas de simulación (desde suites profesionales hasta herramientas gratuitas), cuya interactividad promueve que el estudiante experimente de forma activa con los circuitos, más allá de los métodos pasivos. Un ejemplo ampliamente difundido es el simulador PhET de la Universidad de Colorado, que ha sido adoptado en múltiples instituciones mexicanas para la enseñanza de electricidad y circuitos básicos. Villarreal (2024) describe a PhET como una herramienta educativa innovadora y eficaz en la materia de circuitos,

resaltando que su mayor beneficio es ofrecer una representación visual y manipulable de los circuitos eléctricos. Los alumnos pueden construir y modificar circuitos virtuales libremente, observando en tiempo real cómo distintas configuraciones afectan el voltaje, la corriente, la resistencia, etc., lo que facilita la comprensión de conceptos abstractos que suelen ser difíciles de captar con métodos tradicionales (Villarreal, 2024). Al utilizar PhET en clase, se promueve un aprendizaje activo: los estudiantes dejan de ser receptores pasivos para convertirse en exploradores que formulan hipótesis, realizan experimentos virtuales y ven al instante los resultados (Villarreal, 2024). Según este autor, dicha metodología mejora la retención del conocimiento y fomenta el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, competencias esenciales en la formación de ingenieros (Villarreal, 2024).

Adicionalmente, PhET es gratuito, accesible en español y muy fácil de usar, lo que elimina barreras económicas y técnicas para su implementación masiva (Villarreal, 2024). Varios estudios en Latinoamérica coinciden en que la combinación de simuladores con la instrucción adecuada puede igualar e incluso potenciar la ganancia conceptual lograda con experimentos físicos, especialmente en contenidos de circuitos básicos, a la vez que reduce costos y tiempos de preparación (Villarreal, 2024; López, 2014).

En México, durante la pandemia, plataformas como Tinkercad (simulador en línea de circuitos y Arduino) adquirieron gran relevancia. La experiencia del TecNM-Milpa Alta mencionada previamente es ilustrativa: con Tinkercad, los alumnos podían armar circuitos virtuales, medir voltajes y corrientes simuladas y comprobar el funcionamiento de sus proyectos de electrónica digital sin salir de casa (Olivos Barranco *et al.*, 2022). Los docentes diseñaron prácticas estructuradas en esta plataforma para reemplazar las sesiones de laboratorio mientras el campus estuvo cerrado, logrando que los estudiantes desarrollaran prácticamente las mismas habilidades de análisis de circuitos que hubieran obtenido de manera presencial (Olivos Barranco *et al.*, 2022). Incluso después de reabrir, muchas instituciones continúan usando estos simuladores como complemento: por ejemplo, la UNAM, a través de proyectos PAPIME, ha desarrollado simuladores interactivos de circuitos en LabVIEW y material digital (libros electrónicos, videos) para reforzar los cursos de Teoría de Circuitos (Universidad Nacional Autónoma de México [UNAM], s. f.). La Universidad Juárez Autónoma de Tabasco publicó un compendio de experimentos virtuales en circuitos de CA, transformadores y máquinas eléctricas con el fin de que los estudiantes se familiaricen más profundamente con estos dispositivos antes (o en lugar)

de realizar montajes reales (Rodríguez Lozoya y Vásquez León, 2019). Todo lo anterior demuestra que los laboratorios virtuales son ya parte integral de la enseñanza de circuitos en muchas escuelas de ingeniería mexicanas. No obstante, los simuladores también presentan limitaciones. A pesar de su realismo creciente, difícilmente sustituyen al 100 % la experiencia práctica física. Como señala Castañeda Garza (2021), las actividades de laboratorio presencial enseñan habilidades únicas: diseñar un experimento de investigación, manipular instrumentación real, lidiar con medidas ruidosas y aprender del error en un entorno no ideal. Una simulación generalmente parte de modelos ideales y entrega resultados perfectos, por lo que si bien acerca fenómenos al estudiante de forma visual, no les expone a todas las sutilezas de trabajar con equipos reales. Este autor advierte que las prácticas simuladas son una valiosa antesala, pero en última instancia los estudiantes deben enfrentar la complejidad de experimentos físicos novedosos donde no se conoce de antemano qué sucederá en la realidad (Castañeda Garza, 2021). La estrategia recomendada es utilizar simuladores para reforzar conceptos y preparar a los alumnos, pero complementarlos con experiencias híbridas o prácticas reales en la medida de lo posible, logrando así un equilibrio entre accesibilidad y formación experimental completa.

Laboratorios remotos y entornos híbridos a distancia

Un laboratorio remoto es aquel que permite a los estudiantes realizar experimentos físicos reales a través de internet, controlando equipos e instrumentos ubicados en otro sitio. Esta tecnología ha emergido como solución para brindar experiencias de laboratorio cuando el estudiante no puede estar físicamente en las instalaciones (ya sea por distancia geográfica, falta de tiempo o restricciones sanitarias) (Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, 2018). En México, el Tecnológico de Monterrey fue pionero en la implementación de laboratorios remotos para ingeniería. Desde mediados de la década de 2010 desarrolló plataformas como el MOOC Lab (laboratorio público masivo integrado a cursos en línea), el eLab/TeleLab (laboratorios remotos para alumnos internos de ingeniería eléctrica/electrónica) y RemoteLabs (plataforma de investigación de posgrado) (Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, 2018). Un caso emblemático es el MOOC Energía Eléctrica: Conceptos y Principios Básicos, que incorporó un laboratorio remoto de circuitos y mediciones eléctricas accesible a cualquier usuario vía web

(Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, 2018). Según reportes del Tec, hacia 2018 dicho MOOC Lab contaba con 10 estaciones de trabajo y llegaba a realizar más de 1600 sesiones de experimento por semana, atendiendo a miles de usuarios dentro y fuera de México (Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, 2018; Castañeda Garza, 2021). Esto demuestra el gran alcance que pueden tener los laboratorios remotos cuando se integran eficazmente en programas educativos.

La experiencia del Tec de Monterrey, documentada por Álvarez Ramírez y Macías García (2017), evidenció que los laboratorios remotos son una solución innovadora al problema de costos y capacidad limitada de los laboratorios tradicionales. En su proyecto, diseñaron prácticas de Circuitos Eléctricos utilizando la plataforma de laboratorio remoto de la institución: los alumnos, mediante una interfaz web, controlaban instrumental real (fuentes, multímetros) conectado a circuitos montados en *protoboards* físicos en campus, todo en tiempo real (Álvarez Ramírez y Macías García, 2017). El estudiante podía así “aprender haciendo” desde su casa, interactuando con dispositivos reales y reforzando la teoría con experimentación auténtica (Álvarez Ramírez y Macías García, 2017). Los resultados reportados fueron muy alentadores: los participantes lograron un aprendizaje importante y confirmaron el gran potencial de esta tecnología para realizar prácticas de circuitos en forma remota, solventando las limitaciones de tiempo y espacio de los laboratorios convencionales (Álvarez Ramírez y Macías García, 2017). Es decir, un laboratorio remoto bien diseñado permite extender los recursos de una institución a estudiantes en diferentes localidades, maximizar la utilización de equipos costosos y brindar mayor flexibilidad horaria (los alumnos pueden acceder 24/7 según su conveniencia) (Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación, 2018). Otro aporte valioso es que facilita el enfoque interdisciplinario: por ejemplo, un solo laboratorio remoto de electrónica puede servir a múltiples campus o carreras (eléctrica, mecatrónica, física aplicada), promoviendo la colaboración interinstitucional.

Durante la pandemia de COVID-19, los laboratorios remotos pasaron de ser una innovación opcional a una necesidad urgente. Universidades y startups intensificaron esfuerzos para convertir la experiencia de laboratorio a distancia en una realidad cotidiana (Castañeda Garza, 2021). Sin embargo, a nivel global aún estamos lejos de una adopción plena: se estima que en las últimas dos décadas sólo alrededor de 125 publicaciones académicas han abordado el tema de

laboratorios remotos educativos (Castañeda Garza, 2021), lo que refleja que es un campo emergente y con mucho por investigar. En México, además del Tec, otras instituciones del Tecnológico Nacional (TecNM) y universidades públicas han comenzado a desarrollar prototipos de laboratorios remotos. Por ejemplo, se han reportado proyectos de laboratorio remoto para prácticas con microcontroladores en el Instituto Tecnológico de Chihuahua (Flores *et al.*, 2020), y la adopción de la plataforma abierta VISIR (Virtual Instrument Systems in Reality, desarrollada originalmente en Suecia) en colaboración con institutos tecnológicos para experimentos de circuitos eléctricos a distancia (Rodríguez Mejía, 2023). VISIR permite a los estudiantes “cablear” y medir circuitos reales mediante una interfaz web, y ha sido objeto de estudios en Iberoamérica por su efectividad didáctica en electrónica básica. Estas iniciativas indican que el modelo federado de laboratorios remotos (compartir laboratorios entre universidades) es viable y conveniente, especialmente para equipos de alto costo que ninguna institución podría ofrecer por sí sola de manera universal (Rodríguez Mejía, 2023).

A la par de los laboratorios remotos, el periodo postpandemia consolidó la modalidad híbrida en la educación de ingeniería, combinando sesiones presenciales con actividades en línea. Muchos cursos de circuitos actualmente operan bajo esquemas híbridos: clases teóricas virtuales con demostraciones remotas, complementadas por prácticas de laboratorio presencial en semanas alternas o mediante “laboratorios en casa” (kits portátiles entregados a estudiantes). Esta convergencia busca aprovechar lo mejor de ambos mundos, flexibilidad digital y experiencia tangible. Estudios como el de Escobar *et al.* (2022) recalcan que, para implementar con éxito un modelo híbrido, se requiere un cuidadoso diseño pedagógico y capacitación docente. Al inicio de la emergencia, muchos profesores simplemente trasladaron sus mismas exposiciones al formato videoconferencia y los alumnos resentían la falta de interactividad (Escobar *et al.*, 2022). La lección aprendida es que la educación híbrida efectiva demanda metodologías distintas a la clase magistral tradicional. En el caso mencionado, la combinación de ABP con herramientas digitales (Classroom, materiales interactivos, evaluación formativa en línea) resultó en mayor involucramiento estudiantil y desarrollo de competencias laborales relevantes, en contraste con el enfoque expositivo prevaleciente en 77 % de las clases virtuales encuestadas en 2021 (Escobar *et al.*, 2022). Esto sugiere que la innovación pedagógica en ambientes híbridos no solo es posible, sino necesaria para mantener la calidad en la formación de ingenieros.

En conjunto, la literatura reciente revela varias tendencias positivas en la enseñanza de circuitos eléctricos mediante ambientes no convencionales, las metodologías activas (ABP, aprendizaje significativo, aula invertida, aprendizaje colaborativo) han demostrado mejorar la comprensión conceptual y las habilidades prácticas de los estudiantes en cursos de circuitos. Autores mexicanos reportan que, al pasar de clases tradicionales a esquemas activos, los alumnos participan más, comunican mejor sus ideas, relacionan teoría con práctica y alcanzan aprendizajes más duraderos (Álvarez Salas *et al.*, 2017, 2023). Estas experiencias contribuyen a formar ingenieros con competencias integrales (saber, saber hacer y saber ser), preparados para entornos laborales complejos.

El uso de simuladores y laboratorios virtuales se consolidó como recurso didáctico efectivo y accesible. Herramientas como PhET, Tinkercad, Multisim, Proteus, entre otras, permiten experimentación segura y flexible, eliminando barreras de costo y disponibilidad de equipos (Villarreal, 2024; López, 2014). Los estudiantes pueden repetir experimentos ilimitadamente, visualizar fenómenos eléctricos invisibles (campos, flujos de corriente) y realizar mediciones virtuales con facilidad. Diversos estudios han evidenciado que los alumnos que emplean simuladores desarrollan una mejor intuición de las leyes de circuitos y cometen menos errores conceptuales al diseñar circuitos, en comparación con aquellos que solo reciben teoría tradicional. Además, los simuladores fueron cruciales para dar continuidad al aprendizaje durante la pandemia, evitando rezagos significativos en los cursos prácticos de circuitos (Olivos Barranco *et al.*, 2022). Los laboratorios remotos emergieron como una solución práctica para brindar experiencias reales a distancia. Aunque su adopción es incipiente, los casos documentados en México muestran que sí es posible realizar prácticas con hardware real vía internet manteniendo el rigor. Los estudiantes valoran la oportunidad de manipular instrumentos auténticos (aunque sea de forma remota) y reportan que la emoción de obtener datos de un equipo físico incrementa su motivación y entendimiento, en comparación con solo ver una simulación (Álvarez Ramírez y Macías García, 2017). Además, los laboratorios remotos han fomentado la colaboración entre instituciones (compartiendo recursos) e incluso entre países, insinuando la creación futura de redes globales de laboratorios en línea (Macías García, 2017). Esto abre oportunidades para que alumnos de regiones con menos infraestructura accedan a experimentos de primer nivel de forma democratizada.

La modalidad híbrida post-COVID, combinando clases en línea con sesiones presenciales focalizadas, ha llegado para quedarse en muchos programas de ingeniería. Si bien el cambio forzado reveló deficiencias (falta de capacitación docente, metodologías inadecuadas trasladadas al medio virtual), también catalizó innovaciones. Hoy se dispone de un repertorio más amplio de estrategias didácticas y tecnológicas para la enseñanza de circuitos: desde foros y videos interactivos, hasta evaluaciones automatizadas en simuladores y prácticas remotas en vivo. Las investigaciones indican que un diseño híbrido bien planeado puede lograr resultados equivalentes o superiores a la enseñanza tradicional exclusivamente presencial (Escobar *et al.*, 2022), al aprovechar las fortalezas de cada entorno. Pese a los avances, el estado del arte revela también desafíos pendientes en este campo como la evaluación del impacto. Aún son relativamente pocos los estudios empíricos exhaustivos sobre el impacto de estas innovaciones en el aprendizaje de circuitos. Por ejemplo, la investigación sobre laboratorios remotos es limitada (solo alrededor de 125 artículos en 20 años a nivel global), lo que sugiere la necesidad de más estudios cuantitativos y cualitativos que midan mejoras de desempeño, retención de conocimientos a largo plazo, desarrollo de habilidades experimentales, etc. (Castañeda Garza, 2021). De igual modo, faltan evaluaciones de largo plazo sobre cómo el uso de simuladores o ABP en circuitos influye en el perfil profesional de los egresados (¿son más competentes en resolución de problemas reales?, ¿se adaptan mejor a nuevas tecnologías?). Cubrir estas brechas requerirá proyectos de investigación educativa colaborativos y sistemáticos en las facultades de ingeniería.

Formación y apoyo al docente. Varios trabajos señalan que uno de los mayores obstáculos para implementar ambientes no convencionales es la limitada capacitación pedagógica del profesorado en ingeniería. Escobar *et al.* (2022) documentan que, al inicio de la pandemia, muchos docentes recurrieron a enfoques tradicionales en entornos virtuales por falta de entrenamiento en metodologías activas y herramientas digitales. Para generalizar con éxito estas innovaciones, las instituciones deben invertir en programas de formación docente continua en didáctica de la ingeniería, uso de TIC educativas y diseño instruccional para modalidades mixtas. Asimismo, se necesita apoyar a los profesores con tiempo y recursos para desarrollar materiales (por ejemplo, guiones para simuladores, prácticas remotas estandarizadas, bancos de problemas contextualizados) que faciliten la adopción de estas estrategias sin sobrecargar su labor.

Si bien en teoría la virtualidad rompe barreras, en la práctica persisten brechas de infraestructura. No todos los estudiantes cuentan con conectividad robusta o equipos de cómputo suficientes para correr simuladores complejos o acceder a laboratorios remotos de alta demanda. Durante la pandemia esto fue evidente en instituciones públicas, donde un porcentaje de alumnos tenía dificultades para conectarse a ciertas herramientas. Por ello, un desafío es garantizar la equidad en el acceso a estos ambientes no convencionales. Iniciativas como crear centros de acceso controlado (ciber-aulas) o préstamos de equipos/kits a estudiantes vulnerables pueden mitigar esta disparidad. Adicionalmente, desde el punto de vista técnico, los laboratorios remotos requieren mantenimiento constante, seguridad en línea y escalabilidad; los simuladores, por su parte, deben actualizarse para reflejar adecuadamente fenómenos del mundo real. Otro aspecto para mejorar es cómo integrar estas metodologías de forma óptima en el currículo de ingeniería. No se trata solo de usarlas en emergencia, sino de rediseñar programas educativos para combinar inteligentemente las clases presenciales, virtuales, prácticas locales y remotas. Una mala integración puede redundar en carga excesiva para el estudiante o en experiencias desconectadas. Por ejemplo, algunos alumnos comentan que en clases híbridas mal planeadas terminaban duplicando trabajo (haciendo simulaciones y luego repitiendo lo mismo en el laboratorio real sin valor añadido). El objetivo debe ser lograr un diseño sinérgico: que lo virtual prepare y enriquezca lo presencial, y viceversa, evitando redundancias. Desarrollar guías de buenas prácticas y modelos pedagógicos específicos para la enseñanza de circuitos en entornos combinados será crucial en los próximos años.

La enseñanza de circuitos eléctricos en ingeniería en México ha experimentado una transformación significativa al incorporar ambientes no convencionales. Las experiencias revisadas muestran una clara tendencia hacia la innovación pedagógica: de clases tradicionales centradas en la pizarra, se está pasando a entornos enriquecidos con aprendizaje activo, proyectos, simulaciones interactivas y laboratorios accesibles en línea. Estas iniciativas han surgido tanto por la búsqueda de mejorar la calidad educativa, como por la respuesta a retos como la educación a distancia durante la pandemia. Los autores mexicanos han contribuido con evidencia de que estas modalidades pueden funcionar exitosamente. Se han reportado mejoras en el desempeño académico, en la motivación y en la adquisición de competencias prácticas cuando se implementan metodologías como ABP, aula invertida o aprendizaje significativo en cursos de circuitos (Álvarez Salas *et al.*, 2017, 2023). Asimismo, el uso de tecnología educativa

(simuladores, plataformas virtuales, laboratorios remotos) ha permitido ampliar las oportunidades de aprendizaje más allá del aula y el laboratorio físico, haciendo posible que estudiantes de distintas regiones accedan a las mismas experiencias formativas (Álvarez Ramírez y Macías García, 2017; Castañeda Garza, 2021). Es importante resaltar que la innovación no está exenta de desafíos: requiere capacitación, inversión y un cambio de mentalidad tanto en docentes como en alumnos. Sin embargo, las contribuciones relevantes de los trabajos revisados radican en proporcionar modelos y resultados que sirven de guía. Por ejemplo, el trabajo de Álvarez y colaboradores en UASLP (2017, 2023) demuestra un camino para combinar teoría, simulación y práctica de forma efectiva en un curso de circuitos; el estudio de Escobar *et al.* (2022) ofrece un marco para implementar ABP en entornos híbridos integrando problemas contextualizados a la ingeniería; la experiencia del Tec de Monterrey con laboratorios remotos sienta bases técnicas y pedagógicas para extender estos a mayor escala (Álvarez Ramírez y Macías García, 2017); la adaptación de Milpa Alta (Olivos Barranco *et al.*, 2022) es referente de resiliencia educativa en tiempos de crisis, aprovechando simuladores para no frenar el aprendizaje práctico.

Todo esto indica que México ha avanzado significativamente en la enseñanza de circuitos en ambientes no convencionales, priorizando la continuidad educativa y la formación de ingenieros capaces y adaptables. Las metodologías innovadoras y tecnologías discutidas están contribuyendo a cerrar la brecha entre la teoría y la práctica, entre la educación presencial y la remota. Quedan por delante retos de investigación y escalamiento, pero la experiencia acumulada hasta ahora sugiere que una combinación inteligente de enfoques (aprovechando lo mejor de lo presencial y lo virtual) puede enriquecer sustancialmente el aprendizaje de circuitos eléctricos. Esto no solo beneficiará a los estudiantes actuales, sino que prepara el camino para una educación en ingeniería más flexible, inclusiva y centrada en el estudiante en el futuro.

2.2. Marco Teórico.

Tradicionalmente, la instrucción en ingeniería (incluyendo la enseñanza de circuitos eléctricos), como se observará en el marco histórico, se caracterizaba por un enfoque magistral centrado en la transmisión de contenidos, donde el docente era la figura principal y el estudiante asumía un rol pasivo. Sin embargo, múltiples estudios han demostrado que este modelo limita la comprensión

profunda, la retención del conocimiento y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico (Prince, 2004; Freeman *et al.*, 2014).

Los enfoques educativos contemporáneos sostienen que el aprendizaje en ingeniería debe incorporar pedagogías activas, donde el estudiante es protagonista de su propio proceso formativo. Este cambio paradigmático implica crear espacios donde el alumno manipula, experimenta, reflexiona y aplica conceptos a situaciones reales o simuladas. En este marco emergen metodologías como el aprendizaje basado en proyectos (ABP), el aula invertida, el aprendizaje significativo y el aprendizaje experiencial, que han demostrado ser especialmente efectivas en disciplinas técnicas como los circuitos eléctricos. Estas metodologías no solo transforman el rol del docente (de expositor a facilitador), sino que favorecen el desarrollo de competencias cognitivas (análisis, síntesis, evaluación), metacognitivas (autoevaluación, autorregulación) y procedimentales (experimentación, resolución de problemas, diseño de circuitos), todas importantes para la formación integral en ingeniería (Felder & Brent, 2016).

Teoría del Aprendizaje Experiencial de David Kolb

El aprendizaje experiencial constituye uno de los pilares teóricos fundamentales de esta investigación, al proponer que el conocimiento se construye a partir de la experiencia directa y su posterior reflexión. De acuerdo con Kolb (1984), aprender es un proceso cíclico mediante el cual el individuo transforma sus experiencias en conocimiento significativo, integrando la acción, la reflexión y la conceptualización de manera continua (Granados López & García Zuluaga, 2016). Esta concepción se ha aplicado en contextos de ingeniería y disciplinas técnicas, donde las prácticas experimentales y la simulación digital se alinean con el ciclo experiencial para fomentar la comprensión profunda y el desarrollo de competencias (Martínez Presas, 2024). El modelo de aprendizaje experiencial planteado por Kolb se estructura en cuatro fases interrelacionadas: la experiencia concreta, la observación reflexiva, la conceptualización abstracta y la experimentación activa, que se retroalimentan entre sí para favorecer una comprensión activa del fenómeno estudiado (Kolb, 1984). Esta visión ha sido respaldada por investigaciones educativas que documentan cómo el uso de simuladores digitales puede promover aprendizajes

experienciales y habilidades tecnológicas en estudiantes universitarios, especialmente en carreras con alto componente práctico (Martínez Presas, 2024).

Aplicado a la enseñanza de circuitos eléctricos, este enfoque permite que el estudiante observe fenómenos eléctricos reales o simulados, experimente con distintos montajes, contraste los resultados obtenidos con los fundamentos teóricos y reformule sus comprensiones, lo cual favorece la construcción de aprendizajes significativos y duraderos. Investigaciones recientes muestran que las estrategias de aprendizaje experiencial basadas en simuladores y laboratorios remotos pueden facilitar la comprensión de conceptos complejos y la transferencia de conocimiento a situaciones reales (Bond *et al.*, 2022). El aprendizaje experiencial presenta ventajas particulares en el ámbito de la ingeniería, ya que facilita la comprensión de conceptos abstractos, promueve la transferencia del conocimiento a contextos reales, permite el error como parte del proceso formativo y contribuye al desarrollo del pensamiento crítico y la autonomía del estudiante (Granados López & García Zuluaga, 2016). Además, el empleo de tecnologías educativas y simuladores digitales no sólo acorta brechas sociales y temporales en la educación, sino que también ofrece oportunidades de aprendizaje experiencial adaptadas a las necesidades de la era digital (Martínez Presas, 2024).

Aprendizaje significativo de Ausubel y su relevancia en circuitos eléctricos

Desde la perspectiva del aprendizaje significativo, Ausubel (1978) sostiene que el aprendizaje ocurre únicamente cuando los nuevos conocimientos se relacionan de manera no arbitraria y sustantiva con los conocimientos previos del estudiante. Esta teoría resulta especialmente pertinente en la enseñanza de circuitos eléctricos, ya que los conceptos se construyen de forma progresiva y acumulativa. Elementos fundamentales como la ley de Ohm, los circuitos en serie y paralelo, el análisis nodal, el uso de fasores, la corriente alterna, el análisis de potencia y el diseño de filtros requieren una comprensión previa sólida para favorecer aprendizajes coherentes y estructurados. Las metodologías orientadas al aprendizaje significativo comparten una serie de características pedagógicas que facilitan la construcción del conocimiento. Entre ellas se encuentra la vinculación de los nuevos conceptos con situaciones cotidianas o experiencias

cercanas al estudiante, como el uso de analogías para explicar fenómenos eléctricos; la incorporación de herramientas como mapas conceptuales, resolución de problemas y materiales visuales; así como la integración sistemática de la teoría con la práctica mediante actividades de experimentación o simulación.

Cuando el estudiante construye sus propios significados a partir de la interacción activa con los contenidos, especialmente a través de la experimentación y la reflexión, y no mediante la memorización pasiva, se generan aprendizajes más sólidos, duraderos y transferibles. Este enfoque favorece no solo la comprensión conceptual de los circuitos eléctricos, sino también el desarrollo de habilidades cognitivas que permiten aplicar el conocimiento en contextos diversos y complejos.

Teorías constructivistas aplicadas a la ingeniería

El constructivismo, desarrollado por autores como Piaget y Vygotsky, sostiene que el conocimiento se construye activamente a partir de la interacción del individuo con su entorno (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978), principio que fundamenta la educación moderna en ingeniería al exigir procesos formativos que vayan más allá del dominio teórico y favorezcan la construcción de estructuras cognitivas complejas. Desde esta perspectiva, Piaget resalta el aprendizaje por descubrimiento mediante la experimentación y el conflicto cognitivo; Vygotsky (1978), enfatiza el aprendizaje colaborativo, la zona de desarrollo próximo y el andamiaje; y Bruner propone el aprendizaje inductivo, el pensamiento heurístico y el descubrimiento guiado. En el contexto de este proyecto, el uso de materiales didácticos orientados al autodescubrimiento se alinea con el enfoque constructivista, al promover que el estudiante construya su comprensión de los circuitos eléctricos a partir de la interacción directa con fenómenos, experimentos y simuladores, favoreciendo así un aprendizaje activo, significativo y contextualizado.

Aula Invertida

El aula invertida, propuesta inicialmente por Bergmann y Sams (2012), es una metodología que reorganiza la dinámica tradicional de enseñanza al trasladar el estudio de los contenidos teóricos al espacio extraescolar, mediante videos, lecturas o simulaciones interactivas, mientras que el tiempo presencial se destina a la práctica, la resolución de problemas y la experimentación con el acompañamiento del docente. Este enfoque permite optimizar el uso del tiempo en clase, dedicándolo a actividades de mayor nivel cognitivo como el análisis, la aplicación, el modelado y la experimentación.

Diversos estudios en el ámbito de la ingeniería han evidenciado que el aula invertida favorece el desarrollo de la autonomía del estudiante, mejora el rendimiento académico en asignaturas de electricidad y electrónica, promueve la colaboración y el pensamiento crítico, y reduce la saturación de contenidos durante las sesiones presenciales (Álvarez Salas *et al.*, 2023; Escobar *et al.*, 2022). En este sentido, el modelo se adapta de manera pertinente a los ambientes de aprendizaje no convencionales, al permitir que el estudiante avance a su propio ritmo y aproveche el espacio presencial para actividades complejas y significativas.

Aprendizaje Basado en Proyectos

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología en la que los estudiantes trabajan durante un periodo prolongado para investigar y dar respuesta a una pregunta compleja o desarrollar un producto tangible, lo que establece una relación natural con la formación en ingeniería. Este enfoque fomenta tanto competencias técnicas como transversales, al tiempo que desarrolla la autonomía, la comunicación y el trabajo en equipo, e integra de manera articulada los contenidos teóricos y prácticos. En la enseñanza de circuitos eléctricos, el ABP puede materializarse en actividades como la construcción de prototipos, el diseño de sistemas eléctricos básicos, la simulación de circuitos analógicos o digitales y el análisis de fallas o casos reales. Diversas investigaciones realizadas en el contexto mexicano evidencian que esta metodología resulta especialmente efectiva para sostener el aprendizaje en entornos virtuales, híbridos o semipresenciales, favoreciendo la participación activa y el compromiso del estudiante (Escobar *et al.*, 2022; Olivos Barranco *et al.*, 2022).

Laboratorios Virtuales y Simuladores como entornos para el aprendizaje experiencial

La integración de simuladores y laboratorios remotos en la enseñanza de circuitos eléctricos permite la creación de espacios de experimentación autónoma que amplían las posibilidades de aprendizaje más allá del laboratorio tradicional. Herramientas como PhET, Tinkercad o Multisim ofrecen ventajas pedagógicas relevantes, entre las que destacan la repetición ilimitada de experimentos sin costos adicionales, la eliminación de riesgos eléctricos, la visualización de fenómenos no observables directamente y la accesibilidad en cualquier momento y lugar. Estas características favorecen la comprensión conceptual y el desarrollo de la autonomía del estudiante, además de alinearse con enfoques como el aprendizaje experiencial, el aula invertida y el aprendizaje basado en proyectos, al permitir la manipulación, la preparación previa y la evaluación de prototipos y diseños.

En el marco de estas metodologías activas, el rol del docente se transforma significativamente, pasando de ser un transmisor de información a un diseñador de experiencias de aprendizaje, facilitador y guía del proceso formativo. La intervención docente se orienta al diseño de materiales para el autodescubrimiento, la formulación de preguntas detonadoras, la facilitación de espacios de experimentación, la retroalimentación continua y la adaptación de los entornos de aprendizaje según las necesidades del estudiante. Esta perspectiva concuerda con los planteamientos de Barron y Darling-Hammond (2008), quienes sostienen que el docente no desaparece en los enfoques activos, sino que asume el papel de arquitecto del aprendizaje.

Método de indagación guiada

El método de Indagación Guiada (Kuhlthau et al., 2015) se estructura en un diseño de ocho fases (Maniotes & Kuhlthau, 2014) que tiene sus raíces tanto en la teoría del Proceso de Búsqueda de Información (Kuhlthau, 2004) como en la filosofía de la indagación de Dewey (1938). Es un enfoque pedagógico centrado en el estudiante en el que el aprendizaje se construye a partir de la exploración, el cuestionamiento y la investigación activa. En lugar de recibir el conocimiento de manera directa mediante exposición magistral, los estudiantes participan en un proceso en el que

formulan preguntas, analizan evidencias, realizan experimentos o actividades exploratorias y construyen explicaciones fundamentadas. En este modelo, el docente actúa como facilitador o guía del proceso, proporcionando pistas, preguntas orientadoras, recursos y contextos de experimentación que permiten al estudiante descubrir conceptos y principios por sí mismo (Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007). Desde el punto de vista teórico, la indagación guiada se fundamenta en los principios del constructivismo, particularmente en las ideas de aprendizaje activo propuestas por Jean Piaget y el aprendizaje sociocultural de Lev Vygotsky. Estas perspectivas sostienen que el conocimiento no se transmite de manera pasiva, sino que se construye a través de la interacción entre el estudiante, su experiencia y el entorno social. En la indagación guiada, el docente diseña situaciones problemáticas o experimentales que permiten que el estudiante genere hipótesis, observe resultados y reflexione sobre los fenómenos estudiados. Este proceso favorece el desarrollo del pensamiento crítico, la autonomía intelectual y las habilidades de resolución de problemas (Bruner, 1961; Pedaste *et al.*, 2015). Una característica fundamental de este enfoque es el equilibrio entre autonomía del estudiante y orientación docente. A diferencia de la indagación abierta —donde los estudiantes determinan completamente el problema y el procedimiento— en la indagación guiada el profesor proporciona estructuras iniciales, como preguntas clave, escenarios experimentales o pistas conceptuales. Esto permite mantener un proceso de descubrimiento activo sin perder el enfoque conceptual del aprendizaje. De acuerdo con Hmelo-Silver, Duncan y Chinn (2007), esta orientación es esencial para evitar que los estudiantes se desvíen del objetivo conceptual o desarrollen interpretaciones incorrectas de los fenómenos estudiados.

En el ámbito educativo, múltiples estudios han demostrado que la indagación guiada favorece la comprensión profunda de conceptos científicos y tecnológicos, especialmente en disciplinas como física, química, matemáticas e ingeniería. Este enfoque promueve el desarrollo de competencias científicas como la formulación de hipótesis, el diseño de experimentos, el análisis de datos y la argumentación basada en evidencia (Pedaste *et al.*, 2015). Además, al involucrar activamente al estudiante en la construcción del conocimiento, incrementa la motivación, la curiosidad y la retención a largo plazo de los contenidos.

En contextos universitarios y de formación profesional, la indagación guiada también se relaciona con metodologías contemporáneas como el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje

basado en proyectos y el aprendizaje experiencial, todos ellos orientados a desarrollar habilidades de investigación y pensamiento complejo. Este tipo de estrategias resulta particularmente relevante en programas académicos que buscan fortalecer la autonomía del estudiante y su capacidad para enfrentar problemas reales mediante procesos de investigación y experimentación sistemática. Una metodología innovadora en la educación en ingeniería integra de manera articulada la tecnología educativa, como simuladores, plataformas digitales y videos interactivos; pedagogías activas, entre ellas el aprendizaje basado en proyectos, el aula invertida y el aprendizaje experiencial; así como recursos físicos y digitales, como kits de experimentación, guías prácticas y rúbricas de evaluación. Asimismo, incorpora estrategias de evaluación auténtica, tales como portafolios, proyectos y prácticas basadas en el desempeño, y promueve la autonomía del estudiante al fomentar su capacidad para diseñar, experimentar, analizar y reflexionar sobre su propio aprendizaje. El propósito de esta integración no es sustituir la enseñanza tradicional, sino enriquecerla mediante experiencias de aprendizaje más profundas, significativas y retadoras.

2.3. Marco Conceptual.

El presente marco conceptual tiene como propósito delimitar y precisar los conceptos centrales que estructuran esta investigación, a partir de los cuales se identifican diversos ejes conceptuales clave, entre ellos la metodología innovadora de enseñanza, las estrategias pedagógicas, la enseñanza de circuitos eléctricos, los ambientes de aprendizaje no convencionales, los espacios de aprendizaje experiencial, el aprendizaje activo, autónomo y por autodescubrimiento, el aula invertida y el uso de simuladores y laboratorios virtuales, el rol del docente como facilitador, los estudiantes de Ingeniería en Cibernética y el fortalecimiento de los procesos formativos en ingeniería. En las subsecciones siguientes, estos conceptos se desarrollan tanto desde una perspectiva teórica como desde su definición operativa dentro del contexto específico de este proyecto.

La metodología de enseñanza se entiende como el conjunto estructurado de enfoques, estrategias, actividades, recursos, tiempos y formas de evaluación que el docente diseña e implementa de manera sistemática para propiciar el aprendizaje de contenidos específicos en un contexto

determinado. No se limita a la aplicación de técnicas aisladas, sino que constituye un sistema organizado de decisiones pedagógicas coherentes con los objetivos formativos y las características del proceso educativo (Díaz Barriga & Hernández Rojas, 2010). Desde esta perspectiva, una metodología innovadora se caracteriza por apartarse de la lógica exclusivamente magistral o expositiva, incorporar formas alternativas de trabajo como la simulación, el aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje experiencial, e integrar tecnologías y dinámicas que transforman al estudiante de receptor pasivo a protagonista activo de su aprendizaje. En el contexto de este proyecto, la metodología innovadora de enseñanza se define como un conjunto articulado de estrategias, recursos y dinámicas de aprendizaje activo y experiencial, apoyadas en ambientes no convencionales, como simuladores, materiales de autodescubrimiento, actividades autónomas y aula invertida, diseñadas para que el estudiante de Ingeniería en Cibernética construya de manera autónoma y guiada los conceptos fundamentales de circuitos eléctricos, con una intervención docente mínima pero estratégicamente planificada (Prince, 2004).

En esta tesis, el fortalecimiento de las estrategias pedagógicas implica una transición desde enfoques centrados en la exposición del profesor hacia estrategias que promueven la exploración, la acción y la participación activa y reflexiva del estudiante. Este fortalecimiento se apoya en el uso intencional de recursos concretos, como simuladores, guías y prácticas estructuradas, que favorecen el autodescubrimiento y la construcción significativa del conocimiento en la enseñanza de circuitos eléctricos. Por estrategias pedagógicas se entiende el conjunto de procedimientos, actividades y acciones concretas que el docente propone para mediar el aprendizaje, orientadas a responder cómo presentar los contenidos, activar los conocimientos previos, promover la reflexión y evaluar el avance del estudiante. En el marco de este proyecto, se consideran relevantes estrategias como la indagación guiada de fenómenos eléctricos mediante preguntas detonadoras, la resolución de problemas contextualizados, el aprendizaje basado en proyectos, el trabajo colaborativo con roles definidos, el uso de simuladores de circuitos para un aprendizaje visual e interactivo, así como el aula invertida, en la que la teoría se revisa de manera autónoma y el tiempo presencial se destina a la aplicación.

La enseñanza de circuitos eléctricos se entiende como un proceso sistemático orientado a que los estudiantes comprendan conceptos fundamentales como voltaje, corriente, resistencia, potencia,

impedancia, reactancia y fasores, desarrollen habilidades para analizar, diseñar, simular e implementar circuitos, y sean capaces de interpretar diagramas, utilizar instrumentos de medición, identificar errores y proponer soluciones. Tradicionalmente, este proceso se ha llevado a cabo mediante clases expositivas, resolución de ejercicios en el pizarrón y prácticas de laboratorio con montajes físicos; sin embargo, en el presente proyecto la enseñanza de circuitos eléctricos se concibe como una experiencia formativa integral, en la que el estudiante explora fenómenos eléctricos a través de simulaciones, prácticas guiadas y proyectos, integra teoría y práctica mediante actividades de descubrimiento y desarrolla no solo conocimiento declarativo, sino también conocimiento procedimental y actitudinal, propios del ejercicio profesional en ingeniería.

Los estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara constituyen la población objetivo de esta propuesta y se caracterizan por formarse en un campo interdisciplinario que integra electrónica, control, cómputo y sistemas, lo que exige una base sólida en circuitos eléctricos como fundamento para áreas posteriores como la electrónica analógica y digital, el control, la robótica y los sistemas embebidos. En un entorno tecnológico dinámico, estos estudiantes requieren desarrollar capacidades de aprendizaje autónomo, adaptación a nuevas herramientas y resolución de problemas complejos; por ello, son concebidos conceptualmente como agentes activos de su formación, con potencial para desarrollar proyectos, proponer soluciones creativas e integrar conocimientos de diversas áreas. En este sentido, el enfoque metodológico innovador propuesto busca activar y aprovechar dicho potencial, posicionando al estudiante como protagonista de su propio proceso de aprendizaje.

El ambiente de aprendizaje se entiende como el conjunto de condiciones físicas, tecnológicas, sociales y pedagógicas en las que se desarrolla el proceso educativo; en su forma convencional, suele corresponder al aula tradicional y al laboratorio físico, con horarios fijos, el docente al frente y una dinámica centrada en la exposición y la supervisión directa. En contraste, un ambiente de aprendizaje no convencional, en el marco de este proyecto, se caracteriza por el uso intensivo de recursos digitales como simuladores, plataformas virtuales, videos y guías interactivas, así como por el desplazamiento de una parte significativa del trabajo al espacio extra-áulico, permitiendo que el estudiante avance de manera autónoma sin supervisión inmediata, apoyado en materiales cuidadosamente estructurados.

Estos ambientes pueden adoptar modalidades virtuales, híbridas, remotas o mixtas, combinando momentos presenciales con actividades en línea. Entre los ejemplos considerados para esta investigación se encuentran módulos de aprendizaje autónomo mediante simuladores como PhET o Tinkercad, secuencias de aula invertida en las que la teoría se aborda fuera del aula y el tiempo presencial se dedica a la profundización, así como espacios de trabajo colaborativo donde los estudiantes diseñan, discuten y prueban circuitos con una intervención docente puntual, orientada más al acompañamiento que a la dirección constante del proceso. Los espacios de aprendizaje experiencial son entornos, físicos o virtuales, diseñados para que el estudiante aprenda haciendo, mediante la manipulación, la experimentación, el ensayo, el error y la reflexión sobre lo ocurrido; en concordancia con el modelo de Kolb, estos espacios propician una experiencia concreta, seguida de una observación reflexiva, una conceptualización abstracta y una experimentación activa. Este proyecto, dichos espacios se concretan a través de secuencias de práctica estructuradas en simuladores, mini-proyectos de diseño y verificación de circuitos, y actividades guiadas orientadas al descubrimiento de relaciones entre variables eléctricas sin proporcionar respuestas directas. Conceptualmente, estos entornos se distinguen de la práctica tradicional de laboratorio en que están diseñados para favorecer el autodescubrimiento y la reflexión, más que la ejecución mecánica de instrucciones. El aprendizaje activo, autónomo y por autodescubrimiento se concibe como un proceso en el que el estudiante participa de manera consciente, intencional y protagónica en su formación, al responder, preguntar, argumentar, tomar decisiones durante la resolución de problemas y construir productos como informes, prototipos o modelos. Este enfoque implica que el estudiante sea capaz de organizar su tiempo y recursos, identificar sus propias necesidades de aprendizaje, buscar información, ejecutar acciones para atenderlas y evaluar su progreso, al mismo tiempo que descubre por sí mismo relaciones, reglas y principios a partir de la exploración guiada de fenómenos, reconstruyendo el conocimiento mediante la observación, la comparación y la reflexión. En el marco de esta tesis, el aprendizaje activo, autónomo y por autodescubrimiento constituye la meta formativa central, orientada a que el alumno no solo reproduzca procedimientos, sino que comprenda y descubra los principios de los circuitos eléctricos, gestionando su aprendizaje con el apoyo de recursos diseñados específicamente para tal fin.

Aula invertida

El aula invertida es un modelo pedagógico que invierte la secuencia tradicional de enseñanza, pasando de un esquema centrado en la exposición teórica en clase y la realización de tareas en casa, a uno en el que los contenidos teóricos se abordan de manera previa mediante videos, lecturas, simulaciones o materiales interactivos, y el tiempo presencial se destina a la práctica, la resolución de problemas, la discusión de casos, la experimentación y el trabajo colaborativo. Conceptualmente, este enfoque refuerza el rol activo y responsable del estudiante, quien llega preparado a la sesión sincrónica, y transforma al docente en facilitador y mediador del aprendizaje aplicado (Bergmann & Sams, 2012).

El aula invertida se integra como un componente de la metodología innovadora, permitiendo que el estudiante llegue al aula con una base conceptual que favorece el aprovechamiento de espacios experienciales y colaborativos para consolidar los aprendizajes en circuitos eléctricos.

Simulación de circuitos eléctricos y laboratorios virtuales/remotos

La simulación de circuitos eléctricos se define como la representación computacional de un circuito que permite observar su comportamiento eléctrico (tensiones, corrientes, potencias y formas de onda) sin necesidad de construirlo físicamente. Desde una perspectiva didáctica, la simulación funciona como un laboratorio virtual que facilita la experimentación sin riesgos ni costos asociados al material, permite la comprobación rápida de hipótesis mediante la modificación de valores, topologías o fuentes, y genera entornos propicios para el aprendizaje activo. Esta noción se amplía con el uso de laboratorios virtuales y remotos, donde los primeros operan mediante modelos computacionales y los segundos a través de equipos físicos reales controlados a distancia (Rodríguez Mejía *et al.*, 2023).

La simulación y los laboratorios no convencionales se conciben como mediadores tecnológicos que sustituyen parcialmente al laboratorio presencial cuando no está disponible, complementan y enriquecen la comprensión aun cuando este existe, y convierten el espacio de aprendizaje en un entorno flexible y accesible.

Material didáctico diseñado para el autodescubrimiento

El material didáctico se entiende como cualquier recurso, físico o digital, elaborado con la finalidad de facilitar el aprendizaje, tales como guías, fichas, manuales, videos, simulaciones, plantillas o prácticas. En el contexto de este proyecto, se enfatiza un tipo específico de material orientado al autodescubrimiento, caracterizado por organizarse como una secuencia de retos o preguntas más que como una explicación expositiva, presentar situaciones, datos, gráficas o simulaciones que el estudiante debe interpretar, e incorporar espacios para el registro de observaciones, reflexiones y conclusiones (Area Moreira, 2016). Estos materiales conducen de manera progresiva a la exploración y formulación de principios fundamentales de los circuitos eléctricos, como la ley de Ohm, las leyes de Kirchhoff o el comportamiento de circuitos RC y RL, y se diferencian de un simple apunte o manual de pasos porque su finalidad no es que el estudiante solo siga instrucciones, sino que piense, experimente y construya sus propias conclusiones. En el marco de las pedagogías innovadoras, el docente facilitador se concibe como la figura que diseña intencionalmente el entorno de aprendizaje mediante materiales, secuencias y proyectos; propone actividades retadoras y significativas; observa, acompaña y retroalimenta el proceso formativo; e interviene de manera estratégica cuando el estudiante se estanca, sin anular su protagonismo (Hattie & Timperley, 2007).

En esta tesis, la idea de intervención mínima del docente no implica ausencia, sino un rol más sutil y deliberado, en el que el profesor deja de explicar cada paso o resolver todos los problemas de forma directa para concentrarse en crear las condiciones que favorezcan la experimentación, la discusión y el descubrimiento, reservando su participación para momentos clave como la aclaración de dudas profundas, el planteamiento de retos cognitivos y el apoyo en la reorganización de ideas. Conceptualmente, el docente deja de ser el centro del proceso para convertirse en un mediador experto que posibilita el aprendizaje experiencial y significativo.

Finalmente, el fortalecimiento de los procesos formativos en ingeniería se concibe como la mejora cualitativa en la forma en que los estudiantes se apropian del conocimiento, desarrollan habilidades y construyen actitudes propias del quehacer ingenieril, orientadas a una comprensión profunda y no solo a la memorización de contenidos. En este contexto, fortalecer implica elevar la calidad del aprendizaje, promover el desarrollo de competencias integrales (técnicas,

cognitivas, sociales y éticas) y preparar al estudiante para enfrentar entornos profesionales reales que demandan aprendizaje continuo y resolución de problemas complejos (Biggs & Tang, 2011).

En el marco conceptual de esta tesis, dicho fortalecimiento se manifestará en una mayor capacidad de análisis de circuitos eléctricos, un incremento en la autonomía para la resolución de problemas, una mejor integración entre teoría y práctica, así como en actitudes positivas hacia la experimentación, la colaboración y el autoaprendizaje. La propuesta metodológica planteada en esta investigación no surge de manera aislada, sino que se encuentra sólidamente sustentada en tres dimensiones complementarias: histórica, teórica y normativa. En el plano histórico, se reconoce la evolución de la enseñanza de la ingeniería desde modelos magistrales centrados en la transmisión de contenidos hacia enfoques activos, tecnológicos y experienciales, proceso que se ha acelerado con la digitalización y los cambios derivados de la pandemia. En el plano teórico, la propuesta se fundamenta en el constructivismo, el aprendizaje activo, el aula invertida, la simulación como laboratorio virtual, el diseño intencional de materiales de autodescubrimiento y el rol del docente como mediador estratégico del aprendizaje. Finalmente, en el plano normativo, se articula con los principios establecidos en la Constitución, la Ley General de Educación, la Ley General de Educación Superior y los lineamientos de calidad para programas de ingeniería, que promueven la innovación pedagógica, el desarrollo de competencias y la integración pertinente de tecnologías. En conjunto, estos fundamentos legitiman y dan coherencia a la metodología propuesta, orientada al fortalecimiento de los procesos formativos en circuitos eléctricos dentro de la Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, con el propósito de formar ingenieros capaces de comprender profundamente, aplicar críticamente y transferir eficazmente su conocimiento a contextos profesionales reales.

2.4. Marco Contextual.

La Universidad Marista de Guadalajara (UMG) es una institución privada de educación superior ubicada en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, que forma parte de la red de universidades maristas en México. Desde su consolidación como Universidad Marista en 2003, la institución ha orientado su quehacer educativo hacia un modelo de formación integral, centrado no solo en la excelencia académica, sino también en el desarrollo humano, ético y social de sus

estudiantes (Universidad Marista de Guadalajara [UMG],2023). Su modelo educativo se fundamenta en valores como la responsabilidad social, el compromiso comunitario y la formación de profesionistas capaces de incidir de manera positiva en su entorno, integrando el saber técnico con una perspectiva humanista (Provincia Marista de México, 2018.).

En este marco institucional se inscribe el programa de Ingeniería en Cibernética y Sistemas Computacionales, cuyo propósito es formar profesionales con una sólida preparación en electrónica, circuitos eléctricos, sistemas de control, cómputo y automatización, capaces de diseñar soluciones tecnológicas con criterios de calidad, seguridad, sustentabilidad y ética profesional (Universidad Marista de Guadalajara [UMG],2024). El perfil de egreso enfatiza competencias técnicas como el análisis y diseño de circuitos eléctricos y electrónicos, el desarrollo de sistemas computacionales y la integración de tecnologías emergentes, así como habilidades transversales relacionadas con el trabajo colaborativo, la resolución de problemas y el aprendizaje autónomo (Universidad Marista de Guadalajara [UMG],2023). Asimismo, el perfil de ingreso de los estudiantes maristas destaca la disposición para aprender de manera autónoma, el interés por el desarrollo personal y la capacidad de trabajo en equipo, lo cual favorece la implementación de metodologías activas e innovadoras en los procesos formativos. Desde una perspectiva regional, la educación en ingeniería en Jalisco se desarrolla en un contexto de creciente demanda de profesionistas altamente calificados, impulsada por la consolidación del estado como uno de los principales polos tecnológicos e industriales del país. De acuerdo con datos oficiales, la cobertura de educación superior en Jalisco se sitúa alrededor del 30 % de la población en edad universitaria, lo que evidencia avances importantes, pero también limitaciones en el acceso y permanencia en este nivel educativo (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2024). A pesar de que el estado gradúa anualmente a miles de ingenieros, diversos estudios señalan la existencia de una brecha entre la formación académica y las competencias requeridas por sectores estratégicos como la industria 4.0, la automatización, la electrónica avanzada y las tecnologías de la información (Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco [Coecytjal], 2023; Líderes de Planta, 2026).

En el contexto nacional, México se caracteriza por una alta matrícula en carreras de ingeniería, representando cerca del 18 % del total de estudiantes de educación superior, de acuerdo con datos reportados por organismos internacionales y nacionales (Organización para la Cooperación y el

Desarrollo Económicos [OCDE], 2020). No obstante, la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) advierte que la rápida transformación tecnológica derivada de la cuarta revolución industrial exige una actualización profunda de los enfoques pedagógicos, priorizando el desarrollo de competencias, el aprendizaje activo y la integración efectiva entre teoría y práctica (ANFEI, 2024). En consonancia con ello, el Programa Nacional de Educación Superior subraya la necesidad de fortalecer la vinculación entre las instituciones de educación superior, el sector productivo y la sociedad, a fin de mejorar la pertinencia y calidad de la formación en ingeniería (SEP, 2023). En este escenario institucional, regional y nacional, la presente tesis se inserta como una propuesta orientada a fortalecer los procesos formativos en la enseñanza de circuitos eléctricos mediante metodologías innovadoras, ambientes de aprendizaje no convencionales y recursos didácticos diseñados para promover el aprendizaje activo, autónomo y por autodescubrimiento. Dicho enfoque resulta pertinente tanto para responder al modelo educativo marista como para atender los retos actuales de la educación en ingeniería en Jalisco y en México.

2.5. Marco Histórico y Actual

La enseñanza de la ingeniería en México tiene raíces que se remontan al siglo XIX, cuando la industrialización impulsó la creación de instituciones técnicas y politécnicas orientadas a formar profesionales capaces de operar, diseñar y mantener sistemas tecnológicos emergentes. Desde esos primeros momentos, la formación en ingeniería eléctrica y posteriormente en electrónica incorporó la enseñanza de circuitos como uno de los pilares fundamentales del currículo. Este proceso educativo tradicional mantenía un fuerte énfasis en la teoría, la resolución matemática de problemas y el uso de pizarras como herramienta central, con prácticas en laboratorio dirigidas estrictamente por el docente. Durante gran parte del siglo XX, este modelo se mantuvo relativamente estable y se caracterizó por su fuerte orientación deductiva: el profesor explicaba, demostraba y conducía las prácticas, mientras los estudiantes reproducen procedimientos ya establecidos. Este enfoque respondía a las necesidades de la época y se apoyaba en laboratorios especializados que solo algunas instituciones podían costear, por lo que la práctica experimental era limitada y altamente estructurada (ANFEI, 2024).

A finales del siglo XX e inicios del XXI, la progresiva digitalización del ámbito educativo comenzó a transformar la manera en que se enseñaban disciplinas técnicas. La aparición de software especializado para análisis y simulación de circuitos, como Multisim, Proteus, PSPICE o MATLAB, marcó un punto de inflexión. Estos programas permitieron que los estudiantes empezaran a visualizar y experimentar fenómenos eléctricos antes de enfrentarse al laboratorio físico, democratizando el acceso a experiencias que antes dependían exclusivamente del equipo institucional. Esta evolución coincidió con el auge de las teorías de aprendizaje constructivistas y centradas en el estudiante, que promueven la participación activa, la experimentación, la reflexión y el desarrollo de competencias más allá de la memorización. Así, comenzaron a integrarse metodologías como el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje significativo y el aula invertida, las cuales favorecen un rol más autónomo y analítico por parte del estudiante. La integración de tecnología y pedagogía trajo consigo un cambio conceptual: el aprendizaje en ingeniería dejó de entenderse únicamente como la transmisión de información técnica para convertirse en un proceso más integral, reflexivo y experiencial (Granados López & García Zuluaga, 2016).

El acontecimiento que más aceleró la transformación de la enseñanza de circuitos eléctricos fue la pandemia de COVID-19 durante 2020–2021. La educación en ingeniería se vio obligada a migrar repentinamente a entornos remotos, planteando un desafío particular para las asignaturas con un alto componente experimental. La imposibilidad de acceder a laboratorios físicos obligó a las instituciones mexicanas a adoptar de manera urgente simuladores educativos, plataformas interactivas, laboratorios virtuales y sesiones sincrónicas basadas en resolución de problemas. En este periodo surgieron prácticas pedagógicas alternativas que demostraron ser efectivas, como el aula invertida, el uso intensivo de guías de experimentación digital, la simulación como sustituto temporal del laboratorio y las actividades autónomas de descubrimiento. Diversos estudios realizados en México durante este periodo documentaron resultados positivos: los estudiantes lograron mantener e incluso mejorar su dominio conceptual, desarrollaron habilidades de análisis más profundas y mostraron mayor autonomía al enfrentarse a tareas prácticas realizadas desde casa. Este contexto demostró que los ambientes no convencionales no sólo eran viables, sino que podían generar aprendizajes equivalentes o superiores a los modelos presenciales tradicionales si se diseñan adecuadamente (Rodríguez Mejía *et al.*, 2023).

En la actualidad, la enseñanza de circuitos eléctricos en México se caracteriza por una coexistencia entre modelos tradicionales y modelos híbridos o innovadores. Algunas instituciones continúan utilizando esquemas clásicos centrados en la exposición magistral y el laboratorio convencional, mientras que otras han integrado de manera permanente la simulación, las plataformas digitales, la experimentación autónoma y el aprendizaje activo. La tendencia más fuerte en los últimos años apunta hacia un enfoque híbrido que combina la teoría impartida en ambientes virtuales o mediante aula invertida con prácticas estructuradas en simuladores, actividades experienciales y sesiones presenciales destinadas a la resolución de dudas, el análisis profundo y la experimentación avanzada. Paralelamente, los estudiantes actuales muestran una preferencia clara por entornos interactivos, visuales y autónomos, que les permitan manipular, experimentar y comprender fenómenos eléctricos de manera dinámica. Este perfil estudiantil, especialmente en carreras como Ingeniería en Cibernética, se alinea naturalmente con modelos pedagógicos basados en el descubrimiento y la experiencia directa (SEP, 2023). Dentro de este panorama, la Universidad Marista de Guadalajara se ha insertado en una tendencia que busca mejorar la calidad educativa mediante la integración de nuevas tecnologías y enfoques formativos centrados en el estudiante. La filosofía institucional, orientada al desarrollo integral de la persona y al aprendizaje significativo, facilita la adopción de metodologías innovadoras que fomentan la autonomía, la reflexión, la experimentación y la responsabilidad académica. En este contexto, el diseño de una metodología que incorpore espacios de aprendizaje experiencial, simulación, autodescubrimiento y una intervención docente estratégicamente reducida no sólo responde a una necesidad pedagógica, sino que se articula con una visión educativa contemporánea (Provincia Marista de México, 2023.).

Históricamente, el estudio de circuitos eléctricos dependió de laboratorios tradicionales y de la guía directa del docente. Sin embargo, la evolución tecnológica, la presión de la pandemia y las transformaciones educativas globales han generado un ecosistema en el que los métodos tradicionales ya no son suficientes por sí solos. Hoy existe un consenso creciente en torno a la importancia de integrar estrategias activas, herramientas digitales y experiencias autónomas que permitan a los estudiantes construir conocimientos más profundos, desarrollar capacidades de análisis crítico y transferir de manera efectiva los aprendizajes a contextos reales. Aunque se han logrado avances importantes, aún persisten retos vinculados a la capacitación docente, la integración curricular, la disponibilidad tecnológica y la necesidad de diseñar materiales de alta

calidad para el autodescubrimiento. Estos desafíos justifican la pertinencia del proyecto, pues existe un espacio claro para innovar en la enseñanza de circuitos eléctricos y fortalecer la formación de ingenieros altamente competentes (Provincia Marista de México, 2018).

2.6. Marco Legal y Normativo

La educación superior en México se encuentra regulada por un conjunto de leyes, acuerdos, lineamientos y disposiciones que establecen las bases para el desarrollo de programas educativos, la implementación de metodologías pedagógicas y el uso de tecnologías para la enseñanza. En el contexto de este proyecto, que propone una metodología innovadora para la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes no convencionales, resulta fundamental comprender el marco legal y normativo que respalda, orienta y legitima dicho enfoque. Este marco no solo delimita los alcances institucionales, sino que garantiza que la propuesta se mantenga alineada con los principios, objetivos y políticas educativas nacionales (Secretaría de Educación Pública [SEP], 2023).

El primer referente indispensable es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, cuyo artículo 3º establece que la educación impartida por el Estado (y por extensión la supervisada en instituciones privadas) debe promover el desarrollo armónico de todas las facultades del ser humano y fomentar el pensamiento crítico, la investigación científica y la innovación. Este artículo también subraya la obligación de asegurar una educación de calidad, entendida como aquella que promueve aprendizajes significativos, habilidades cognitivas superiores y formación integral. En este sentido, la Constitución ofrece un fundamento sólido para impulsar metodologías activas, ambientes de aprendizaje experiencial y enfoques pedagógicos centrados en el estudiante, como los que propone este estudio (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, 2024). En el marco normativo específico para la educación superior, la Ley General de Educación (LGE) establece que las instituciones deben incorporar estrategias pedagógicas pertinentes, innovadoras y basadas en evidencia para garantizar la mejora continua del proceso educativo. La LGE señala que la enseñanza debe adaptarse a los avances científicos y tecnológicos, lo cual respalda directamente el uso de simuladores, laboratorios virtuales y metodologías no convencionales. Asimismo, indica que las metodologías deben

favorecer el desarrollo de competencias para la vida y el trabajo, elemento central en la formación de ingenieros capaces de responder a los retos tecnológicos contemporáneos (Ley General de Educación, 2019). La Ley General de Educación Superior (LGES), publicada en 2021, refuerza estos principios al señalar que las universidades deben diseñar planes, programas y estrategias educativas que favorezcan el aprendizaje autónomo, el pensamiento crítico y la resolución de problemas. La LGES reconoce explícitamente la necesidad de que las instituciones promuevan innovación educativa, metodologías centradas en el estudiante y el aprovechamiento de recursos tecnológicos (Ley General de Educación Superior, 2021). De manera particular, la Ley destaca que la educación superior debe asegurar condiciones de flexibilidad curricular, modalidades mixtas e incorporación de tecnologías emergentes, componentes esenciales de la metodología propuesta en esta tesis.

Otro referente normativo relevante es el Acuerdo 17/11/17 por el que se establece el Marco Curricular Común de la Educación Media Superior. Aunque este acuerdo se enfoca en un nivel educativo previo, resulta significativo porque establece principios pedagógicos de alcance general (como el aprendizaje significativo, el desarrollo de competencias, el uso pedagógico de la tecnología y el aprendizaje autónomo) que continúan su aplicación en el nivel superior, especialmente en áreas técnicas donde la continuidad formativa es crucial. Su relevancia radica en que establece un precedente normativo nacional hacia metodologías activas, aprendizaje experiencial y modelos híbridos (Secretaría de Educación Pública, 2017).

En lo que respecta a modelos educativos institucionales, la Secretaría de Educación Pública (SEP) promueve desde 2017 el Modelo Educativo para la Formación Profesional, donde se subraya la importancia de integrar estrategias didácticas innovadoras, aprendizaje basado en proyectos, ambientes flexibles y apoyos tecnológicos que permitan a los estudiantes aprender en diversos espacios y modalidades. Este documento orienta a las universidades a fortalecer el desarrollo de competencias transversales, tales como la autonomía, la comunicación efectiva, la creatividad y la capacidad de resolver problemas complejos, todas ellas directamente relacionadas con la enseñanza de circuitos eléctricos desde una perspectiva experiencial (SEP, 2017).

El marco normativo aplicable también incluye lineamientos sobre el uso de tecnologías en la educación. La SEP y la Subsecretaría de Educación Superior han emitido diversas guías para la

integración de tecnologías de información y comunicación (TIC), las cuales reconocen el valor pedagógico de simuladores, plataformas digitales y ambientes virtuales de laboratorio. De igual modo, recomiendan la capacitación docente para implementar estrategias activas utilizando materiales digitales, así como la necesidad de garantizar que los recursos tecnológicos estén alineados a los objetivos de aprendizaje. En este sentido, la metodología propuesta en este proyecto se encuentra plenamente respaldada por estas disposiciones, puesto que integra TIC de manera didáctica y estructurada (SEP, 2020).

Es importante considerar también las normas de aseguramiento de la calidad educativa, especialmente aquellas vinculadas a la acreditación de programas de ingeniería. Organismos como CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería), reconocido por el Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), establecen criterios que destacan la importancia de la pertinencia curricular, el desarrollo de habilidades técnicas y la implementación de estrategias pedagógicas modernas que permitan al estudiante adquirir experiencias significativas de aprendizaje. Estos criterios enfatizan la necesidad de que los cursos de ingeniería incorporen prácticas experimentales, resolución de problemas, uso de tecnología educativa y metodologías activas (CACEI, 2020). Finalmente, es importante destacar que las instituciones privadas como la Universidad Marista de Guadalajara se rigen además por sus propios Modelos Educativos Institucionales, reglamentos internos y políticas académicas, muchas de las cuales promueven explícitamente la educación centrada en el estudiante, la formación integral, la innovación pedagógica y el uso de enfoques didácticos flexibles. Estos documentos suelen alinearse a las directrices nacionales y complementarlas con principios formativos institucionales basados en valores, ética profesional y atención personalizada al estudiante.

La construcción del marco referencial presentado en este capítulo ha permitido establecer una base sólida y multidimensional que sustenta la propuesta de una metodología innovadora para la enseñanza de circuitos eléctricos. A través de la revisión del estado del arte, se ha evidenciado una clara tendencia en la educación en ingeniería en México hacia la adopción de ambientes no convencionales, que integran metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y el aula invertida, apoyadas en herramientas tecnológicas como simuladores y laboratorios remotos. Experiencias documentadas en instituciones nacionales demuestran que estos enfoques no solo son viables, sino que resultan efectivos para mantener la continuidad

educativa, mejorar la comprensión conceptual y desarrollar competencias profesionales clave, incluso en contextos desafiantes como el de la pandemia. Este análisis del estado del arte no solo justifica la pertinencia de la investigación, sino que también identifica áreas de oportunidad, como la necesidad de profundizar en la evaluación del impacto a largo plazo y en la formación docente específica para estos entornos.

El andamiaje teórico, construido a partir de las teorías del aprendizaje experiencial de Kolb, el aprendizaje significativo de Ausubel y las corrientes constructivistas, proporciona la lente a través de la cual se comprende y se orienta el fenómeno educativo en estudio. La teoría de Kolb resulta fundamental al proponer un ciclo de aprendizaje que integra la experiencia concreta (a través de simuladores y experimentación), la reflexión y la conceptualización, alineándose perfectamente con la naturaleza práctica de la ingeniería. Paralelamente, la perspectiva de Ausubel subraya la importancia de anclar los nuevos conocimientos sobre circuitos eléctricos en las estructuras cognitivas previas del estudiante, un proceso que las metodologías activas y el autodescubrimiento facilitan de manera notable. El constructivismo, en sus diversas vertientes, refuerza la idea de que el conocimiento se construye activamente, posicionando al estudiante como protagonista y al docente como un facilitador que diseña experiencias de aprendizaje retadoras. La delimitación del marco conceptual ha sido crucial para definir con precisión los términos y ejes que guían esta investigación, evitando ambigüedades y estableciendo un lenguaje común. Conceptos como metodología innovadora, aprendizaje autónomo y por autodescubrimiento, ambientes de aprendizaje no convencionales, y el rol del docente como facilitador adquieren una significación específica y operativa dentro del contexto de la enseñanza de circuitos eléctricos para estudiantes de Ingeniería en Cibernética. Esta precisión conceptual no solo estructura la propuesta metodológica, sino que también sienta las bases para un diagnóstico claro y una intervención educativa coherente y evaluable. La claridad en estos conceptos asegura que la innovación propuesta no sea una mera aplicación de técnicas, sino una transformación pedagógica fundamentada.

Por último, los marcos histórico, contextual, legal y normativo han permitido situar la propuesta en una realidad concreta, reconociendo sus condicionantes y alineándose con las directrices vigentes. El recorrido histórico muestra una evolución desde modelos tradicionales hacia enfoques híbridos y experienciales, acelerada por la digitalización y la pandemia, lo que confirma

que la investigación se inscribe en una tendencia actual y necesaria. El análisis contextual en la Universidad Marista de Guadalajara y en el entorno de Jalisco revela la pertinencia de formar ingenieros con autonomía y capacidad de resolver problemas complejos, respondiendo a las demandas del sector productivo. Asimismo, la revisión del marco legal mexicano y los criterios de acreditación (como los de CACEI) proporcionan el respaldo normativo que legitima y orienta la implementación de metodologías innovadoras, activas y centradas en el estudiante, asegurando que la propuesta contribuya al fortalecimiento de la calidad educativa en el programa de Ingeniería en Cibernética de la UMG.

CAPÍTULO 3. FUNDAMENTOS METODOLÓGICOS Y RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN.

El presente capítulo describe los fundamentos metodológicos que orientan la investigación y la estructura del proceso investigativo que sustenta la propuesta pedagógica planteada. Se aborda el enfoque metodológico, el diseño de la investigación, la operacionalización de variables, así como los métodos, técnicas e instrumentos que permitirán obtener información relevante para el análisis del problema de estudio. La investigación se centra en el diseño de una metodología didáctica basada en el método de indagación guiada (*Inquiry-Based Learning*, IBL) aplicada a la enseñanza de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética. Este enfoque pedagógico promueve el aprendizaje activo mediante la formulación de preguntas, la exploración experimental, el análisis de resultados y la construcción autónoma del conocimiento por parte del estudiante. Diversos estudios en educación en ingeniería han demostrado que los enfoques basados en indagación favorecen el desarrollo del pensamiento crítico, la comprensión conceptual profunda y la capacidad para resolver problemas complejos (Prince & Felder, 2006; Freeman *et al.*, 2014; Hmelo-Silver, Duncan & Chinn, 2007).

La enseñanza tradicional de circuitos eléctricos ha estado históricamente centrada en la exposición magistral y la resolución de ejercicios en el pizarrón, lo cual limita en muchos casos la comprensión conceptual profunda de los fenómenos eléctricos. Investigaciones recientes en educación en ingeniería sugieren que las metodologías activas, particularmente aquellas basadas en experimentación, simulación y aprendizaje experiencial pueden mejorar significativamente la comprensión conceptual de los estudiantes y su capacidad para transferir conocimientos a contextos reales (Kolb, 2015; Felder & Brent, 2016; Prince, 2020). Desde una perspectiva constructivista del aprendizaje, el conocimiento no se transmite de forma pasiva, sino que se construye activamente a través de la interacción del individuo con su entorno. Este principio ha sido ampliamente desarrollado en las teorías de aprendizaje de Piaget y Vygotsky, quienes sostienen que el aprendizaje significativo surge cuando los estudiantes participan activamente en la resolución de problemas y en la construcción de estructuras cognitivas complejas (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978). En consecuencia, el diseño metodológico de esta investigación se orienta a crear ambientes de aprendizaje experiencial, donde los estudiantes interactúan con fenómenos eléctricos reales o simulados y reflexionan sobre los resultados obtenidos.

Los aspectos operativos de la presente investigación doctoral comprenden el conjunto de acciones, procedimientos y decisiones que permitieron implementar de manera organizada la metodología innovadora y obtener resultados confiables dentro del contexto de la Universidad Marista de Guadalajara. Estos aspectos se estructuraron en coherencia con el enfoque metodológico mixto adoptado, asegurando la articulación entre los objetivos, las variables de estudio, los instrumentos y el entorno educativo real donde se desarrolló la intervención (Creswell & Plano Clark, 2018; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018; Tashakkori & Teddlie, 2010).). Uno de los elementos centrales fue la organización temporal del estudio, la cual se llevó a cabo en dos ciclos académicos consecutivos. En el primero se trabajó con un grupo control bajo la metodología tradicional, mientras que en el segundo se implementó la propuesta innovadora con un grupo experimental. Esta secuencia permitió establecer comparaciones directas y evitar interferencias entre los grupos, fortaleciendo la validez de los resultados obtenidos. La implementación de la metodología innovadora implicó el diseño de materiales didácticos orientados al autodescubrimiento, la incorporación de simuladores como herramientas de aprendizaje y la estructuración de actividades experienciales. En este proceso, el docente asumió un rol de facilitador, reduciendo su intervención directa para fomentar la autonomía y el aprendizaje activo de los estudiantes.

3.1. Cuadro Operacionalización de variables.

La operacionalización de variables constituye un proceso fundamental dentro del diseño metodológico de la investigación, ya que permite traducir conceptos teóricos en elementos observables y medibles que facilitan la recolección y el análisis de datos (Hernández-Sampieri, Fernández & Baptista, 2014). En el contexto de esta investigación se identifican dos variables principales: la variable independiente que es la metodología de enseñanza basada en indagación guiada y la variable dependiente que es el fortalecimiento del aprendizaje de circuitos eléctricos.

Tabla 1.*Matriz de operacionalización de variables.*

<i>Pregunta de Investigación</i>	<i>Hipótesis</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Objetivos Específicos</i>	<i>Variables</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Indicadores</i>
<i>¿Cómo se puede contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025?</i>	Una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para el mejoramiento de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos, articulada con ambientes de aprendizaje no convencionales, actividades de indagación guiada y resolución activa de problemas de los estudiantes de Cibernética en la Universidad Marista de Guadalajara durante los años académicos 2024–2025.	Diseñar una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para el mejoramiento de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025.	1. Analizar los fundamentos teóricos y pedagógicos que sustentan la enseñanza de circuitos eléctricos en educación superior.	Independientes: - Actividades autónomas - Estrategias de autodescubrimiento Dependientes: - Nivel de autonomía - Comprensión conceptual	Estrategias pedagógicas activas	- Indagación guiada. - Uso de aula invertida. - Implementación de simulación. - Actividades de autodescubrimiento. - Nivel de participación activa.
			2. Caracterizar las estrategias pedagógicas y los ambientes de aprendizaje no convencionales reportados en investigaciones previas.	Independientes: - Estrategia didáctica - Estructura metodológica Dependientes: - Coherencia pedagógica - Pertinencia didáctica		
			3. Examinar la relación entre la aplicación de la metodología propuesta y la comprensión conceptual de los estudiantes de Ingeniería en Cibernética	Independientes: - Tipo de material - Intervención docente Dependientes: - Uso autónomo - Claridad del material	Tecnología integrada y mediación docente	- Uso estructurado de simuladores. - Intervención docente estratégica. - Retroalimentación formativa. - Tiempo dedicado a práctica vs. Exposición - Resultados en evaluaciones. - Capacidad de análisis de circuitos. - Transferencia a nuevos problemas. - Diseño y simulación correcta de circuitos. - Resolución autónoma de problemas. - Integración teoría-práctica. - Actitud hacia el aprendizaje activo.
			4. Elaborar una metodología de enseñanza de circuitos eléctricos basada en recursos tecnológicos alternativos y ambientes no convencionales.	Independientes: - Tipo de metodología - Uso de simuladores Dependientes: - Desempeño académico - Mejora pre-post		
			5. Validar la metodología propuesta mediante juicio de expertos, pertinencia, validez factibilidad y aplicabilidad.	Independientes: - Juicio de expertos Dependientes: - Validación de la propuesta	Perfil experto; valoración técnica; consenso experto.	Grado académico de los expertos, experiencia profesional, área de especialidad, observaciones emitidas, media, mediana y rango intercuartílico de las valoraciones.

En la Tabla 1. Se presenta la matriz de operacionalización que permite establecer la relación entre los conceptos teóricos, sus dimensiones y los indicadores observables. En la presente investigación permitió transformar los conceptos centrales del estudio en dimensiones, indicadores e instrumentos observables, con el propósito de evaluar de manera objetiva el impacto de una metodología innovadora aplicada a la enseñanza de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara. Considerando el diseño metodológico mixto y cuasi experimental del estudio, se trabajó con dos grupos: un grupo control que cursó la asignatura bajo la metodología tradicional y un grupo experimental que participó en la implementación de la nueva metodología basada en ambientes no convencionales, aprendizaje experiencial, simuladores y materiales didácticos orientados al autodescubrimiento. Esta estructura permitió establecer comparaciones entre ambos grupos a través de instrumentos cuantitativos y cualitativos, así como representar los resultados mediante gráficas de barras, gráficas de mejora, diagramas de caja y análisis estadístico descriptivo e inferencial.

La variable independiente de la investigación fue la metodología innovadora para la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes no convencionales. Esta variable se definió conceptualmente como el conjunto articulado de estrategias pedagógicas, recursos didácticos y actividades de aprendizaje experiencial diseñadas para favorecer la comprensión de circuitos eléctricos mediante una menor intervención directa del docente y una mayor participación autónoma del estudiante. Desde el punto de vista operacional, esta variable se aplicó en el grupo experimental mediante el uso de simuladores digitales, actividades guiadas de autodescubrimiento, aula invertida, ejercicios prácticos, materiales didácticos estructurados y acompañamiento docente bajo un rol de facilitador. Sus principales dimensiones fueron el diseño didáctico de la metodología, el uso de recursos tecnológicos, la estructura de las actividades experienciales, el nivel de autonomía promovido y el tipo de intervención docente. Estas dimensiones fueron observadas mediante guías de observación, rúbricas de desempeño, entrevistas semiestructuradas y registros de implementación durante el curso.

En la presente investigación no se definió una variable interviniente de manera independiente, debido a que el estudio se centró en analizar la relación directa entre la metodología innovadora aplicada y los resultados de aprendizaje obtenidos por los estudiantes. Si bien pueden existir factores externos que influyan en el desempeño académico, como la motivación personal, los conocimientos previos, el acceso a recursos tecnológicos o los hábitos de estudio, estos elementos fueron considerados dentro del contexto general de la investigación y controlados parcialmente mediante la aplicación del pretest, la comparación entre grupo control y grupo experimental, y el uso de instrumentos comunes para ambos grupos. Por ello, la investigación se concentró en la relación entre la variable independiente y la variable dependiente, sin incorporar formalmente una variable interviniente dentro del modelo de análisis.

3.2. Diseño metodológico.

En el contexto de la presente investigación, se orienta a analizar la pertinencia de una metodología basada en indagación guiada para la enseñanza de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética. Para ello se plantea una estrategia metodológica que permite evaluar el impacto de dicha metodología en el aprendizaje de los estudiantes, considerando tanto la comprensión conceptual de los principios eléctricos como el desarrollo de habilidades de análisis y resolución de problemas en el ámbito de los circuitos eléctricos.

3.2.1. Definición del enfoque, diseño y tipo de investigación de la tesis.

La investigación se desarrolla bajo un enfoque mixto, debido a que busca analizar la relación entre la implementación de una metodología didáctica específica y los resultados obtenidos en el aprendizaje de los estudiantes mediante la medición de variables observables (Hernández-Sampieri *et al.*, 2014) e integra elementos cualitativos que permiten comprender las percepciones, experiencias y dinámicas del proceso de enseñanza-aprendizaje, logrando así una visión más completa del fenómeno educativo

mediante la combinación de datos cuantitativos y cualitativos (Creswell & Creswell, 2018). El diseño metodológico corresponde a un diseño explicativo-secuencial, en el cual se comparan los resultados de aprendizaje obtenidos mediante la implementación de la metodología propuesta con los resultados obtenidos mediante metodologías tradicionales. Este tipo de diseño es común en investigaciones educativas donde no siempre es posible asignar aleatoriamente a los participantes a grupos experimentales y de control (Creswell, 2014). Asimismo, el estudio se enmarca en un diseño mixto de tipo secuencial explicativo, en el cual los datos cuantitativos se recolectan y analizan en una primera fase, seguidos por la obtención de información cualitativa que permite profundizar e interpretar los resultados numéricos, fortaleciendo así la comprensión del fenómeno estudiado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Puede clasificarse principalmente como descriptiva y correlacional, con algunos elementos de carácter exploratorio en su fase inicial, debido a la naturaleza del problema y al enfoque metodológico adoptado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En primer lugar, el estudio posee un componente descriptivo, ya que busca caracterizar y detallar cómo se desarrolla el proceso de enseñanza de circuitos eléctricos bajo dos enfoques distintos: el tradicional y el innovador basado en aprendizaje experiencial. La investigación describe el comportamiento de variables como el desempeño académico, la autonomía y la comprensión conceptual de los estudiantes, sin limitarse únicamente a la observación, sino sistematizando información relevante del contexto educativo. De acuerdo con Roberto Hernández Sampieri, los estudios descriptivos buscan especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos o fenómenos (Hernández Sampieri *et al.*, 2014), lo cual se alinea directamente con los objetivos de esta tesis. Asimismo, la investigación presenta un carácter correlacional, dado que analiza la relación entre variables independientes (como la metodología innovadora, el uso de simuladores y el aprendizaje experiencial) y variables dependientes como el desempeño académico, la autonomía y la comprensión conceptual. En este sentido, no solo se describen los fenómenos, sino que se examina el grado en que la implementación de la metodología influye en los resultados de aprendizaje. Según Carlos Ramos-Galarza, los estudios correlacionales tienen como finalidad determinar la relación o asociación entre dos o más variables en un contexto específico (Ramos-Galarza, 2020), lo cual es

consistente con el análisis comparativo entre el grupo control y el grupo experimental realizado en esta investigación.

Por otro lado, el estudio también presenta un componente exploratorio, particularmente en la fase inicial del diseño de la metodología innovadora, ya que aborda un fenómeno que, aunque ha sido estudiado en otros contextos, presenta particularidades dentro del entorno específico de la Universidad Marista de Guadalajara. Este tipo de investigación permite generar un primer acercamiento al problema, identificar variables relevantes y orientar el diseño de la intervención pedagógica. En este sentido, César Augusto Bernal señala que los estudios exploratorios se utilizan cuando el fenómeno es poco estudiado o requiere ser analizado desde nuevas perspectivas (Bernal, 2016).

3.2.2. Definición de métodos, técnicas e instrumentos de obtención de datos.

En la presente investigación, la obtención de datos se organizó a partir de la definición articulada de métodos, técnicas e instrumentos, con el propósito de recopilar información suficiente, pertinente y confiable para valorar la metodología propuesta. Los métodos se entendieron como el conjunto de procedimientos sistemáticos que orientaron el proceso de indagación, análisis e interpretación de la información; en este caso, en la presente investigación se asumieron métodos de obtención del conocimiento teórico y empírico, debido a que el estudio requirió tanto la fundamentación conceptual de la propuesta como la comprobación de su pertinencia en un contexto educativo real.

Los métodos teóricos permitieron analizar, organizar e interpretar los referentes pedagógicos relacionados con el aprendizaje significativo, el constructivismo, la indagación guiada, la autonomía del estudiante, el pensamiento crítico y el uso de recursos tecnológicos alternativos en la enseñanza de circuitos eléctricos. A través de estos métodos fue posible establecer relaciones entre los fundamentos educativos y la metodología propuesta, así como construir una explicación coherente del objeto de estudio.

Los métodos teóricos utilizados en la presente investigación fueron el analítico-sintético, el histórico-lógico y el inductivo-deductivo. El método analítico-sintético permitió descomponer los referentes pedagógicos relacionados con el aprendizaje significativo, el constructivismo, la indagación guiada, la autonomía del estudiante, el pensamiento crítico y el uso de recursos tecnológicos alternativos, para posteriormente integrarlos en una explicación coherente de la propuesta metodológica. El método histórico-lógico facilitó revisar el desarrollo de las estrategias pedagógicas y tecnológicas aplicadas a la enseñanza de circuitos eléctricos, considerando sus antecedentes, evolución y pertinencia actual en la educación superior en ingeniería. Por último, el método inductivo-deductivo permitió partir de los hallazgos teóricos y empíricos para construir relaciones explicativas entre la metodología propuesta y la mejora de la comprensión teórico-práctica de los estudiantes.

Por su parte, los métodos empíricos permitieron obtener información directa de la realidad investigada mediante la aplicación de pretest, posttest, observación sistemática, entrevistas semiestructuradas y juicio de expertos.

De esta manera, la combinación de ambos niveles de conocimiento permitió sustentar teóricamente la investigación, recopilar evidencias del trabajo de campo y valorar la contribución de la metodología basada en recursos tecnológicos alternativos al mejoramiento de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética.

Las técnicas corresponden a las formas específicas mediante las cuales se recopiló la información en el trabajo de campo, tales como la aplicación de pruebas pretest y posttest, la observación sistemática, las entrevistas semiestructuradas y el juicio de expertos. Por su parte, los instrumentos fueron los recursos concretos utilizados para registrar los datos obtenidos, entre ellos los cuestionarios de diagnóstico y evaluación final, las rúbricas de desempeño, las guías de observación, el guion de entrevista y las matrices de validación Delphi. Esta definición permitió asegurar la correspondencia entre los objetivos de investigación, las variables de estudio y las evidencias necesarias para valorar la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos, la autonomía, el pensamiento crítico y la pertinencia de la propuesta metodológica.

1. Observación educativa

Permite registrar el comportamiento de los estudiantes durante el desarrollo de las actividades experimentales, particularmente en aspectos relacionados con la participación, la resolución de problemas y la colaboración, específicamente en el análisis, simulación y comprensión de circuitos eléctricos. La observación constituye una herramienta fundamental para comprender los procesos de aprendizaje en ambientes experimentales, especialmente en disciplinas de carácter técnico como la ingeniería eléctrica, donde la interacción con fenómenos físicos y modelos de circuitos favorece la construcción del conocimiento (Cohen, Manion & Morrison, 2018).

2. Pruebas de conocimiento

Se aplicará una prueba diagnóstica antes de la implementación de la propuesta metodológica y una prueba posterior con el fin de evaluar el nivel de comprensión de los conceptos fundamentales de circuitos eléctricos, en el contexto de la formación en ingeniería, particularmente en el análisis, modelado y resolución de problemas asociados a sistemas eléctricos.

3. Rúbricas de evaluación

Las rúbricas permitirán valorar el desempeño de los estudiantes durante la realización de los experimentos y actividades de indagación, considerando aspectos como la formulación de hipótesis, el análisis de resultados y la capacidad de establecer conclusiones, ya que constituyen instrumentos que facilitan la evaluación objetiva y sistemática de competencias complejas y procesos de aprendizaje (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

3.2.3. Desarrollo de los instrumentos de obtención de datos.

Los instrumentos utilizados en la investigación serán diseñados específicamente para evaluar la comprensión conceptual y la capacidad de análisis de circuitos eléctricos por parte de los estudiantes.

1. Prueba diagnóstica

La prueba diagnóstica incluirá preguntas relacionadas con conceptos fundamentales de electrónica, tales como: Voltaje, Corriente, Resistencia, Potencia eléctrica y análisis de circuitos simples. El objetivo de esta prueba es identificar el nivel inicial de conocimientos de los estudiantes antes de la implementación de la metodología propuesta.

Se adjunta en el anexo 2 el instrumento correspondiente a la prueba diagnóstica y al postest, con el propósito de transparentar el proceso de recolección de datos y permitir la verificación de la validez y pertinencia de los reactivos utilizados en la investigación. La inclusión de estos instrumentos responde a criterios de rigor metodológico, ya que facilita la replicabilidad del estudio y la evaluación externa de su calidad, al evidenciar la congruencia entre los objetivos, las variables y los ítems aplicados. Asimismo, documentar los instrumentos fortalece la confiabilidad del proceso investigativo al mostrar de manera explícita cómo se operacionalizó la medición del aprendizaje en los estudiantes (Rojas Crotte, 2020). Se adjunta la prueba diagnóstica en el anexo 2.

2. Prueba final

La prueba final evaluará la comprensión de principios fundamentales de análisis de circuitos, incluyendo: Ley de Ohm, Ley de corrientes de Kirchhoff, Ley de voltajes de Kirchhoff y análisis de circuitos resistivos. Las preguntas incluirán ejercicios de cálculo, interpretación conceptual y análisis de diagramas eléctricos.

3. Rúbrica de evaluación experimental

La rúbrica permitirá evaluar el desempeño de los estudiantes durante las actividades experimentales considerando los siguientes criterios.

- Formulación de hipótesis
- Análisis de datos experimentales
- Interpretación de resultados
- Elaboración de conclusiones

Este instrumento permitirá evaluar no solo el conocimiento teórico, sino también las habilidades de pensamiento científico desarrolladas durante el proceso de aprendizaje. Se adjunta el instrumento posttest en el anexo 2.

4. Entrevista semiestructurada

El desarrollo del instrumento de obtención de datos mediante entrevista se llevó a cabo a partir de la definición de las variables y objetivos de la investigación, con el fin de asegurar la pertinencia y coherencia de la información a recolectar. Se diseñó una guía de entrevista semiestructurada, compuesta por un conjunto de preguntas abiertas organizadas en categorías temáticas como percepción del aprendizaje, experiencia con la metodología innovadora, uso de simuladores y nivel de autonomía durante el curso. Este tipo de instrumento permitió mantener una estructura básica en la recolección de datos, al tiempo que ofreció flexibilidad para profundizar en aspectos relevantes emergentes durante la interacción con los participantes. La guía fue revisada y ajustada para garantizar claridad, secuencia lógica y alineación con los objetivos del estudio, favoreciendo así la obtención de información rica, contextualizada y significativa que complementa los resultados cuantitativos de la investigación.

3.2.4. Determinación de la muestra y su criterio de selección.

La población de estudio estará conformada por 110 estudiantes del programa de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara que cursan la asignatura relacionada con circuitos eléctricos, la muestra será seleccionada mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando a los estudiantes inscritos en el curso durante el periodo académico correspondiente. Este tipo de muestreo es adecuado cuando los participantes son elegidos por su accesibilidad y disponibilidad dentro de un contexto específico de estudio (Otzen & Manterola, 2017). El criterio de selección incluirá a los estudiantes inscritos en la asignatura de circuitos eléctricos y que tengan disponibilidad para participar en las actividades experimentales, lo cual es consistente con estudios aplicados en contextos educativos donde los grupos ya están previamente definidos (Hernández Sampieri *et al.*, 2014).

Se justifica esta muestra de estudiantes mediante la integración de los grupos correspondientes a cuatro semestres del programa de Ingeniería en Cibernética, debido a que cada grupo, de manera individual, presenta un número reducido de alumnos. Esta condición limita la posibilidad de realizar análisis comparativos y obtener datos con suficiente consistencia metodológica si se trabajara únicamente con un solo semestre. Por ello, la agrupación de varios semestres académicos permite contar con una base muestral más amplia, favoreciendo una mejor representación de la población estudiantil vinculada al área de circuitos eléctricos.

Desde el punto de vista metodológico, esta decisión resulta pertinente porque los estudiantes de los cuatro semestres seleccionados comparten rasgos académicos e institucionales comunes, al pertenecer al mismo programa educativo, desarrollarse dentro del mismo contexto universitario y cursar asignaturas articuladas con la formación en electrónica y circuitos. Además, al tratarse de grupos de 15 estudiantes, la unificación de estos no solo incrementa la viabilidad del estudio, sino que también fortalece la confiabilidad de los resultados al permitir observar tendencias más estables en relación con la comprensión conceptual, la autonomía y la resolución de problemas.

Con el propósito de complementar el análisis, se llevarán a cabo cinco entrevistas semiestructuradas a estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara. La selección de los participantes se realizará mediante un muestreo intencional, no probabilístico por conveniencia, considerando criterios como el nivel de desempeño académico (alto, medio y bajo), grado de participación en clase y experiencia durante la implementación de la metodología innovadora, con el fin de obtener una muestra representativa de distintas perspectivas (Otzen & Manterola, 2017). Esta estrategia permitirá incluir diversidad de opiniones y enriquecer la comprensión del fenómeno estudiado. La técnica utilizada será la entrevista semiestructurada, la cual facilita la obtención de información detallada y contextualizada al permitir guiar la conversación mediante preguntas previamente diseñadas, manteniendo al mismo tiempo la flexibilidad para profundizar en aspectos relevantes que emerjan durante el diálogo (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). Las entrevistas serán registradas y posteriormente analizadas mediante técnicas de categorización temática. La guía de entrevistas semiestructuradas se encuentra en el anexo 2.

3.3. Trabajo de campo

El trabajo de campo se desarrolló como un procedimiento organizado y sistemático orientado a la obtención, registro y posterior análisis de los datos necesarios para valorar la metodología propuesta. Para ello, se estableció un cronograma de acciones que se encuentra en el anexo 1, que permitió ordenar las distintas etapas del proceso, desde la preparación de los instrumentos, la autorización institucional y la organización de los grupos participantes, hasta la aplicación del pretest, el desarrollo de la intervención metodológica, la aplicación del posttest, la observación de las actividades, la realización de entrevistas y la validación de la propuesta mediante juicio de expertos. En cada una de estas acciones se definieron los responsables, los participantes involucrados y los recursos requeridos, tales como cuestionarios, rúbricas, guías de observación, simuladores, equipos de cómputo, materiales didácticos y formatos de registro. Asimismo, el trabajo de campo contempló la recopilación de evidencias documentales y

visuales que respaldaron el procedimiento seguido, las cuales se integraron en el anexo 2. El trabajo de campo constituyó una guía operativa que permitió garantizar la organización, trazabilidad y coherencia metodológica del proceso de recolección de información, asegurando que los datos obtenidos respondieran a los objetivos de la investigación y permitieran valorar la comprensión teórico-práctica de los circuitos eléctricos, la autonomía, el pensamiento crítico y la pertinencia de la propuesta de transformación.

3.3.1 Ajustes al trabajo de campo

Previo al desarrollo del trabajo de campo, se llevaron a cabo diversas acciones orientadas a garantizar la viabilidad, pertinencia y rigor metodológico de la investigación, permitiendo optimizar la propuesta y anticipar posibles dificultades en su implementación en la enseñanza de circuitos eléctricos en la UMG. En primera instancia, se realizó una revisión y ajuste de la metodología, reorganizando las actividades de aprendizaje experiencial, la secuenciación de contenidos y los tiempos de ejecución, con base en las características del grupo y las condiciones institucionales. Asimismo, se perfeccionaron los materiales didácticos diseñados para el autodescubrimiento, asegurando su claridad, coherencia y alineación con los principios fundamentales de los circuitos eléctricos. De manera paralela, se llevó a cabo la validación de los instrumentos de recolección de datos (pretest, posttest, rúbricas, guías de observación e instrumentos cualitativos) mediante juicio de expertos y una prueba piloto, lo que permitió mejorar su confiabilidad, ajustar niveles de dificultad y garantizar su pertinencia para medir las variables de estudio. También, se desarrolló un proceso de capacitación del docente, quien asumió el rol de facilitador durante la implementación de la metodología innovadora, familiarizándose con el uso de simuladores como PhET y Tinkercad, así como con un modelo pedagógico centrado en la autonomía del estudiante. En paralelo, se realizó una planificación logística que aseguró la disponibilidad de recursos tecnológicos, espacios adecuados y condiciones óptimas para el desarrollo de las actividades. Finalmente, se atendieron los aspectos éticos y administrativos,

incluyendo la obtención del consentimiento informado, la autorización institucional y la garantía de confidencialidad de los datos.

Para la validación de los instrumentos de recolección de datos, específicamente la prueba pretest y postest, se solicitó la participación de especialistas en educación, metodología de la investigación y enseñanza de circuitos eléctricos, quienes revisaron los reactivos considerando su alineación con los objetivos del estudio, las variables operacionalizadas y los contenidos fundamentales de la asignatura. Esto permitió realizar ajustes progresivos a los instrumentos antes de su implementación definitiva, fortaleciendo su validez de contenido y reduciendo posibles ambigüedades en la interpretación de los reactivos. Después de la revisión realizada por expertos, se considera que los instrumentos pretest y postest presentan pertinencia, claridad, coherencia y suficiencia para evaluar el nivel de conocimiento inicial y final de los estudiantes en la asignatura de circuitos eléctricos. Las observaciones emitidas permitieron realizar ajustes en la redacción, nivel de dificultad y organización de algunos reactivos, fortaleciendo la validez de contenido de los instrumentos. En consecuencia, ambos cuestionarios se consideran adecuados para su aplicación en el trabajo de campo, ya que permiten obtener información objetiva sobre el aprendizaje alcanzado y facilitan la comparación entre el grupo control y el grupo experimental.

3.3.1 Prueba Piloto

Esta prueba piloto se llevó a cabo durante el último mes del ciclo previo a la intervención formal, utilizando un grupo reducido de ocho estudiantes provenientes del curso de circuitos eléctricos del ciclo 2023–2024, quienes ya habían concluido los contenidos básicos del programa y aceptaron participar de manera voluntaria para validar la propuesta metodológica. Esta fase permitió comprobar, en menor escala, la pertinencia de los materiales didácticos, la claridad de las instrucciones, la funcionalidad de los simuladores y la viabilidad operativa de las actividades antes de su aplicación definitiva, lo cual resulta congruente con el propósito de los estudios piloto, ya que estos permiten probar aspectos metodológicos y logísticos de una investigación con el fin de

identificar posibles ajustes y prevenir errores en estudios posteriores de mayor alcance (Díaz-Muñoz, 2020).

La sesión piloto se realizó en un ambiente controlado dentro del propio campus, utilizando una de las aulas híbridas disponibles. Se asignó a los estudiantes un conjunto de módulos de aprendizaje experiencial diseñados específicamente para la nueva metodología, los cuales incluían fichas de exploración, retos progresivos, experimentos guiados por descubrimiento y actividades basadas en simuladores como PhET y Tinkercad. Durante esta fase, el docente actuó únicamente como facilitador, interviniendo solo cuando los estudiantes no lograban avanzar después de un periodo razonable de exploración autónoma. Esto permitió evaluar si la estructura del material era lo suficientemente clara y si los recursos digitales permitían que los estudiantes construyeran conceptos fundamentales sin intervención constante del instructor.

Durante la prueba piloto se utilizaron instrumentos de observación para identificar la forma en que los estudiantes se enfrentaban a los desafíos planteados. Se registró el tiempo requerido para resolver cada actividad, la secuencia natural de decisiones tomada por los alumnos en los ejercicios de exploración, el grado de interacción con los materiales de apoyo y, especialmente, los momentos clave donde surgían dificultades conceptuales o procedimentales. También se analizaron aspectos relativos a la motivación, participación activa, colaboración espontánea entre pares e interés generado por las actividades diseñadas bajo un enfoque experiencial. Los estudiantes demostraron iniciativa para manipular los simuladores, discutir hipótesis entre ellos y comparar resultados, evidenciando un comportamiento activo y autónomo que contrasta con la dinámica de un enfoque expositivo tradicional.

En cuanto a los resultados preliminares, la prueba piloto permitió detectar diversas áreas de mejora. Se observó, por ejemplo, que algunos módulos requerían ajustes en la secuencia de actividades para mejorar su fluidez, ya que ciertos estudiantes manifestaron dificultades al saltar de un concepto básico a uno más aplicado sin mediación suficiente. También se identificó la necesidad de reforzar las instrucciones iniciales para el uso de Tinkercad, debido a que algunos participantes no estaban familiarizados con su interfaz. Además, se detectó que los tiempos estimados para cada actividad eran menores que los

observados en la práctica, por lo que se ajustaron las duraciones sugeridas y se ampliaron algunas explicaciones dentro de las fichas de autodescubrimiento.

Cálculo de la muestra

La muestra principal del estudio estuvo conformada por 110 estudiantes de la asignatura de circuitos eléctricos, quienes integraron la base empírica para analizar el impacto de la metodología innovadora en el proceso de enseñanza-aprendizaje. No obstante, antes de aplicar formalmente los instrumentos a la muestra total, se realizó una prueba piloto con 8 estudiantes pertenecientes al grupo inicial, con el propósito de verificar la claridad de los reactivos, la funcionalidad de los procedimientos, la pertinencia de los tiempos de aplicación y la comprensión de las instrucciones. Esta decisión se fundamentó en la metodología de los estudios piloto, los cuales, de acuerdo con Díaz-Muñoz (2020), permiten probar en menor escala aspectos metodológicos, logísticos y procedimentales antes de ejecutar una investigación de mayor alcance, así como identificar problemas y realizar ajustes previos al estudio principal. Asimismo, para determinar el tamaño de la muestra piloto se tomó como referencia la fórmula propuesta por (Viechtbauer *et al.* en Díaz-Muñoz, 2020). La cual estima el número mínimo de participantes a partir de un nivel de confianza y una probabilidad esperada del evento a observar; al aplicar dicha fórmula con un nivel de confianza del 90 % y una probabilidad de 0.25, se obtuvo como resultado una muestra piloto de 8 estudiantes. De esta manera, la prueba piloto permitió fortalecer la validez operativa de los instrumentos pretest y posttest antes de su aplicación definitiva a los 110 estudiantes de la muestra general.

Se eligió un nivel de confianza de 0.90 y una probabilidad esperada de 0.25 porque la prueba piloto no tuvo como finalidad comprobar la hipótesis principal del estudio, sino verificar la viabilidad operativa, metodológica y logística de los instrumentos antes de aplicarlos a la muestra total de 110 estudiantes. En este sentido, Díaz-Muñoz (2020) señala que los estudios piloto son estudios pequeños de factibilidad o viabilidad que permiten probar aspectos metodológicos de una investigación posterior de mayor escala,

evitando iniciar el estudio principal sin certeza sobre el funcionamiento de los métodos propuestos. Asimismo, el autor explica que, para calcular el tamaño de muestra en estudios piloto, puede utilizarse (Viechtbauer *et al.* en Muñoz, 2020)., basada en la probabilidad del evento a evaluar y en un nivel de confianza definido por el investigador; en este caso, se asumió una probabilidad de 0.25 porque se consideró razonable anticipar que al menos una cuarta parte de los participantes podría presentar dificultades de comprensión, aplicación o respuesta ante los instrumentos, mientras que el nivel de confianza de 0.90 se seleccionó como criterio suficiente para una fase preliminar, exploratoria y logística, sin exigir el nivel más alto propio de un estudio confirmatorio. Bajo estos parámetros, la fórmula arrojó una muestra piloto de 8 estudiantes, cantidad adecuada para detectar posibles fallas en instrucciones, reactivos, tiempos de aplicación y organización del procedimiento antes de la aplicación definitiva en la muestra general.

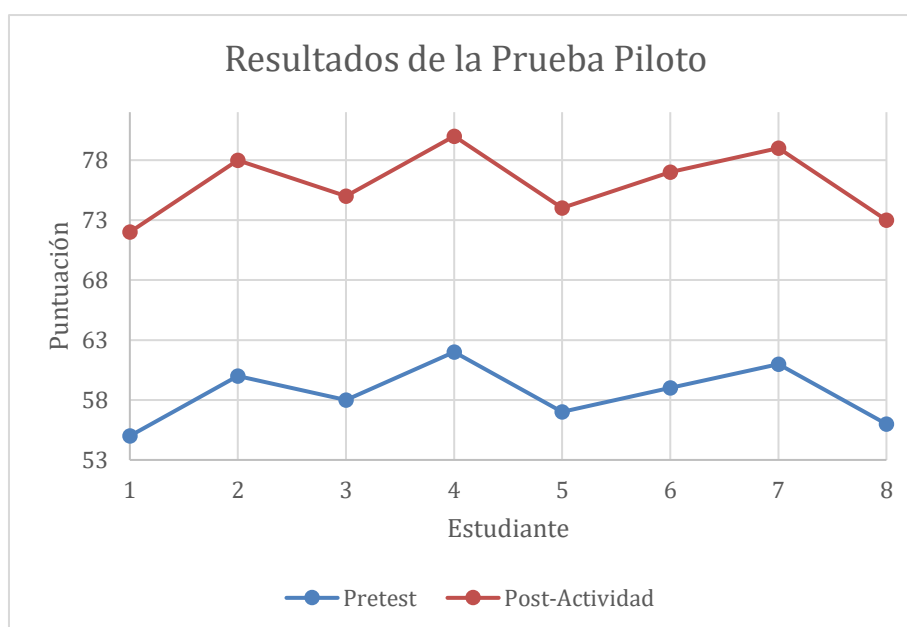
Objetivos logísticos

Con base en los planteamientos de Díaz-Muñoz (2020), dentro de la prueba piloto se consideraron objetivos logísticos orientados a verificar las condiciones operativas necesarias para la ejecución adecuada del estudio principal. En este sentido, la aplicación piloto permitió estimar el tiempo requerido para la administración de los instrumentos pretest y posttest, valorar la comprensión de las instrucciones por parte de los estudiantes, identificar posibles dificultades en el uso de los recursos tecnológicos y revisar la organización necesaria para la recolección y sistematización de los datos. Asimismo, esta fase facilitó la evaluación de la disponibilidad de recursos, la pertinencia de los espacios de aplicación, la funcionalidad de los equipos de cómputo y la viabilidad del manejo de la información obtenida. Lo anterior resulta congruente con lo señalado por (Díaz-Muñoz, 2020), quien afirma que los objetivos logísticos de un estudio piloto se relacionan con aspectos operativos y organizacionales, tales como la evaluación de tiempos, necesidades de recursos, manejo de información, interpretación de cuestionarios y aplicabilidad de los criterios de selección. Por tanto, los objetivos

logísticos de esta prueba piloto permitieron anticipar ajustes necesarios y asegurar que la aplicación posterior a la muestra general de 110 estudiantes se realizará de manera ordenada, confiable y metodológicamente consistente. La gráfica 1, presenta la comparación entre los puntajes obtenidos por los ocho estudiantes participantes en la prueba piloto, evaluados antes de la intervención (pretest) y después de realizar las actividades diseñadas bajo la metodología innovadora (postest). A simple vista, se observa una tendencia consistente de mejora en todos los participantes, lo cual constituye un indicio preliminar del impacto positivo del enfoque experiencial y del aprendizaje autónomo basado en simulación.

Gráfica 1.

Resultados de la prueba piloto.



Nota. La gráfica compara los resultados del pretest y postest de los ocho estudiantes que participaron en la prueba piloto. Se observa una mejora general en todos los casos, lo que sugiere que las actividades de aprendizaje experiencial, el uso de simuladores y los materiales de autodescubrimiento favorecieron la comprensión de los contenidos.

Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos durante la prueba piloto aplicada a estudiantes del curso de circuitos eléctricos, ciclo académico 2024–2025.

En la línea del pretest, los puntajes fluctúan entre 55 y 62 puntos, lo que muestra un nivel inicial relativamente homogéneo, pero con dominio conceptual limitado, alineado con la expectativa de un grupo que aún no ha tenido interacción con las actividades experienciales ni con el material diseñado para el autodescubrimiento. Esta distribución uniforme sugiere que los participantes iniciaron en condiciones similares, favoreciendo una evaluación válida de la intervención. En contraste, los puntajes del posttest evidencian un incremento notable, situándose entre 72 y 80 puntos. La mejora es consistente en todos los estudiantes, lo que indica que ninguno se mantuvo en el mismo nivel ni retrocedió en su desempeño. Este patrón sugiere que las actividades experienciales y el uso de simuladores permitieron una comprensión más profunda de los conceptos, posiblemente debido a la exploración activa, la retroalimentación visual inmediata y la manipulación autónoma de circuitos virtuales. La amplitud entre ambas líneas evidencia que, en promedio, los estudiantes mejoraron entre 15 y 20 puntos, lo cual es un avance considerable para una intervención de corta duración. Este diferencial refleja no solo un incremento en el dominio conceptual, sino también una mayor capacidad para resolver problemas aplicados, interpretar resultados y verbalizar procesos, elementos claves del aprendizaje de circuitos eléctricos.

Otro aspecto destacable es la regularidad del patrón de mejora, la distancia entre las líneas es prácticamente constante en todos los casos, lo que indica que la metodología benefició por igual tanto a los estudiantes con puntajes iniciales más altos como a los que presentaban desempeños más bajos. Esto es especialmente relevante, ya que demuestra que la metodología no favorece únicamente a perfiles avanzados, sino que es inclusiva y efectiva para diversos estilos y niveles de aprendizaje.

Al finalizar la prueba piloto, se aplicó un breve cuestionario de percepción para evaluar la experiencia de los estudiantes frente a la metodología. Los participantes expresaron que el aprendizaje a través de retos y simulaciones resultaba más interesante y dinámico, y que les permitía comprender con mayor claridad la relación entre los conceptos teóricos y su aplicación práctica. Asimismo, manifestaron que la mínima intervención del profesor los motivaba a asumir un rol más activo, aunque también señalaron que, en ciertos casos, hubiera sido útil contar con breves orientaciones adicionales para evitar

estancamientos prolongados. Estas observaciones fueron fundamentales para equilibrar el nivel de autonomía propuesto en la versión definitiva de la metodología.

3.3.2. Aplicación de los instrumentos.

Con el propósito de identificar el nivel inicial de conocimientos y competencias de los estudiantes en la asignatura de circuitos eléctricos, se llevó a cabo la aplicación de un instrumento diagnóstico (pretest) que se encuentra disponible en el anexo 2, al inicio del curso en ambos grupos participantes. Este instrumento permitió establecer una línea base sobre el dominio conceptual de temas fundamentales, así como detectar posibles vacíos de aprendizaje que pudieran influir en el desarrollo posterior de la asignatura. Su aplicación se realizó bajo condiciones controladas y homogéneas, garantizando la comparabilidad de los resultados entre el grupo control y el grupo experimental. De esta manera, el diagnóstico no solo cumplió una función evaluativa inicial, sino que también sirvió como referente clave para medir el impacto de la metodología innovadora implementada en el proceso formativo.

En cuanto a la aplicación de los instrumentos, se estableció un procedimiento uniforme para ambos grupos, incluyendo la aplicación de un pretest al inicio del curso, el uso de rúbricas durante el desarrollo de actividades, la observación sistemática de las sesiones y la aplicación de un posttest al finalizar (UIIX, s. f.). De manera complementaria, se realizaron entrevistas para obtener información cualitativa sobre la experiencia de aprendizaje, lo que permitió enriquecer la interpretación de los resultados. La información obtenida fue registrada de manera ordenada en formatos físicos y digitales disponibles en el anexo 2: los resultados del pretest y posttest se concentraron en hojas de cálculo para su posterior análisis estadístico; las rúbricas se sistematizaron en tablas de desempeño por estudiante; las observaciones se documentaron mediante notas de campo; y las entrevistas se registraron mediante notas escritas. Posteriormente, toda la información fue codificada, organizada por grupo y resguardada de forma confidencial para garantizar la trazabilidad, confiabilidad y seguridad de los datos utilizados en el análisis.

Prueba diagnóstica

Aplicación de Instrumento: Prueba diagnóstica de circuitos eléctricos (pretest)

Para establecer el nivel inicial de conocimientos de los estudiantes en la asignatura de circuitos eléctricos, se llevó a cabo la aplicación del instrumento pretest al inicio del curso en ambos grupos participantes. Este instrumento permitió evaluar de manera objetiva el dominio previo de conceptos fundamentales, tales como leyes básicas, análisis de circuitos y comprensión de variables eléctricas, proporcionando una línea base indispensable para el desarrollo de la investigación (Ver Figura 1). Su aplicación se realizó bajo condiciones uniformes para garantizar la validez y comparabilidad de los resultados, lo que permitió posteriormente contrastar los avances logrados tras la implementación de la metodología innovadora en el grupo experimental frente al grupo control. De esta forma, el pretest constituyó un elemento clave para medir el impacto real de la intervención pedagógica en el proceso de aprendizaje (Véase Anexo 2).

Figura 1.

Preparación y aplicación del instrumento.



Nota. La imagen muestra dos momentos del trabajo de campo: la preparación del material de evaluación y la aplicación del instrumento a los estudiantes en el aula.

Fuente: Registro fotográfico del proceso de aplicación de instrumentos en la Universidad Marista de Guadalajara, ciclo académico 2024–2025.

La propuesta metodológica incluyó el diseño de una serie de experimentos orientados a que los estudiantes descubrieran de manera activa los principios fundamentales de la electrónica. Estos experimentos fueron estructurados de forma progresiva, permitiendo que los participantes interactuaran con los conceptos a través de la observación, la simulación y la resolución de problemas prácticos. En el Apéndice se colocan dichos experimentos. Asimismo, se promovió el análisis de resultados y la formulación de conclusiones propias, favoreciendo un aprendizaje significativo basado en la experiencia directa. De esta manera, los estudiantes no solo comprendieron los fundamentos teóricos, sino que también lograron aplicarlos en situaciones concretas dentro del campo de los circuitos eléctricos.

Para evaluar los aprendizajes adquiridos por los estudiantes al finalizar el curso de circuitos eléctricos, se llevó a cabo la aplicación del instrumento posttest en ambos grupos participantes. Este instrumento, equivalente en estructura y contenido al pretest, permitió medir de manera objetiva el nivel de dominio alcanzado en los conceptos fundamentales de la asignatura, así como comparar los resultados obtenidos entre el grupo control y el grupo experimental. Su aplicación se realizó bajo condiciones estandarizadas, garantizando la validez y confiabilidad de los datos recopilados. Como se aprecia en la figura 2, el posttest constituyó un elemento clave para determinar el impacto de la metodología innovadora implementada, al permitir identificar los avances logrados y establecer diferencias significativas en el desempeño académico derivadas de los distintos enfoques pedagógicos utilizados.

Figura 2.

Aplicación de aprendizaje no convencional.



Nota. Las fotografías muestran el desarrollo de actividades de aprendizaje no convencional durante la intervención metodológica. Se observa a los estudiantes participando activamente en espacios de trabajo práctico y experimental, utilizando materiales, equipos e instrumentos de medición. Fuente: Registro fotográfico del proceso de intervención en la Universidad Marista de Guadalajara, ciclo académico 2024–2025.

3.3.3. Procesamiento de la información.

Para el procesamiento de la información obtenida en la investigación se estableció un método organizado en tres momentos complementarios: el procesamiento de los datos cuantitativos, el procesamiento de los datos cualitativos y la integración mixta de los resultados. (UIIX, s. f.) Este procedimiento permitió analizar de manera sistemática la información derivada de los instrumentos aplicados, incluyendo el pretest, posttest, rúbricas, observaciones y entrevistas. La finalidad fue transformar los datos recolectados en evidencias claras que permitieran valorar el impacto de la metodología innovadora aplicada a la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes no convencionales (Engelhardt & Beichner, 2004)

En primer lugar, el procesamiento de los datos cuantitativos se realizó a partir de la organización de los resultados obtenidos en el pretest y posttest aplicados tanto al grupo control como al grupo experimental. Los datos fueron concentrados en hojas de cálculo, donde se registró el identificador de cada estudiante, el grupo al que pertenecía, el puntaje obtenido en el diagnóstico inicial, el puntaje obtenido en la evaluación final y la diferencia entre ambos resultados, denominada mejora o ganancia de aprendizaje. Esta organización permitió construir una base de datos estructurada para realizar análisis descriptivos y comparativos entre los grupos. Posteriormente, se calcularon estadísticos descriptivos como media, desviación estándar, valores mínimos, máximos e intervalos de confianza, con el propósito de identificar el comportamiento general de los puntajes en cada grupo (Universidad de Investigación e Innovación de México [UIIX], s. f.). Estos resultados permitieron observar que ambos grupos iniciaron con niveles similares en el pretest, mientras que en el posttest el grupo experimental presentó un incremento mayor en comparación con el grupo control. Además, se calcularon las ganancias de aprendizaje para determinar la magnitud del avance de cada grupo después de la intervención.

Para fortalecer el análisis cuantitativo, se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales. Las pruebas t pareadas permitieron comparar los resultados pretest–posttest dentro de cada grupo, identificando si existieron cambios significativos en el aprendizaje después del curso. Las pruebas t independientes de Welch se utilizaron para comparar los resultados entre el grupo control y el grupo experimental, especialmente en el pretest, posttest y mejora (UIIX, s.f.). Asimismo, debido a que algunas variables no cumplieron completamente con el supuesto de normalidad, se incorporaron pruebas no paramétricas, como Wilcoxon y Mann–Whitney U, con el fin de confirmar la robustez de los hallazgos. También se calculó el tamaño del efecto para determinar la magnitud real de las diferencias observadas y no limitar el análisis únicamente a la significancia estadística.

Los resultados cuantitativos fueron representados mediante diversas gráficas. La gráfica de barras permitió comparar visualmente los promedios del pretest y posttest entre ambos grupos; la gráfica de mejora mostró la ganancia promedio de aprendizaje en cada grupo;

la gráfica de líneas evidenció la evolución del desempeño desde el diagnóstico inicial hasta la evaluación final; y el diagrama de caja permitió analizar la distribución, mediana, dispersión y consistencia de los puntajes. Estas representaciones facilitaron la interpretación de los datos y permitieron comunicar de forma clara las diferencias entre el enfoque tradicional y la metodología innovadora.

En segundo lugar, el procesamiento de los datos cualitativos se llevó a cabo con la información obtenida mediante observaciones y entrevistas semiestructuradas. Las observaciones fueron registradas en guías de campo, considerando aspectos como participación, autonomía, interacción con los simuladores, colaboración entre pares, nivel de dependencia del docente y respuesta ante las actividades de autodescubrimiento. Por su parte, las entrevistas fueron registrados mediante notas escritas.

El análisis cualitativo se desarrolló mediante un proceso de codificación abierta, axial y selectiva, en el cual se identificaron unidades de significado dentro de los discursos de los estudiantes y del docente (Sampieri, *et al*, 2010). A partir de esta revisión emergieron categorías como percepción del aprendizaje, uso de simuladores, autonomía del estudiante, rol del docente, motivación, participación y dificultades encontradas (Glaser & Strauss, 1989). Posteriormente, este análisis puede complementarse mediante un proceso de codificación axial, orientado a establecer relaciones entre las categorías y subcategorías identificadas, con el propósito de comprender cómo se articulan los distintos elementos de la experiencia educativa, por ejemplo, la relación entre el uso de simuladores, el incremento de la autonomía y la mejora en la comprensión conceptual. Cada categoría permitió agrupar fragmentos relevantes de las entrevistas y observaciones, facilitando la interpretación de las experiencias vividas durante la implementación de la metodología innovadora. Posteriormente, se realizó una organización temática de las categorías identificadas, estableciendo relaciones entre los testimonios de los estudiantes y los objetivos de la investigación. Por ejemplo, las expresiones relacionadas con “El uso del simulador favoreció una mejora en mi comprensión de los circuitos eléctricos” fueron agrupadas en la categoría de uso de simuladores y aprendizaje significativo; mientras que afirmaciones como “tuve que resolverlo por mi cuenta” fueron vinculadas con la categoría de autonomía. Este

procedimiento permitió interpretar cómo los estudiantes vivieron el proceso de aprendizaje y de qué manera la metodología influyó en su participación, motivación y comprensión de los circuitos eléctricos.

En tercer lugar, se desarrolló el procesamiento mixto de la información, el cual consistió en integrar los resultados cuantitativos y cualitativos para obtener una visión más completa del fenómeno estudiado. Esta integración se realizó mediante triangulación, comparando los resultados estadísticos con las evidencias obtenidas en entrevistas, observaciones y grupos focales. De esta forma, los datos cuantitativos permitieron demostrar que el grupo experimental obtuvo mejores resultados en el postest y una mayor ganancia de aprendizaje, mientras que los datos cualitativos ayudaron a explicar por qué ocurrió esta mejora, destacando factores como el uso de simuladores, el aprendizaje experiencial, el autodescubrimiento y la participación activa (UIIX, s.f.).

La integración mixta permitió comprobar que los resultados numéricos no fueron hechos aislados, sino que estuvieron acompañados por transformaciones observables en la dinámica de aprendizaje. Por ejemplo, la mejora estadísticamente significativa del grupo experimental se relacionó con testimonios que señalaron una mayor comprensión visual de los fenómenos eléctricos, una mayor autonomía para resolver problemas y una percepción positiva sobre el uso de materiales didácticos no convencionales. Del mismo modo, las observaciones de clase confirmaron que los estudiantes del grupo experimental participaron con mayor iniciativa y dependencia reducida del docente. El procesamiento mixto permitió construir una interpretación integral de los hallazgos, articulando evidencia cuantitativa y cualitativa en torno al impacto de la metodología innovadora. Este procedimiento fortaleció la validez de los resultados, ya que permitió contrastar diferentes fuentes de información y analizar el fenómeno desde varias dimensiones. En consecuencia, el método de procesamiento de datos no solo permitió medir el aprendizaje alcanzado, sino también comprender los procesos pedagógicos que explican la mejora observada en los estudiantes de Ingeniería en Cibernética. Así, la combinación de análisis estadístico, codificación cualitativa y triangulación mixta proporcionó una base sólida para sustentar la efectividad de la propuesta metodológica desarrollada en la investigación, ya que la integración de datos cuantitativos y

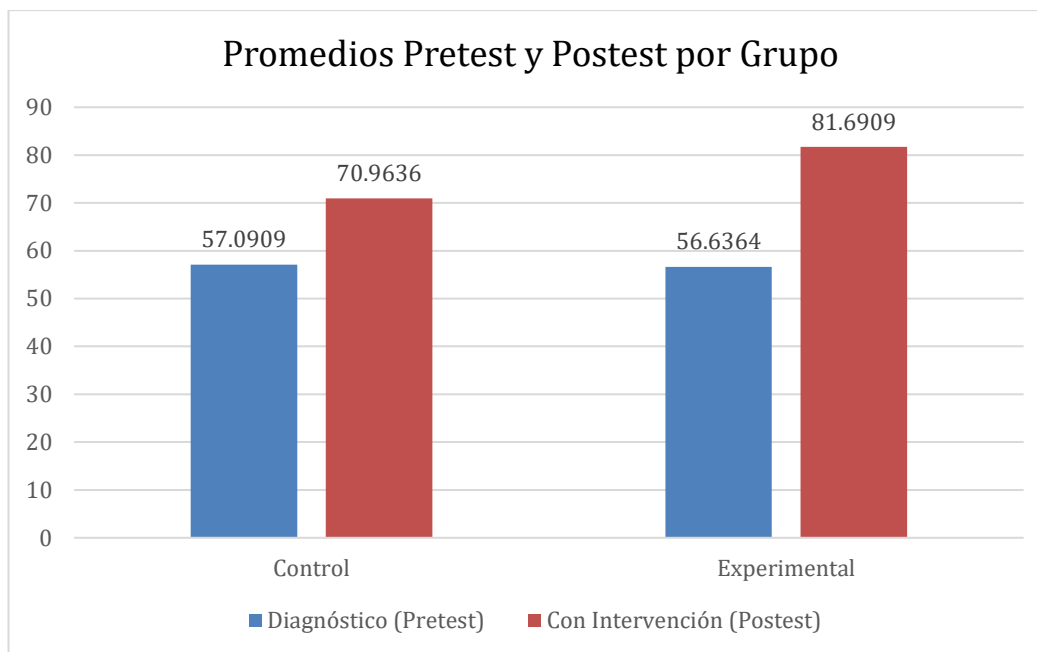
cualitativos permite obtener una comprensión más amplia, profunda y contextualizada del fenómeno estudiado (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018; Creswell & Plano Clark, 2018).

3.3.4. Graficación

La Gráfica 2, presenta la comparación de los puntajes promedio obtenidos en el pretest y el posttest para los grupos control y experimental, permitiendo visualizar de manera clara la evolución del aprendizaje en cada caso. Se observa que ambos grupos parten de niveles similares en el pretest, lo que confirma condiciones iniciales comparables; sin embargo, en el posttest el grupo experimental alcanza un incremento considerablemente mayor en sus resultados en comparación con el grupo control. Este comportamiento evidencia que la metodología innovadora implementada favorece un aprendizaje más efectivo, reflejado en un aumento significativo del desempeño académico. Asimismo, la diferencia entre los valores iniciales y finales en cada grupo permite apreciar el impacto de los distintos enfoques pedagógicos, destacando el potencial de los ambientes de aprendizaje no convencionales para fortalecer la comprensión de los contenidos en circuitos eléctricos.

Gráfica 2.

Promedios de pretest y posttest por grupo.



Nota. La gráfica compara los promedios del pretest y postest en los grupos control y experimental. Ambos iniciaron con puntajes similares, cercanos a 57 puntos, pero después de la intervención el grupo experimental obtuvo un promedio superior, lo que evidencia un mayor incremento en el aprendizaje y sugiere un impacto positivo de la metodología innovadora. Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en la aplicación del pretest y postest a los estudiantes participantes, 2024–2025.

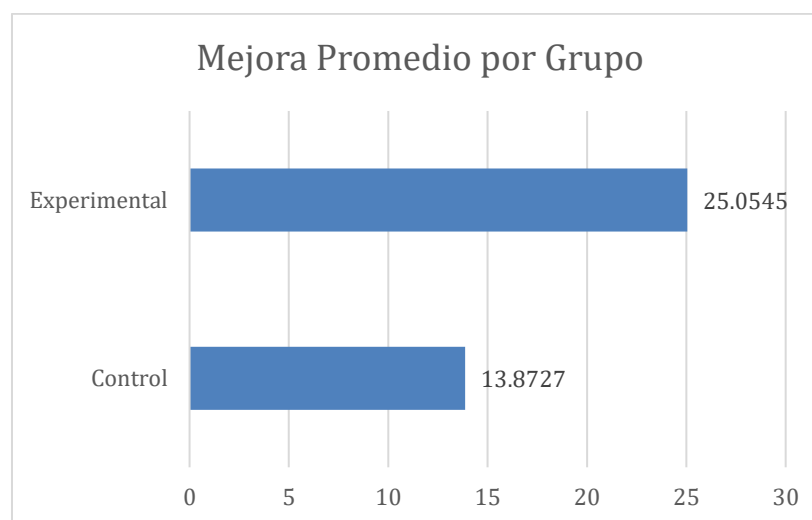
Los resultados obtenidos muestran que el grupo control alcanzó un promedio de 57.0909 en el pretest y 70.9636 en el postest, lo que representa una mejora de 13.8727 puntos. Por su parte, el grupo experimental obtuvo un promedio de 56.6364 en el pretest y 81.6909 en el postest, evidenciando una mejora significativamente mayor de 25.0545 puntos. Estos datos reflejan que, aunque ambos grupos partieron de niveles iniciales similares, el grupo experimental logró un incremento considerablemente superior en su desempeño académico, lo que sugiere un impacto positivo de la metodología innovadora aplicada.

La Gráfica 3, presenta la diferencia promedio entre los puntajes obtenidos en el pretest y el postest para los grupos control y experimental, permitiendo visualizar de manera directa el impacto de cada enfoque pedagógico en el aprendizaje de los estudiantes. En

ella se observa que, si bien ambos grupos presentan un incremento en su desempeño, el grupo experimental evidencia una ganancia significativamente mayor, lo que indica que la metodología innovadora aplicada favoreció un avance más pronunciado en la comprensión de los contenidos de circuitos eléctricos. Esta diferencia en la magnitud de la mejora sugiere que el uso de ambientes de aprendizaje no convencionales, simuladores y estrategias de autodescubrimiento contribuye de manera más efectiva al desarrollo de competencias técnicas y cognitivas, consolidando un aprendizaje más significativo en comparación con el modelo tradicional.

Gráfica 3.

Mejora promedio por grupo.



Nota. La gráfica muestra la ganancia promedio entre pretest y posttest en ambos grupos. El grupo experimental obtuvo una mejora cercana a 25 puntos, mientras que el grupo control alcanzó aproximadamente 14 puntos, lo que evidencia que la metodología innovadora generó un mayor impacto en el desempeño académico de los estudiantes. Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en la aplicación del pretest y posttest a los estudiantes participantes, 2024–2025.

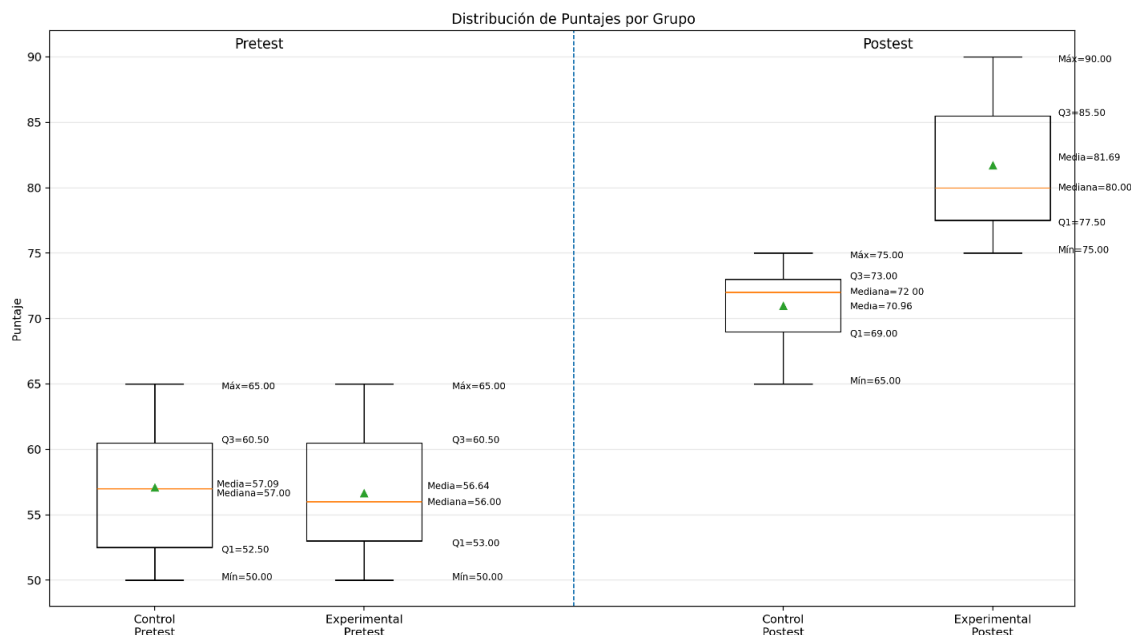
La Gráfica 4, permite analizar la distribución de los puntajes obtenidos en el pretest y el posttest para ambos grupos, proporcionando una visión más detallada que va más allá de

los promedios. En ella se observan elementos clave como la mediana, el rango intercuartílico y la dispersión de los datos, lo que facilita identificar la consistencia del aprendizaje entre los estudiantes.

La gráfica muestra la distribución de los puntajes de pretest (izquierda) y posttest (derecha) para los grupos control y experimental, permitiendo analizar no solo los promedios, sino también la dispersión y consistencia de los datos. En el pretest, ambos grupos presentan medianas muy cercanas (57 y 56 puntos), así como rangos intercuartílicos similares, lo que indica que partían de condiciones iniciales equivalentes y con una variabilidad moderada. Sin embargo, en el posttest se observa un cambio significativo: el grupo control incrementa sus puntajes hacia un rango a 65 y 75 puntos, mostrando cierta mejora, pero con dispersión relativamente constante; en contraste, el grupo experimental presenta un desplazamiento notable hacia valores más altos (entre 75 y 90 puntos), con una mediana de 80, lo que evidencia un mayor nivel de desempeño general. Además, la caja del grupo experimental en el posttest es más compacta en relación con su nivel elevado, lo que sugiere un aprendizaje más homogéneo entre sus integrantes. Esto demuestra que, aunque ambos grupos mejoran, el grupo experimental no solo alcanza puntajes más altos, sino que también logra una distribución más consistente del aprendizaje, reflejando el impacto positivo de la metodología innovadora aplicada.

Gráfica 4.

Distribución de puntajes por grupo en pretest y posttest.



Nota. El diagrama de caja compara la distribución de puntajes del pretest y posttest en los grupos control y experimental. Ambos grupos iniciaron con desempeños similares, pero en el posttest el grupo experimental presentó valores y mediana superiores, lo que evidencia una mejora asociada a la metodología innovadora. Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en la aplicación del pretest y posttest a los estudiantes participantes, 2024–2025.

3.4. Análisis de los resultados en los datos obtenidos.

Ahora se va a analizar e interpretar los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los distintos instrumentos de recolección de datos, con el fin de evaluar el impacto de la metodología innovadora en la enseñanza de circuitos eléctricos. A través del procesamiento de la información cuantitativa y cualitativa, se examinan los cambios en el desempeño académico, la evolución del aprendizaje y las diferencias observadas entre el grupo control y el grupo experimental. Este análisis permite no solo identificar tendencias y patrones relevantes en los datos, sino también establecer relaciones entre la intervención pedagógica y los resultados alcanzados, proporcionando una base sólida para la discusión y validación de los objetivos de la investigación.

Para garantizar un análisis riguroso y completo de la información obtenida, se llevaron a cabo diversas pruebas y procedimientos estadísticos que permitieron evaluar de manera integral los resultados del estudio. En primer lugar, se integraron los datos correspondientes al pretest y posttest para cada uno de los participantes, lo que facilitó su comparación directa. Posteriormente, se calcularon estadísticos descriptivos para caracterizar el comportamiento general de los datos. Se aplicaron pruebas t pareadas para analizar los cambios dentro de cada grupo y pruebas t independientes para comparar los resultados entre el grupo control y el experimental. Asimismo, se utilizaron pruebas no paramétricas como complemento para validar los resultados en caso de no cumplirse los supuestos de normalidad. Se estimó el tamaño del efecto para determinar la magnitud real de las diferencias observadas, y se realizó una revisión de supuestos estadísticos para asegurar la validez de las pruebas aplicadas. Finalmente, se elaboraron gráficas e interpretaciones que permiten visualizar y comprender de manera clara los hallazgos, facilitando su integración en el análisis y discusión de la presente investigación.

En la Tabla 2, se presentan los resultados estadísticos. en ella se evidencia, en primer lugar, que tanto el grupo control como el grupo experimental presentan mejoras significativas en su desempeño al comparar los resultados del pretest y el posttest, lo cual se confirma mediante las pruebas t pareadas ($p = 0.0000$ en ambos casos) y las pruebas no paramétricas de Wilcoxon. Sin embargo, el tamaño del efecto es considerablemente mayor en el grupo experimental ($d = 3.8152$) en comparación con el grupo control ($d = 2.3156$), lo que indica que la magnitud del aprendizaje fue mucho más pronunciada bajo la metodología innovadora. Por otro lado, al analizar la comparación entre grupos en el pretest, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$), lo que confirma que ambos grupos partían de condiciones iniciales equivalentes. En contraste, las comparaciones en el posttest y en la mejora muestran diferencias altamente significativas ($p = 0.0000$) a favor del grupo experimental, con tamaños del efecto grandes ($d = 2.7283$ y $d = 1.7790$ respectivamente), lo que demuestra que la metodología aplicada tuvo un impacto sustancial en el aprendizaje. Finalmente, las pruebas no paramétricas (Mann–Whitney U) confirman estos hallazgos, reforzando la robustez de

los resultados y validando que las diferencias observadas no dependen únicamente de supuestos estadísticos, sino que reflejan un efecto real de la intervención pedagógica.

Tabla 2.

Pruebas estadísticas.

Comparación	Prueba	Estadístico	gl	p	Tamaño del efecto	Interpretación
Control: Posttest vs Pretest	t pareada	17.1732	54	0.0000	2.3156	Cambio interno pre-post
Control: Posttest vs Pretest	Wilcoxon	0.0000		0.0000		Confirmación no paramétrica
Experimental: Posttest vs Pretest	t pareada	28.2941	54	0.0000	3.8152	Cambio interno pre-post
Experimental: Posttest vs Pretest	Wilcoxon	0.0000		0.0000		Confirmación no paramétrica
Experimental vs Control: Pretest	t independiente Welch	0.5164	106.80	0.6067	-0.0985	Diferencia entre grupos
Experimental vs Control: Pretest	Mann-Whitney U	1595.5000		0.6208		Confirmación no paramétrica
Experimental vs Control: Posttest	t independiente Welch	-14.3071	89.55	0.0000	2.7283	Diferencia entre grupos
Experimental vs Control: Posttest	Mann-Whitney U	9.0000		0.0000		Confirmación no paramétrica
Experimental vs Control: Mejora	t independiente Welch	-9.3289	107.10	0.0000	1.7790	Diferencia entre grupos
Experimental vs Control: Mejora	Mann-Whitney U	309.0000		0.0000		Confirmación no paramétrica

Nota. La tabla presenta los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas para comparar el desempeño pretest–posttest dentro de cada grupo y las diferencias entre el grupo control y el grupo experimental. Se utilizaron pruebas t pareadas para analizar los

cambios internos, pruebas t independientes de Welch para comparar grupos, y pruebas no paramétricas de Wilcoxon y Mann–Whitney U como confirmación complementaria. Los valores de significancia muestran diferencias estadísticamente significativas en los cambios pretest–posttest de ambos grupos y en las comparaciones de posttest y mejora entre grupos ($p < .05$), mientras que en el pretest no se observaron diferencias significativas, lo que confirma condiciones iniciales comparables. Los tamaños del efecto indican una magnitud alta de la intervención, especialmente en el grupo experimental. Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos en la aplicación del pretest y posttest a estudiantes de Ingeniería en Cibernética, ciclo académico 2024–2025.

La Tabla 3, correspondiente a la verificación de supuestos estadísticos muestra los resultados de las pruebas de normalidad (Shapiro-Wilk) y homogeneidad de varianzas (Levene) aplicadas a los datos del estudio. En relación con la normalidad, se observa que tanto en el grupo control como en el experimental, los puntajes de pretest y posttest presentan valores de significancia menores a 0.05, lo que indica no normalidad estadística en estas variables. Sin embargo, la variable de mejora en ambos grupos presenta valores de p mayores a 0.05, lo que sugiere una normalidad aceptable en este caso. Por otra parte, la prueba de Levene muestra que para el pretest y la mejora no existen diferencias significativas en las varianzas entre los grupos ($p > 0.05$), lo que indica homogeneidad de varianzas; mientras que en el posttest se observa un valor de p menor a 0.05, evidenciando varianzas no homogéneas entre el grupo control y el experimental. Estos resultados justifican el uso complementario de pruebas paramétricas y no paramétricas en el análisis, asegurando así la robustez y validez de las conclusiones obtenidas en la investigación.

Tabla 3.

Revisión de supuestos estadísticos.

Grupo	Variable		Prueba	Estadístico	p	Interpretación
Control	Pretest		Shapiro-Wilk	0.9335	0.0046	No normalidad estadística
Control	Posttest		Shapiro-Wilk	0.9318	0.0039	No normalidad estadística
Control	Mejora		Shapiro-Wilk	0.9770	0.3717	Normalidad aceptable
Experimental	Pretest		Shapiro-Wilk	0.9510	0.0254	No normalidad estadística
Experimental	Posttest		Shapiro-Wilk	0.9175	0.0011	No normalidad estadística
Experimental	Mejora		Shapiro-Wilk	0.9738	0.2713	Normalidad aceptable
Control vs Experimental	Pretest		Levene	0.7743	0.3808	Varianzas homogéneas
Control vs Experimental	Posttest		Levene	11.5935	0.0009	Varianzas no homogéneas
Control vs Experimental	Mejora		Levene	0.0006	0.9809	Varianzas homogéneas

Nota. La tabla presenta la revisión de los supuestos estadísticos considerados para el análisis comparativo de los resultados del pretest, posttest y mejora en los grupos control y experimental. La prueba de Shapiro-Wilk permitió evaluar la normalidad de las distribuciones, observándose que los puntajes de pretest y posttest en ambos grupos no cumplieron completamente este supuesto ($p < .05$), mientras que la variable mejora presentó normalidad aceptable. Por su parte, la prueba de Levene mostró varianzas homogéneas en el pretest y en la mejora, pero varianzas no homogéneas en el posttest. Fuente: Elaboración propia con base en los datos obtenidos durante la aplicación del pretest y posttest a estudiantes de Ingeniería en Cibernética, ciclo académico 2024–2025.

Los resultados obtenidos en los datos anteriores permiten establecer que ambos grupos, control y experimental, iniciaron el curso con niveles de conocimiento similares, lo cual fue confirmado mediante el análisis del pretest, donde no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Esta condición garantiza la validez del estudio al demostrar que las diferencias observadas posteriormente no se deben a disparidades iniciales, sino al efecto de las metodologías aplicadas. En cuanto a los resultados del posttest, el grupo experimental alcanzó un desempeño significativamente superior al del grupo control, evidenciando una diferencia estadísticamente significativa acompañada de un tamaño del efecto muy grande, lo que indica un impacto relevante y sustancial de la metodología innovadora en el aprendizaje de los estudiantes. El análisis de la ganancia de aprendizaje mostró que el grupo experimental obtuvo un incremento considerablemente mayor en comparación con el grupo control, lo que confirma que la implementación de estrategias basadas en ambientes no convencionales, el uso de simuladores, el aprendizaje experiencial y el autodescubrimiento favorece un desarrollo más profundo y significativo de las competencias en circuitos eléctricos. Finalmente, las pruebas no paramétricas aplicadas corroboraron los resultados obtenidos mediante pruebas paramétricas, lo que refuerza la robustez de los hallazgos, aun cuando algunas variables no cumplieron completamente con los supuestos de normalidad. En conjunto, estos resultados permiten concluir que la metodología innovadora propuesta representa una alternativa eficaz para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la ingeniería.

Análisis Cualitativo

A partir del análisis de las entrevistas realizadas a los estudiantes participantes, se llevó a cabo un proceso de codificación abierta, con el propósito de identificar categorías y subcategorías emergentes relacionadas con la experiencia de aprendizaje durante la implementación de la metodología innovadora. Este procedimiento permitió organizar la información cualitativa obtenida a partir de los testimonios de los estudiantes, agrupando sus percepciones, valoraciones y experiencias en torno a los elementos más relevantes

del proceso formativo, tal como se plantea en la teoría fundamentada, donde las categorías surgen del análisis sistemático de los datos (Glaser & Strauss, 1967). Posteriormente, se incorporó un proceso de codificación axial, mediante el cual se establecieron relaciones entre las categorías identificadas, con el fin de comprender cómo se vinculaban aspectos como el uso de simuladores, la autonomía del estudiante, la motivación, el rol del docente y la comprensión conceptual; este procedimiento permite reorganizar los datos en torno a ejes explicativos que conectan categorías y subcategorías (Strauss & Corbin, 2002). De esta manera, la codificación abierta facilitó reconocer patrones comunes en las respuestas, mientras que la codificación axial permitió interpretar con mayor profundidad las conexiones entre dichos patrones y explicar cómo los estudiantes vivieron el aprendizaje de circuitos eléctricos en un ambiente no convencional.

La primera categoría identificada fue la percepción del aprendizaje, en la cual se agruparon expresiones relacionadas con la forma en que los estudiantes comprendieron los contenidos del curso. Dentro de esta categoría surgieron subcategorías como la comprensión profunda de conceptos, el aprendizaje significativo y el aprendizaje memorístico. Los estudiantes manifestaron que, al interactuar con actividades prácticas y recursos visuales, lograron comprender con mayor claridad algunos principios de los circuitos eléctricos, aunque en ciertos casos todavía recurrieron a procedimientos memorísticos para resolver problemas específicos.

La segunda categoría correspondió al uso de simuladores, aspecto central dentro de la metodología innovadora aplicada. En esta categoría se integraron subcategorías como la visualización de fenómenos eléctricos, la facilidad de uso y las dificultades de interpretación. Los estudiantes señalaron que los simuladores facilitaron la observación de comportamientos eléctricos que suelen ser abstractos en una clase tradicional, como el flujo de corriente, las variaciones de voltaje o los efectos de modificar una resistencia. Sin embargo, también se identificaron algunas dificultades iniciales para interpretar correctamente los resultados generados por las herramientas digitales.

Otra categoría relevante fue la autonomía del estudiante, la cual permitió reconocer el grado en que los participantes asumieron un papel más activo dentro de su proceso de aprendizaje. Las subcategorías asociadas fueron el aprendizaje autodirigido, la toma de decisiones y la responsabilidad en el aprendizaje. Los testimonios mostraron que la metodología exigió a los estudiantes organizar mejor su trabajo, explorar soluciones por cuenta propia y tomar decisiones durante las actividades, lo que favoreció el desarrollo de habilidades de autoaprendizaje y resolución de problemas. También emergió la categoría del rol del docente, en la que se identificó una transformación importante respecto al modelo tradicional de enseñanza. Las subcategorías fueron facilitador, guía parcial y necesidad de mayor intervención. Los estudiantes reconocieron que el docente dejó de ocupar un papel exclusivamente expositivo para convertirse en un acompañante del proceso, interviniendo principalmente cuando era necesario orientar o resolver dudas específicas. No obstante, algunos participantes señalaron que al inicio del proceso habría sido conveniente contar con una mayor intervención para adaptarse gradualmente a la nueva dinámica de trabajo.

La quinta categoría fue la motivación y participación, relacionada con el nivel de interés y compromiso mostrado por los estudiantes durante las actividades. En esta categoría se incluyeron subcategorías como el interés por la materia, la participación activa y el compromiso académico. Los estudiantes expresaron que las actividades prácticas, los retos de autodescubrimiento y el uso de simuladores hicieron que el curso resultara más dinámico, lo cual incrementó su disposición para participar y mantenerse involucrados en el proceso de aprendizaje. Por último, se identificó la categoría de dificultades encontradas, en la cual se agruparon los principales obstáculos experimentados durante la implementación de la metodología. Las subcategorías emergentes fueron la falta de orientación inicial, la complejidad conceptual y la adaptación al modelo. Estos elementos evidencian que, si bien la metodología innovadora generó beneficios importantes, también implicó un periodo de ajuste para los estudiantes, quienes tuvieron que familiarizarse con una forma de trabajo más autónoma, menos dependiente del docente y más centrada en la experimentación. En conjunto, las categorías obtenidas mediante la codificación abierta permitieron comprender de manera más amplia los

resultados cualitativos de la investigación y complementar los hallazgos cuantitativos obtenidos mediante los instrumentos pretest y postest.

Tabla 4.

Matriz de análisis cualitativo.

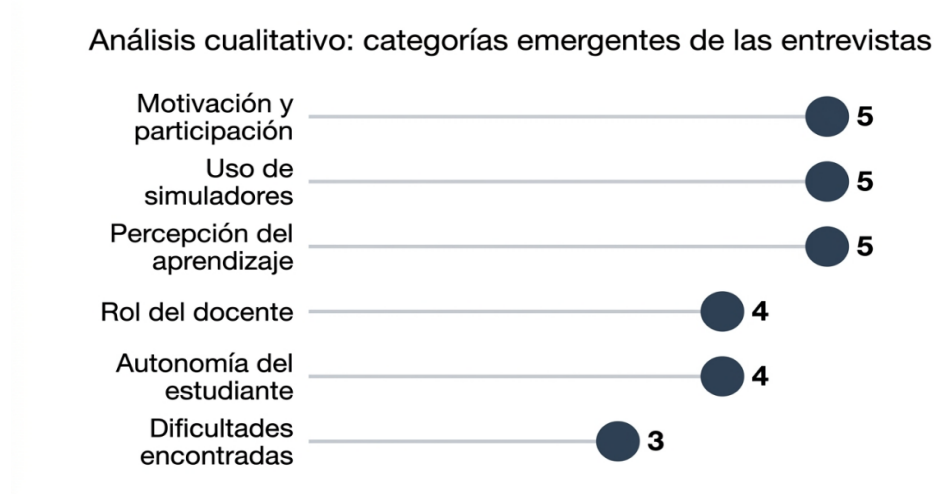
Categoría	Código	Evidencia (fragmento)	Interpretación
Aprendizaje significativo	AS	“Ahora entiendo cómo funcionan los circuitos, no solo los resuelvo”	Comprensión profunda
Uso de simuladores	US	“Ver los cambios en tiempo real me ayudó mucho”	Mejora visualización
Autonomía	AU	“Tuve que aprender por mi cuenta”	Desarrollo autodirigido
Rol docente	RD	“Al principio necesitaba más guía”	Ajuste pedagógico
Motivación	MO	“Me gustó más que otras materias”	Incremento de interés
Dificultades	DF	“No sabía por dónde empezar”	Necesidad de adaptación

Nota. La matriz presenta las categorías emergentes identificadas mediante el análisis cualitativo de las entrevistas semiestructuradas aplicadas a los estudiantes participantes. Cada categoría fue codificada a partir de fragmentos representativos de los discursos, permitiendo interpretar aspectos clave de la experiencia de aprendizaje, tales como el aprendizaje significativo, el uso de simuladores, la autonomía, el rol docente, la motivación y las dificultades encontradas. La información fue organizada mediante un proceso de codificación abierta, con el propósito de reconocer patrones de significado y complementar los resultados cuantitativos del estudio. Fuente: Elaboración propia con base en los testimonios obtenidos durante el trabajo de campo, ciclo académico 2024–2025.

El análisis cualitativo de las entrevistas realizadas a los estudiantes permitió identificar patrones consistentes en la percepción del proceso de enseñanza-aprendizaje. En primer lugar, se observó que los estudiantes del grupo experimental desarrollaron una comprensión más profunda de los conceptos de circuitos eléctricos, lo cual se reflejó en expresiones relacionadas con el aprendizaje significativo y la capacidad de aplicar los conocimientos en situaciones prácticas. Este resultado se vincula directamente con el uso de simuladores, los cuales facilitaron la visualización de fenómenos eléctricos abstractos, permitiendo a los estudiantes interactuar con los contenidos de manera más dinámica.

Gráfica 5.

Categorías emergentes del análisis cualitativo de entrevistas.



Nota. La gráfica presenta la frecuencia de aparición de las categorías cualitativas identificadas mediante el proceso de codificación abierta de las entrevistas realizadas a los estudiantes. Las categorías con mayor presencia fueron percepción del aprendizaje, uso de simuladores y motivación y participación, lo que evidencia que la metodología innovadora influyó principalmente en la comprensión de los contenidos, la interacción con recursos tecnológicos y el interés de los estudiantes por el curso. Elaboración propia con base en los resultados cualitativos obtenidos en las entrevistas semiestructuradas aplicadas a estudiantes de Ingeniería en Cibernética, ciclo académico 2024–2025.

Se identificó un incremento notable en la autonomía del estudiante, evidenciado en su capacidad para tomar decisiones, resolver problemas de forma independiente y asumir un rol activo dentro de su propio proceso de aprendizaje. Esta lectura se vincula directamente con el marco teórico de la investigación, particularmente con el aprendizaje experiencial (Kolb, 1984) , el constructivismo (Piaget, 1970; Vygotsky, 1978) y el aprendizaje significativo (Ausubel, 1978), ya que dichas perspectivas sostienen que el estudiante construye conocimiento de manera más profunda cuando interactúa con situaciones reales o simuladas, reflexiona sobre sus acciones y relaciona los nuevos contenidos con sus saberes previos. Desde esta perspectiva, la autonomía observada no se interpreta únicamente como una actitud individual, sino como resultado de un ambiente pedagógico diseñado para favorecer la exploración, la experimentación y el autodescubrimiento. No obstante, también emergieron algunas dificultades, especialmente en las etapas iniciales de la implementación, donde los estudiantes manifestaron la necesidad de mayor orientación para adaptarse al nuevo modelo. Este hallazgo permite reconocer que las metodologías innovadoras requieren un proceso de transición gradual, en el que el acompañamiento docente inicial funcione como andamiaje para que el estudiante avance progresivamente hacia mayores niveles de independencia. Por otra parte, se observó un cambio en la percepción del rol docente, pasando de una figura central en la transmisión del conocimiento a un facilitador del aprendizaje. A la luz del marco teórico, este cambio es congruente con los enfoques activos de enseñanza, en los cuales el profesor deja de ocupar el lugar exclusivo de expositor y asume la función de diseñador de experiencias, orientador del proceso y mediador entre el estudiante, los recursos tecnológicos y los contenidos disciplinares. En este sentido, la intervención docente no desaparece, sino que se transforma: se vuelve más estratégica, oportuna y centrada en la retroalimentación. Este cambio fue valorado positivamente por la mayoría de los estudiantes, aunque algunos señalaron la importancia de mantener un equilibrio entre autonomía y acompañamiento, especialmente cuando los contenidos presentan alta complejidad conceptual. Finalmente, el análisis evidenció un aumento en la motivación y la participación, lo cual se tradujo en un mayor compromiso con la materia y en una disposición más activa hacia la resolución de problemas de circuitos eléctricos.

Estos resultados cualitativos refuerzan los hallazgos cuantitativos y permiten interpretarlos desde una perspectiva más amplia. Mientras los datos estadísticos evidencian una mejora en el rendimiento académico del grupo experimental, la lectura cualitativa muestra que dicha mejora estuvo asociada con transformaciones en la experiencia de aprendizaje: mayor autonomía, incremento de la motivación, uso activo de simuladores, participación más constante y una relación más significativa entre teoría y práctica. Por tanto, la metodología innovadora no solo impactó en los puntajes obtenidos, sino que modificó la forma en que los estudiantes se aproximaron al conocimiento de los circuitos eléctricos, promoviendo un aprendizaje más activo, autónomo y significativo, en correspondencia con los fundamentos teóricos que orientan la investigación.

Análisis de datos Mixto

La triangulación de la información permitió integrar los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos en la investigación, fortaleciendo la validez interna del estudio y ofreciendo una interpretación más completa del impacto de la metodología innovadora aplicada a la enseñanza de circuitos eléctricos (Hernández-Sampieri *et al.*, 2020). Desde el componente cuantitativo, los datos evidenciaron que el grupo experimental presentó una mejora superior en comparación con el grupo control, tanto en los puntajes del posttest como en la ganancia promedio de aprendizaje. Además, las pruebas estadísticas aplicadas mostraron diferencias significativas entre ambos grupos con valores de significancia menores a 0.05, lo cual indica que los resultados no fueron producto del azar, sino que reflejan un efecto asociado a la intervención metodológica. A esto se suma la presencia de tamaños del efecto grandes, lo que permite afirmar que la diferencia observada no solo fue estadísticamente significativa, sino también relevante desde el punto de vista educativo.

Estos hallazgos cuantitativos se complementaron con los resultados cualitativos obtenidos mediante entrevistas, observaciones y grupos focales. En dichas entrevistas, los estudiantes del grupo experimental manifestaron una mayor comprensión conceptual de los contenidos de circuitos eléctricos, especialmente al poder visualizar, manipular y comprobar fenómenos mediante simuladores y actividades de aprendizaje experiencial. Teniendo en cuenta el marco teórico de la investigación, se identificó un incremento en la autonomía del estudiante (Ryan & Deci, 2000), ya que los participantes asumieron un papel más activo en la búsqueda de soluciones, en la interpretación de resultados y en la toma de decisiones durante las actividades. Este hallazgo se relaciona con los fundamentos del aprendizaje experiencial y significativo, los cuales plantean que el estudiante construye conocimiento de manera más sólida cuando participa directamente en situaciones prácticas, reflexiona sobre sus acciones y vincula los nuevos aprendizajes con sus conocimientos previos. Desde esta perspectiva, la autonomía observada no se entiende únicamente como una característica individual, sino como el resultado de una metodología que promueve la exploración, el autodescubrimiento y la resolución activa de problemas (Bruner, 1961; Prince, 2004). Los datos cualitativos revelaron una mayor motivación hacia la asignatura, derivada del carácter dinámico, práctico e interactivo de la metodología implementada, lo cual confirma que los ambientes de aprendizaje no convencionales (Kolb, 1984; Lave & Wenger, 1991; Rutten *et al.*, 2012) y el uso de simuladores favorecen una experiencia formativa más significativa, participativa y cercana a las necesidades actuales de la educación en ingeniería.

Figura 3.

Triangulación de resultados cuantitativos y cualitativos.



Nota. El diagrama integra los principales hallazgos cuantitativos y cualitativos derivados de la investigación. En el componente cuantitativo se destacan la mayor mejora del grupo experimental, las diferencias significativas y los tamaños del efecto grandes; mientras que en el componente cualitativo se evidencian mayor comprensión conceptual, incremento en la autonomía y mayor motivación. La convergencia de ambos tipos de datos permite fortalecer la interpretación mixta y validar el impacto de la metodología innovadora aplicada a la enseñanza de circuitos eléctricos. Fuente: Elaboración propia con base en los resultados obtenidos durante el trabajo de campo, ciclo académico 2024–2025.

Desde el marco teórico-conceptual, el análisis mixto permite comprender que los resultados cuantitativos y cualitativos no deben interpretarse como hallazgos aislados, sino como evidencias complementarias de un mismo proceso de transformación pedagógica. En este sentido, la mejora obtenida por el grupo experimental en el postest y en la ganancia de aprendizaje adquiere mayor significado cuando se relaciona con los fundamentos del aprendizaje significativo, el aprendizaje experiencial, el constructivismo y el uso de ambientes no convencionales. Estos referentes teóricos permiten explicar que el incremento en el desempeño académico no se debió únicamente a la exposición de contenidos, sino a la participación activa de los estudiantes en

experiencias de exploración, simulación, resolución de problemas y autodescubrimiento. Así, los datos cuantitativos muestran la magnitud del cambio, mientras que los datos cualitativos permiten comprender los procesos pedagógicos que lo hicieron posible. La triangulación de resultados evidenció que la metodología innovadora favoreció una comprensión más profunda de los circuitos eléctricos porque permitió al estudiante establecer relaciones entre la teoría y la práctica. El marco conceptual de la investigación definió los ambientes no convencionales como espacios de aprendizaje que trascienden la clase expositiva tradicional e incorporan recursos tecnológicos, simuladores, actividades guiadas y experiencias de análisis autónomo. En consecuencia, cuando los estudiantes manifestaron haber comprendido mejor los contenidos mediante la interacción con simuladores, esta percepción se corresponde con los resultados estadísticos que muestran una mejora superior en el grupo experimental. La coincidencia entre ambos tipos de datos fortalece la interpretación de que los recursos tecnológicos alternativos funcionaron como mediadores didácticos para visualizar fenómenos eléctricos, experimentar con variables y construir explicaciones más claras sobre el comportamiento de los circuitos.

En cuanto al rol docente, el análisis mixto permitió identificar una transformación relevante: el profesor dejó de ser únicamente transmisor de información para convertirse en facilitador, mediador y diseñador de experiencias de aprendizaje. Desde el marco teórico, este cambio se vincula con los enfoques activos y experienciales, en los cuales el docente no desaparece del proceso, sino que interviene de manera estratégica para orientar, retroalimentar y acompañar al estudiante en momentos clave. Los resultados cualitativos mostraron que los estudiantes valoraron positivamente esta función facilitadora, aunque también señalaron la necesidad de contar con cierto acompañamiento inicial para adaptarse a la dinámica de trabajo autónomo. Esta evidencia permite interpretar que la intervención mínima del docente no debe entenderse como ausencia de guía, sino como una mediación pedagógica planificada, en la que el profesor crea las condiciones para que el estudiante explore, tome decisiones y construya conocimiento de manera progresiva.

Respecto a la autonomía del estudiante (Ryan & Deci, 2000), los hallazgos cualitativos mostraron que los participantes del grupo experimental asumieron un papel más activo en la búsqueda de soluciones, la interpretación de resultados y la toma de decisiones durante las actividades. Esta transformación se relaciona directamente con el marco conceptual de la investigación, donde “la autonomía fue entendida como la capacidad del estudiante para organizar su aprendizaje, enfrentar retos, analizar errores y construir explicaciones propias.” (Ryan & Deci, 2000). En correspondencia con los resultados cuantitativos, la mayor ganancia de aprendizaje del grupo experimental sugiere que dicha autonomía no solo representó una actitud favorable, sino que tuvo efectos concretos en el desempeño académico. Por tanto, el análisis mixto permite afirmar que la metodología innovadora fortaleció tanto la dimensión cognitiva del aprendizaje de Ausubel (1968) como la dimensión formativa de Vygotsky (1978) relacionada con la autorregulación, la iniciativa y la responsabilidad académica.

3.5. Redacción de resultados y discusión.

La lógica de presentación de resultados responde al enfoque mixto adoptado en la investigación, por lo que se inicia con el análisis de los datos numéricos derivados del pretest y posttest, posteriormente se presentan los hallazgos cualitativos provenientes de entrevistas y observaciones, y finalmente se realiza una integración mediante triangulación. En el análisis cuantitativo, los resultados del pretest permitieron establecer las condiciones iniciales de ambos grupos. Los datos mostraron que el grupo control y el grupo experimental iniciaron con promedios similares, cercanos a 57 puntos, lo que indica una condición de partida comparable. Esta equivalencia inicial resulta fundamental para interpretar los efectos posteriores de la intervención, ya que permite afirmar que las diferencias observadas en el posttest no se explican por una ventaja previa del grupo experimental.

Después de la implementación de la metodología innovadora, los resultados del posttest evidenciaron un incremento mayor en el grupo experimental. Mientras el grupo control alcanzó una mejora aproximada de 14 puntos, el grupo experimental obtuvo una ganancia cercana a 25 puntos. Esta diferencia indica que la metodología basada en ambientes no convencionales, simuladores, aprendizaje experiencial y autodescubrimiento favoreció un avance más pronunciado en el aprendizaje de circuitos eléctricos. Estos hallazgos son coherentes con investigaciones previas que destacan el impacto positivo del aprendizaje activo y la simulación en educación STEM (Freeman *et al.*, 2014; Rutten *et al.*, 2012).

El diagrama de caja permitió observar con mayor precisión la distribución de los puntajes. En el pretest, ambos grupos presentaron medianas y rangos semejantes, lo que refuerza la equivalencia inicial. En el posttest, el grupo experimental mostró una mediana más alta y una distribución desplazada hacia valores superiores, lo que sugiere que la mejora no se limitó a casos aislados, sino que fue una tendencia general dentro del grupo. Esto permite afirmar que la metodología innovadora favorece no solo el incremento del promedio, sino también una mejora más consistente en el grupo intervenido. Las pruebas estadísticas aplicadas reforzaron esta interpretación. Las pruebas t pareadas mostraron mejoras significativas dentro de ambos grupos; sin embargo, el tamaño del efecto fue mayor en el grupo experimental. Asimismo, las pruebas t independientes evidenciaron que no existían diferencias significativas entre grupos en el pretest, pero sí diferencias significativas en el posttest y en la ganancia de aprendizaje. Las pruebas no paramétricas confirmaron esta tendencia, lo que permitió fortalecer la robustez de los resultados aun cuando algunas distribuciones no cumplieron completamente el supuesto de normalidad.

El análisis cualitativo permitió explicar los resultados cuantitativos. A partir de entrevistas y observaciones se identificaron categorías como percepción del aprendizaje, uso de simuladores, autonomía del estudiante, rol del docente, motivación, participación y dificultades encontradas. Los estudiantes del grupo experimental señalaron que los simuladores facilitaron la visualización de fenómenos eléctricos, les permitieron experimentar sin riesgo y les ayudaron a comprender mejor la relación entre variables.

Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Podolefsky, Perkins y Adams (2010), quienes señalan que las simulaciones favorecen la exploración activa cuando se diseñan con intención pedagógica.

La categoría de autonomía fue especialmente relevante, ya que los estudiantes manifestaron haber asumido un papel más activo en la resolución de problemas y en la construcción de su aprendizaje. Esta transformación se relaciona con el cambio en el rol del docente, quien dejó de ser únicamente expositor para convertirse en facilitador del proceso. Este hallazgo se vincula con los principios del aprendizaje experiencial y activo, en los cuales el docente diseña experiencias, guía la reflexión y promueve la participación del estudiante (Kolb, 1984; Prince, 2004). La triangulación de los resultados permitió integrar la evidencia cuantitativa y cualitativa. Por un lado, los datos estadísticos demostraron que el grupo experimental obtuvo mejores resultados en el postest y una mayor ganancia de aprendizaje. Por otro lado, las entrevistas y observaciones explicaron que dicha mejora estuvo asociada con la visualización de conceptos, la manipulación de variables, la participación activa, la colaboración entre pares y la construcción autónoma del conocimiento. De esta manera, la triangulación permitió pasar de una explicación meramente numérica a una interpretación pedagógica más profunda.

Los resultados muestran que la propuesta de transformación tuvo un impacto positivo en el aprendizaje de circuitos eléctricos. La metodología innovadora no solo incrementó el desempeño académico de los estudiantes, sino que también modificó la forma en que se relacionaron con el conocimiento, promoviendo mayor autonomía, motivación y comprensión conceptual. Estos resultados permiten sostener que los lineamientos metodológicos con recursos tecnológicos alternativos constituyen una estrategia pertinente, factible y efectiva para favorecer el aprendizaje significativo en estudiantes de Ingeniería en Cibernética.

CAPÍTULO 4: PROPUESTA DE TRANSFORMACIÓN

El presente capítulo expone la propuesta de transformación derivada del proceso investigativo, orientada al diseño e implementación de una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara. Esta propuesta surge como respuesta a la problemática identificada en el aprendizaje de circuitos eléctricos, particularmente relacionada con las limitaciones de las estrategias centradas en la exposición docente y la resolución mecánica de ejercicios. A partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico, la intervención, el análisis cuantitativo, el análisis cualitativo y la validación mediante juicio de expertos, se estructura una alternativa metodológica que integra simuladores, actividades de indagación guiada, aprendizaje experiencial, resolución activa de problemas y mediación docente gradual. En este sentido, el capítulo presenta la denominación, fundamentación, objetivos, fases, acciones, recursos, indicadores de evaluación y criterios de validación de la propuesta, con el propósito de ofrecer una ruta aplicable, pertinente y factible para transformar la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes de aprendizaje no convencionales.

Se plantea como una alternativa metodológica orientada a mejorar el aprendizaje significativo de los circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética, mediante la incorporación organizada de recursos tecnológicos alternativos, simuladores, actividades de autodescubrimiento y resolución activa de problemas. Su desarrollo parte de un diagnóstico inicial que permite reconocer los conocimientos previos y las dificultades conceptuales de los estudiantes; posteriormente, se diseñan experiencias de aprendizaje mediadas por tecnología, en las que el alumno explora, simula, analiza y contrasta el comportamiento de los circuitos eléctricos. Durante la implementación, el docente asume un rol de facilitador, guiando progresivamente el proceso sin sustituir la participación activa del estudiante. Finalmente, la propuesta se evalúa mediante instrumentos cuantitativos y cualitativos, como pretest, posttest, rúbricas, observaciones y entrevistas, con el propósito de valorar no solo la mejora en el

rendimiento académico, sino también los cambios en la autonomía, motivación, comprensión conceptual y participación estudiantil. De esta manera, la propuesta articula diagnóstico, diseño, intervención, evaluación y retroalimentación como una ruta de transformación educativa pertinente para la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes de aprendizaje no convencionales.

4.1. Fundamentación de la propuesta de transformación.

La presente propuesta de transformación surge a partir de la necesidad de fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética, particularmente en el contexto de Guadalajara, Jalisco, México. La enseñanza de circuitos eléctricos representa un componente esencial en la formación de ingenieros, ya que constituye una base conceptual y práctica para el desarrollo posterior de competencias en electrónica, control, automatización, robótica, instrumentación y sistemas inteligentes. Sin embargo, su aprendizaje suele representar una dificultad importante para los estudiantes debido al carácter abstracto de conceptos como voltaje, corriente, resistencia, potencia, impedancia, análisis nodal, leyes de Kirchhoff y comportamiento dinámico de los sistemas eléctricos. Estos conceptos requieren no solo explicación teórica, sino también visualización, experimentación, manipulación de variables y aplicación práctica.

Los modelos de enseñanza centrados en la exposición del docente comprenden enfoques como el modelo tradicional o transmisivo, la clase magistral y la instrucción directa, en los cuales el profesor ocupa un papel central en la presentación, explicación y organización del conocimiento. Estos modelos pueden ser útiles para introducir contenidos y estructurar conceptos; sin embargo, cuando se emplean de manera predominante, tienden a reducir la participación activa del estudiante y a favorecer aprendizajes memorísticos o procedimentales. En la enseñanza de circuitos eléctricos, este tipo de modelo se observa cuando el docente explica fórmulas, resuelve ejercicios en el pizarrón y el estudiante reproduce procedimientos sin necesariamente comprender el comportamiento físico de las variables eléctricas. Por ello, la presente propuesta busca

complementar y superar la enseñanza exclusivamente expositiva mediante ambientes no convencionales, simuladores y actividades de autodescubrimiento que favorezcan un aprendizaje más significativo, activo y autónomo (Ausubel, 1968; Freire, 1970; Prince, 2004; Freeman *et al.*, 2014). El aprendizaje significativo plantea que el estudiante aprende de manera profunda cuando logra relacionar los nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previas, estableciendo conexiones conceptuales estables y no arbitrarias (Ausubel, 1968). Desde esta perspectiva, el aprendizaje de circuitos eléctricos no debe limitarse a memorizar fórmulas o procedimientos, sino que debe propiciar la comprensión de relaciones entre variables, la interpretación de fenómenos físicos y la capacidad de transferir lo aprendido a problemas reales. La propuesta también se sustenta en los planteamientos de Novak (2002), quien señala que el aprendizaje significativo favorece la reorganización conceptual del estudiante cuando este participa activamente en la construcción de significados. En el caso de circuitos eléctricos, esto implica que los estudiantes deben comprender cómo se comporta un circuito al modificar una resistencia, variar una fuente de voltaje, cambiar una conexión en serie o paralelo, o analizar el efecto de una carga sobre el sistema. Para ello, los recursos tecnológicos alternativos, como simuladores interactivos, plataformas digitales, laboratorios virtuales y actividades guiadas de autodescubrimiento se convierten en mediadores didácticos fundamentales.

Asimismo, la propuesta se apoya en el enfoque del aprendizaje activo, el cual sostiene que los estudiantes logran mejores resultados cuando participan de manera directa en actividades de análisis, discusión, experimentación y resolución de problemas. Prince (2004) señala que el aprendizaje activo en ingeniería favorece la comprensión conceptual, el desempeño académico y la participación estudiantil, mientras que Freeman *et al.* (2014), en un metaanálisis sobre educación STEM, demostraron que las metodologías activas incrementan el rendimiento académico y reducen los índices de reprobación en comparación con la enseñanza tradicional. Por ello, la implementación de ambientes no convencionales para la enseñanza de circuitos eléctricos resulta congruente con las tendencias actuales de la educación en ingeniería. De igual forma, el aprendizaje experiencial constituye otro fundamento central de la propuesta. Kolb (1984) plantea que el aprendizaje se desarrolla mediante un ciclo que integra experiencia

concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. Aplicado a la enseñanza de circuitos eléctricos, este modelo permite que los estudiantes observen el comportamiento de un circuito, formulen hipótesis, modifiquen parámetros, comparen resultados teóricos y simulados, reflexionen sobre los errores y generen nuevas explicaciones. Por tanto, el aprendizaje no se produce únicamente por recibir información, sino por interactuar con el fenómeno, analizarlo y reconstruirlo conceptualmente. La dimensión tecnológica de la propuesta se justifica por el papel que tienen los simuladores y recursos digitales en la comprensión de fenómenos abstractos. De Jong y Van Joolingen (1998) sostienen que las simulaciones computacionales favorecen el aprendizaje por descubrimiento cuando se acompañan de guías, preguntas orientadoras y actividades estructuradas. De manera similar, Rutten, Van Joolingen y Van der Veen (2012) señalan que las simulaciones pueden mejorar el aprendizaje de las ciencias cuando se integran adecuadamente al proceso didáctico. En el caso de los circuitos eléctricos, los simuladores permiten visualizar corrientes, tensiones, conexiones, fallas y comportamientos que en ocasiones son difíciles de observar directamente en un laboratorio físico.

La literatura especializada en enseñanza de circuitos también ha mostrado que los estudiantes suelen presentar dificultades persistentes para comprender el comportamiento de circuitos resistivos, interpretar diagramas, diferenciar entre corriente y voltaje, y aplicar correctamente las leyes fundamentales. Engelhardt y Beichner (2004) documentaron diversos errores conceptuales en estudiantes al analizar circuitos eléctricos de corriente directa, lo cual evidencia la necesidad de estrategias didácticas que vayan más allá de la explicación tradicional. En este mismo sentido, Ronen y Eliahu (2000) señalan que la simulación puede funcionar como puente entre la teoría y la realidad, ya que permite al estudiante confrontar sus ideas previas con resultados observables dentro de un entorno seguro y manipulable.

La pertinencia contextual de la propuesta también se fortalece al considerar el entorno tecnológico de Jalisco. La Estrategia Jalisco Digital reconoce al estado como un polo de atracción para las tecnologías de la información y la comunicación, destacando la importancia de impulsar capacidades digitales, innovación y desarrollo tecnológico

(Gobierno del Estado de Jalisco, 2014). Asimismo, el Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco subraya la necesidad de vincular academia, industria, sociedad y gobierno para fortalecer la formación de capital humano especializado (Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco, 2019). En este contexto, formar estudiantes de Ingeniería en Cibernética con dominio conceptual y práctico de circuitos eléctricos mediante recursos tecnológicos alternativos responde a una necesidad regional, académica y profesional. Además, la educación superior mexicana ha transitado hacia una incorporación progresiva de tecnologías educativas. La ANUIES (2020) señala que las instituciones de educación superior han incrementado el uso de plataformas digitales, estrategias de educación híbrida y recursos tecnológicos como parte de sus procesos de transformación educativa. De esta manera, la propuesta no se presenta como una intervención aislada, sino como una respuesta alineada con las tendencias nacionales de innovación pedagógica, formación digital y flexibilización de los ambientes de aprendizaje.

Por todo lo anterior, la propuesta de transformación se fundamenta en la articulación de cuatro ejes: el aprendizaje significativo, el aprendizaje activo y experiencial, el uso de recursos tecnológicos alternativos y la contextualización en un entorno regional con alta vocación tecnológica. Estos elementos permiten construir una metodología orientada a favorecer la comprensión profunda de los circuitos eléctricos, promover la autonomía del estudiante y fortalecer los procesos formativos en Ingeniería en Cibernética.

4.2. Estructura de la propuesta de transformación.

La propuesta de transformación se orienta a rediseñar la enseñanza de Circuitos Eléctricos en educación superior mediante una estrategia tecno pedagógica sustentada en aprendizaje significativo, constructivismo, aprendizaje experiencial, andamiaje y mediación tecnológica. Su propósito es desplazar el centro de la enseñanza desde la explicación magistral y el ejercicio rutinario hacia secuencias didácticas en las que el estudiantado interpreta, simula, contrasta, explica y transfiere conceptos eléctricos en situaciones progresivamente más autónomas. La pertinencia de esta transformación es

alta: en circuitos eléctricos persisten dificultades conceptuales sobre voltaje, corriente, diferencia de potencial, topología y sentido físico de los cálculos, incluso cuando el estudiantado logra resolver ejercicios procedimentales; además, la evidencia acumulada en STEM y en ingeniería muestra que el aprendizaje activo mejora el rendimiento evaluado, mientras que los laboratorios virtuales producen efectos positivos en desempeño, motivación y participación. En particular, en educación de circuitos, la indagación en laboratorio virtual ha mostrado mejoras en comprensión conceptual y habilidades procedimentales. Esto justifica una intervención que combine simulación, resolución de problemas, discusión guiada y evaluación mixta para mejorar resultados cognitivos, procedimentales y actitudinales (Quezada-Espinoza *et al.*, 2023).

4.2.1 Denominación de la propuesta

La propuesta se denomina Propuesta tecno pedagógica para la transformación de la enseñanza de Circuitos Eléctricos mediante simulación, indagación guiada y resolución activa de problemas.

La denominación enfatiza cuatro componentes inseparables: el cambio pedagógico del curso, el uso de mediación tecnológica mediante simuladores, la presencia de aprendizaje activo, y la centralidad de la comprensión conceptual con transferencia procedimental.

4.2.2. Fundamentación teórico-conceptual

La propuesta se fundamenta en el aprendizaje significativo, el constructivismo, el aprendizaje experiencial, el andamiaje pedagógico y la mediación tecnológica. Desde la perspectiva de Ausubel, el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se relaciona de manera sustancial y no arbitraria con los conocimientos previos del estudiante; por ello, la propuesta inicia con un diagnóstico conceptual que permite identificar los saberes iniciales y las posibles dificultades en la comprensión de variables

eléctricas como voltaje, corriente, resistencia, potencia y comportamiento de circuitos (Ausubel, 1968). Esta idea resulta especialmente pertinente en la enseñanza de circuitos eléctricos, debido a que los estudiantes pueden aplicar fórmulas de manera procedimental sin comprender plenamente el significado físico de los fenómenos eléctricos. Desde el enfoque constructivista, el estudiante no es un receptor pasivo de información, sino un sujeto que construye conocimiento mediante la interacción con el entorno, los recursos, los problemas y sus compañeros. Piaget plantea que el desarrollo cognitivo implica procesos de asimilación y acomodación, mediante los cuales el estudiante reorganiza sus esquemas mentales al enfrentarse a nuevas experiencias de aprendizaje (Piaget, 1970).

En esta investigación, dicha perspectiva se concreta cuando los estudiantes manipulan variables en el simulador, observan cambios en tiempo real, contrastan resultados teóricos y ajustan sus explicaciones sobre el funcionamiento de los circuitos. La propuesta también se sustenta en el aprendizaje experiencial de Kolb, quien plantea que el conocimiento se genera mediante la transformación de la experiencia a través de un ciclo compuesto por experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa (Kolb, 1984). En el caso de circuitos eléctricos, este ciclo se expresa cuando el estudiante observa el comportamiento de un circuito, reflexiona sobre los resultados, formaliza la explicación mediante leyes eléctricas y posteriormente aplica lo aprendido en una nueva situación o problema. De esta manera, la simulación y la práctica experimental no se conciben como actividades aisladas, sino como experiencias formativas que permiten vincular teoría y práctica. También, se incorpora el principio de andamiaje pedagógico, derivado de los aportes de Vygotsky sobre la zona de desarrollo próximo. De esta manera, el aprendizaje se fortalece cuando el estudiante recibe apoyos temporales que le permiten realizar tareas que aún no podría resolver de manera completamente autónoma (Vygotsky, 1978). En la propuesta, el docente asume un papel de mediador y facilitador, proporcionando orientación inicial, preguntas guía, retroalimentación oportuna y apoyos graduales que posteriormente se retiran para favorecer la autonomía del estudiante. Esta lógica coincide con los planteamientos de Wood, Bruner y Ross (1976), quienes explican que el andamiaje permite transferir progresivamente la responsabilidad del aprendizaje al estudiante. Por

último, la mediación tecnológica constituye un eje central de la propuesta. Los simuladores de circuitos, laboratorios virtuales y recursos digitales permiten visualizar fenómenos abstractos, modificar parámetros, comparar resultados y experimentar sin los riesgos o limitaciones propias del laboratorio físico. De Jong y Van Joolingen (1998) señalan que las simulaciones favorecen el aprendizaje por descubrimiento cuando se integran con guías y actividades estructuradas. De manera similar, Rutten, Van Joolingen y Van der Veen (2012) sostienen que las simulaciones pueden mejorar el aprendizaje de las ciencias cuando se emplean dentro de diseños didácticos adecuados. En el campo de la educación en ingeniería, Prince (2004) y Freeman *et al.* (2014) han documentado que el aprendizaje activo mejora el desempeño académico y favorece una participación más profunda del estudiante en comparación con metodologías tradicionales.

4.2.3. Objetivos de la propuesta

Objetivo general

Mejorar la comprensión conceptual, el desempeño procedimental y la motivación académica del estudiantado en la asignatura de Circuitos Eléctricos mediante una metodología basada en simulación, aprendizaje activo, indagación guiada y resolución contextualizada de problemas.

Objetivos específicos

Evaluar el nivel inicial de comprensión conceptual y procedimental del estudiantado sobre magnitudes, leyes y topologías básicas de circuitos eléctricos.

Diseñar secuencias didácticas mediadas por simuladores y organizadas en torno a problemas contextualizados de análisis y validación de circuitos.

Implementar actividades de exploración, simulación, discusión y transferencia que integren teoría, práctica y reflexión sobre el comportamiento eléctrico de los circuitos.

Fortalecer la autonomía, la participación y la autorregulación del estudiantado mediante apoyos docentes gradualmente decrecientes.

Evaluar el efecto de la intervención en rendimiento académico, comprensión conceptual, habilidades procedimentales, motivación y percepción del rol docente.

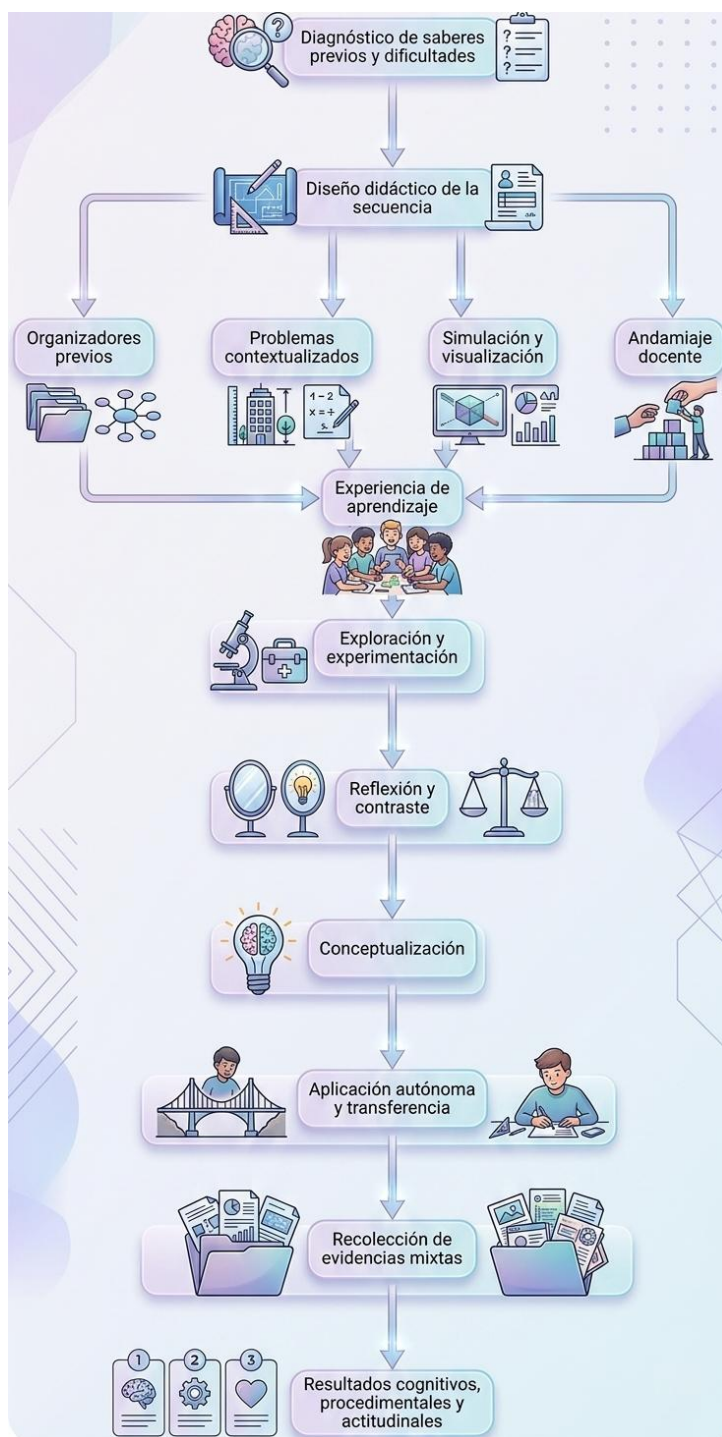
Las formulaciones anteriores responden a una necesidad señalada por la investigación en ingeniería, evaluar simultáneamente dimensiones conceptuales y procedimentales, ambas mutuamente asociadas al desarrollo de la competencia ingenieril, y complementarlas con evidencia cualitativa sobre la experiencia de aprendizaje (Taraban *et al.*, 2007).

4.2.4. Representación teórica y práctica de la propuesta

La lógica interna de la propuesta puede entenderse como un modelo de transformación progresiva, el curso parte del diagnóstico de saberes previos y concepciones erróneas; luego organiza experiencias de simulación y análisis guiado; después promueve reflexión y formalización conceptual; y finalmente conduce a tareas de aplicación autónoma y transferencia. En ese recorrido convergen Ausubel, Kolb, Vygotsky y la mediación tecnológica: se parte de lo que el estudiante ya sabe, se lo coloca ante experiencias significativas, se le ofrece apoyo ajustado y se favorece la reconstrucción del conocimiento en interacción con recursos digitales y problemas del campo profesional.

Figura 4.

Metodología para la enseñanza de circuitos eléctricos en ambientes de aprendizaje experiencial.



Nota. El diagrama representa la secuencia metodológica implementada durante la investigación, integrando estrategias de aprendizaje experiencial, simulación, exploración autónoma y recolección de evidencias mixtas para fortalecer la enseñanza de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética. Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Fases, actividades y productos

La propuesta se organiza en cuatro fases. Debe ajustarse al calendario académico, al número de unidades del curso y a la disponibilidad de laboratorio o aula digital. La estructura por fases se justifica porque el diagnóstico inicial es clave para activar conocimiento previo, la implementación debe cuidar la transición metodológica del estudiantado y la evaluación requiere integración de evidencia cuantitativa y cualitativa.

Tabla 5.

Desarrollo operativo de cada fase.

Fase	Duración estimada	Actividades principales	Responsables	Productos esperados
Análisis y preparación	1 mes	Aplicación de pretest; identificación de errores frecuentes en voltaje, corriente, resistencia, serie/paralelo, Ley de Ohm y Kirchhoff; sesión de inducción sobre la metodología; familiarización básica con el simulador.	Docente de la asignatura, investigador/tesista, estudiantes	Línea base de aprendizaje; matriz de concepciones erróneas; guía de inducción al simulador; cronograma de implementación
Diseño didáctico e instrumentación	1 semestre	Diseño de secuencias por unidad temática; elaboración de guías de trabajo y retos de transferencia; construcción o adaptación de pre/post, encuesta, rúbricas y guion de entrevista; validación de contenido y pilotaje interno.	Investigador/tesista, docente	Secuencia didáctica; banco de ítems; encuesta validada; rúbrica de desempeño; guía de observación; guion de entrevista
Implementación de la intervención	1 semestre	Desarrollo de sesiones con organizador previo, problema detonador, simulación, contraste entre resultados simulados y analíticos, discusión conceptual, cierre y reto autónomo; registro de uso del simulador y observación del desempeño.	Investigador/tesista, docente, estudiantes, apoyo de laboratorio o aula informática	Guías resueltas; archivos de simulación; registros de actividad; notas de observación; portafolio o carpeta digital de evidencias
Evaluación, triangulación y mejora	1 semestre	Aplicación de postest y encuesta; entrevistas semiestructuradas a muestra intencional; análisis estadístico; análisis temático; integración de resultados; ajuste de la propuesta.	Investigador/tesista, docente, estudiantes seleccionados	Base de datos final; matrices de análisis; informe de resultados; versión refinada de la propuesta

Nota. Fuente: elaboración propia.

En la fase de diagnóstico y alistamiento, el pretest no se limitó a cálculos numéricos, se incluyeron preguntas de interpretación, discriminación de conceptos y explicación breve. Por ejemplo, además de pedir el cálculo de corriente en un circuito resistivo básico, puede solicitarse que el estudiante explique qué significa físicamente una caída de tensión o qué cambia cuando una rama pasa de conexión en serie a paralelo. Esta fase es importante porque, como muestra la literatura, en circuitos es frecuente que el estudiantado alcance respuestas correctas por procedimiento sin haber construido una comprensión cualitativa robusta (Ausubel, 1968).

La fase de diseño didáctico e instrumentación se organizó en micro secuencias. Una secuencia típica para un curso inicial se abordaron temas como relación entre voltaje, corriente y resistencia; topologías serie/paralelo; Ley de Ohm; leyes de Kirchhoff; divisores de tensión y de corriente; comportamiento básico de circuitos RC o RL; e interpretación de medidas con instrumentos virtuales. En todos los casos, la consigna central no es resolver veinte ejercicios, sino explique, simule, compruebe y transfiera (Freeman *et al.*, 2014; Prince, 2004).

La fase de implementación siguió un ciclo estable: problema detonador, predicción, simulación, contraste, explicación y transferencia. Un ejemplo concreto es el siguiente: se presenta un circuito RC y se pide predecir qué ocurrirá con la corriente al modificar la resistencia; después el estudiante simula, observa la forma de onda, compara su predicción con el resultado y formula una explicación apoyada en conceptos. En una segunda vuelta, el apoyo del docente disminuye y el estudiante enfrenta un circuito análogo con una variación topológica. Esta lógica aprovecha la capacidad de repetición y visualización inmediata del simulador, al tiempo que mantiene un foco explícito en el concepto y no solo en el resultado (Kolb, 1984).

Por último, en la fase de evaluación, triangulación y mejora, los resultados cuantitativos se pusieron en diálogo con la evidencia cualitativa. No solo se reportó si subió el puntaje del posttest; si no se explicó cómo cambió la comprensión, qué dificultades iniciales persistieron, cuándo el estudiantado necesitó más guía y por qué ciertos recursos tecnológicos funcionaron mejor que otros. Esta integración es especialmente valiosa en

ingeniería, donde una sola fuente de evidencia rara vez explica la complejidad del aprendizaje (Creswell & Plano Clark, 2018; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

4.2.6 Selección de métodos

Para la recopilación de datos destinada a evaluar la propuesta de transformación, se adoptó un enfoque mixto con predominio cuantitativo e integración convergente, mediante el cual se obtuvieron evidencias numéricas y cualitativas durante el desarrollo del trabajo de campo. La información cuantitativa se recopiló a través de la aplicación del pretest y el posttest a los grupos participantes, así como mediante rúbricas de desempeño utilizadas durante las actividades de aprendizaje; estos instrumentos permitieron registrar el nivel inicial, el desempeño posterior y la ganancia de aprendizaje de los estudiantes. De manera complementaria, la información cualitativa se obtuvo mediante observación sistemática de las sesiones, entrevistas semiestructuradas y registros de la experiencia estudiantil, con el propósito de identificar percepciones sobre el uso de simuladores, la autonomía, la motivación, el rol docente y las dificultades enfrentadas durante la intervención. En la investigación educativa aplicada a la ingeniería, el diseño convergente resulta pertinente cuando los datos cuantitativos y cualitativos se recopilan en una misma etapa general del estudio y posteriormente se integran para construir una interpretación conjunta del fenómeno analizado (Creswell & Plano Clark, 2018; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

En el componente cuantitativo, la propuesta operó como un diseño cuasiexperimental pretest–posttest, idealmente con grupo experimental y grupo de comparación. En el componente cualitativo, se justifica el uso de entrevistas semiestructuradas, observación y análisis de registros porque estos métodos permiten explorar interpretaciones, motivaciones, significados y experiencias del estudiantado, aspectos especialmente relevantes cuando se introduce una metodología diferente a la enseñanza tradicional (Tokatlidis, 2024).

Tabla 6.*Comparativa de métodos, instrumentos y momentos de aplicación*

Enfoque	Método, técnica o instrumento	Propósito	Momento de aplicación
Cuantitativo	Pretest de comprensión conceptual y procedimental	Establecer línea base y detectar dificultades iniciales	Antes de iniciar la intervención
Cuantitativo	Postest equivalente al pretest	Medir cambio en comprensión y desempeño	Al finalizar la intervención
Cuantitativo	Encuesta Likert validada	Medir motivación, autonomía, utilidad percibida del simulador y percepción del rol docente	Al finalizar la intervención
Cuantitativo	Registros del simulador	Analizar frecuencia de uso, intentos, tiempo en tarea, número de circuitos completados y errores recurrentes	Durante toda la intervención
Cuantitativo	Rúbrica de desempeño	Valorar calidad de simulación, interpretación, validación y transferencia	Durante prácticas y producto final
Cualitativo	Observación de aula/laboratorio	Identificar interacción, colaboración, tipo de ayuda docente, participación y autonomía visible	Durante sesiones seleccionadas
Cualitativo	Entrevistas semiestructuradas	Profundizar en comprensión percibida, dificultades, mediación docente y experiencia con el simulador	Al cierre, con muestra intencional
Cualitativo	Notas de campo o diario reflexivo breve	Recuperar indicios de cambio conceptual y atribuciones del aprendizaje	Durante y al final de la secuencia
Integración	Triangulación de resultados	Contrastar si los cambios medidos se corresponden con las percepciones y evidencias observadas	En la fase analítica final

Nota. Fuente: elaboración propia.

Procedimientos de análisis

En el plano cuantitativo se utilizó estadística descriptiva, verificación de supuestos y pruebas inferenciales acordes con el diseño. Como existieron mediciones pre y post dentro del mismo grupo, se emplearon pruebas t para muestras relacionadas o su

equivalente no paramétrico (Wilcoxon); con el grupo de comparación y como no había homogeneidad de varianzas, se utilizó t de Welch o Mann–Whitney U. (UIIX, s.f.). En el plano cualitativo, se realizó una codificación temática con categorías deductivas y emergentes, seguida de triangulación con los hallazgos cuantitativos. Esta combinación es consistente con las prácticas metodológicas reportadas en investigación en educación en ingeniería y con estudios recientes en entornos virtuales para circuitos electrónicos.

4.2.7 Recursos para su funcionamiento

El uso de recursos tecnológicos alternativos permite ampliar las posibilidades de experimentación, especialmente cuando existen limitaciones de tiempo, infraestructura o disponibilidad de equipos físicos. Sin embargo, la tecnología no debe asumirse como sustituto automático del aprendizaje, sino como mediadora de experiencias didácticas estructuradas. De Jong y Van Joolingen (1998) advierten que las simulaciones requieren orientación pedagógica para evitar una exploración superficial o desordenada; por ello, los recursos tecnológicos de esta propuesta se acompañan de guías, preguntas, retos y espacios de reflexión.

Tabla 7.

Descripción de recursos.

Tipo de recurso	Descripción
Humanos	Docente responsable de la asignatura; estudiantes; investigador/tesista; apoyo de laboratorio o soporte TIC; eventualmente un par académico para validación de instrumentos
Materiales	Guías didácticas, banco de ítems, rúbricas, fichas de observación, formatos de consentimiento, matrices de análisis
Tecnológicos	Simulador de circuitos (por ejemplo, LTspice, TINA-TI, PartSim, Falstad o equivalente), aula virtual, computador o laboratorio de informática, proyector, acceso a internet
Tiempo	2 semestres
Presupuesto	Se recomienda priorizar software libre o licencias institucionales ya disponibles, para reducir costos operativos

4.2.8 Resultados esperados

En la dimensión cognitiva, se espera una mejora verificable en comprensión de magnitudes eléctricas, diferencia entre voltaje y corriente, lectura conceptual de topologías, interpretación de relaciones entre variables y capacidad de explicar el comportamiento del circuito más allá de la aplicación algorítmica de fórmulas (Kollöffel & de Jong, s.f.). Este resultado es coherente con estudios que muestran que los laboratorios virtuales y de indagación pueden elevar la comprensión conceptual en circuitos y con la evidencia de que la visualización de variables no observables contribuye a superar errores conceptuales persistentes. En la dimensión procedimental, se espera que el estudiantado logre modelar circuitos en simulador, seleccionar componentes, predecir comportamientos, validar resultados con el análisis matemático, interpretar salidas instrumentales y resolver problemas nuevos con menor dependencia de ejemplos previos (Kollöffel & de Jong, s.f.). La evidencia disponible sugiere mejoras tanto en habilidades operativas como en desempeño procedimental cuando las actividades virtuales se integran con indagación y trabajo guiado. En la dimensión actitudinal, se espera un aumento de la motivación, la participación, la autonomía y la percepción de utilidad del curso. La evidencia reciente muestra que, dentro de los resultados de los laboratorios virtuales en ingeniería, los efectos más altos aparecen precisamente en motivación y participación; además, experiencias específicas en circuitos reportan mayor interés por la asignatura y fortalecimiento del autoaprendizaje y la colaboración (Freeman *et al.*, 2014; Prince, 2004).

4.2.9 Indicadores y criterios de evaluación

La evaluación de la propuesta se realizará mediante indicadores que permitan valorar la efectividad de la intervención desde una perspectiva integral. Estos indicadores se relacionan con los objetivos específicos y con las dimensiones cognitiva, procedimental, actitudinal y pedagógica.

Tabla 8.*Indicadores y criterios de evaluación.*

Indicador	Definición operacional	Fuente de información	Criterio de evaluación
Mejora en el aprendizaje	Diferencia entre puntaje posttest y pretest.	Pretest y posttest.	Incremento significativo en el grupo experimental.
Comprensión conceptual	Capacidad para explicar variables y fenómenos eléctricos.	Pruebas, entrevistas y observaciones.	Explicaciones más claras, completas y fundamentadas.
Desempeño procedimental	Capacidad para analizar, simular y validar circuitos.	Rúbricas y productos de trabajo.	Resolución correcta de actividades y simulaciones.
Autonomía del estudiante	Toma de decisiones, búsqueda de soluciones y autorregulación.	Observación, entrevistas y rúbricas.	Mayor independencia durante las actividades.
Motivación	Interés, participación y disposición hacia la materia.	Entrevistas, observaciones y encuesta.	Mayor participación y valoración positiva de la metodología.
Uso de simuladores	Manejo funcional de recursos tecnológicos.	Archivos de simulación y observación.	Uso adecuado para explorar, comprobar y explicar circuitos.
Rol docente	Nivel de mediación, acompañamiento y retroalimentación.	Observación y entrevistas.	Transición hacia un rol facilitador.
Integración mixta	Coherencia entre datos cuantitativos y cualitativos.	Triangulación de resultados.	Convergencia entre mejora estadística y percepción positiva.

Nota. Fuente: elaboración propia.

Estos criterios de evaluación permitieron determinar si la propuesta logró favorecer el aprendizaje significativo de circuitos eléctricos. Para ello, no se considerará únicamente el aumento de calificaciones, sino también la mejora en la comprensión, la participación, la autonomía y la capacidad del estudiante para transferir el conocimiento a nuevas situaciones. Esta perspectiva integral resulta coherente con el enfoque mixto de la investigación, ya que combina medición objetiva, interpretación cualitativa y triangulación de evidencias.

La estructura de esta propuesta de transformación plantea una ruta metodológica coherente, progresiva y fundamentada teóricamente. Su finalidad es transformar la enseñanza de circuitos eléctricos mediante recursos tecnológicos alternativos, promoviendo que los estudiantes de Ingeniería en Cibernética aprendan de manera más activa, significativa, autónoma y contextualizada. De esta forma, la propuesta no solo busca mejorar resultados académicos, sino también transformar la experiencia formativa dentro de la educación en ingeniería.

4.3. Valoración/ evaluación / validación de la propuesta de transformación.

La valoración de la propuesta de transformación se concibe como un proceso integral orientado a determinar su pertinencia, coherencia, factibilidad, aplicabilidad e impacto en el aprendizaje de los estudiantes. Esta valoración no se reduce a verificar si los puntajes aumentaron después de la intervención, sino que busca reunir evidencias cuantitativas y cualitativas que permitan comprender el alcance real de la metodología propuesta. En este sentido, la evaluación debe considerar tanto los resultados académicos como los procesos pedagógicos que explican dichos resultados. La evaluación debe considerar el contexto, los insumos, el proceso y el producto de una intervención educativa (Stufflebeam, 2003). Aplicado a esta propuesta, el contexto incluye las necesidades de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería en Cibernética y las condiciones institucionales de la Universidad Marista de Guadalajara. Los insumos comprenden simuladores, materiales didácticos, guías de autodescubrimiento, recursos tecnológicos y formación docente. El proceso se refiere a la implementación de

actividades, la interacción del estudiante con los recursos y el acompañamiento del docente. Finalmente, el producto corresponde a los resultados obtenidos en términos de aprendizaje, autonomía, motivación y desempeño académico.

La validación de la propuesta incluye una primera fase de validación de contenido mediante juicio de expertos. En esta etapa, especialistas en educación, enseñanza de circuitos eléctricos, estadística aplicada y metodología de la investigación revisan los instrumentos, las guías didácticas, las rúbricas y la secuencia de actividades. La finalidad es valorar criterios como claridad, pertinencia, coherencia, suficiencia y factibilidad. Lawshe (1975) plantea que la validez de contenido permite determinar si los ítems o componentes de un instrumento son esenciales para medir el constructo que se pretende evaluar. De manera complementaria, Aiken (1980) propuso un coeficiente para valorar la concordancia entre jueces expertos sobre la pertinencia de los ítems. La propuesta también contempla la realización de una prueba piloto, cuyo propósito es verificar la funcionalidad de los instrumentos y procedimientos antes de su aplicación definitiva. Los estudios piloto permiten revisar tiempos, instrucciones, comprensión de reactivos, condiciones de aplicación y posibles dificultades operativas (In, 2017). En el caso de esta investigación, la prueba piloto permite ajustar el pretest, posttest, rúbricas y guías de observación antes de su aplicación formal a la muestra general. De esta forma, se fortalece la confiabilidad del proceso y se reducen errores metodológicos.

La evaluación cuantitativa de la propuesta se realiza mediante la comparación de resultados entre pretest y posttest, tanto en el grupo control como en el grupo experimental. Para ello, se emplean estadísticos descriptivos, pruebas t pareadas, pruebas t independientes, pruebas no paramétricas y cálculo del tamaño del efecto. Este procedimiento permite determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas y si la magnitud de dichas diferencias es relevante desde el punto de vista educativo. La incorporación del tamaño del efecto resulta importante porque permite interpretar no solo si hubo diferencia, sino qué tan fuerte fue el impacto de la intervención.

La evaluación cualitativa se realiza mediante entrevistas semiestructuradas y observaciones. Estos instrumentos permiten comprender la experiencia de los

estudiantes, sus percepciones sobre el uso de simuladores, el nivel de autonomía desarrollado, la motivación generada y las dificultades enfrentadas durante la implementación. El análisis cualitativo se desarrolla mediante codificación abierta y axial, siguiendo los principios de la teoría fundamentada. Glaser y Strauss (1989) plantean que la teoría fundamentada permite generar categorías a partir del análisis sistemático de los datos, mientras que Strauss y Corbin (2002) destacan que la codificación axial permite establecer relaciones entre categorías y subcategorías para construir explicaciones más profundas del fenómeno estudiado.

La triangulación constituye una fase fundamental de la validación de la propuesta. Esta permite integrar datos cuantitativos y cualitativos para construir una interpretación más completa del fenómeno. Denzin (1978) plantea que la triangulación fortalece la validez de los resultados al combinar diversas fuentes, métodos o perspectivas. En este estudio, la triangulación permite contrastar los resultados del pretest y posttest con las percepciones de los estudiantes, las observaciones del docente y las evidencias generadas durante las actividades. De esta manera, los resultados numéricos se enriquecen con explicaciones cualitativas sobre cómo los estudiantes aprendieron, qué recursos consideraron más útiles y qué transformaciones experimentaron en su proceso formativo.

4.3.1 Valoración de la pertinencia mediante el método Delphi

La valoración de la propuesta de transformación denominada “Lineamientos metodológicos con recursos tecnológicos alternativos para favorecer el aprendizaje significativo de circuitos eléctricos en Ingeniería en Cibernética en Guadalajara, Jalisco, México” requirió la integración de un panel de expertos con perfiles complementarios, capaces de analizar la propuesta desde sus dimensiones disciplinar, pedagógica, metodológica, estadística, curricular y tecnológica. La selección del panel no respondió únicamente al grado académico de los participantes, sino a la correspondencia entre su formación, experiencia profesional y relación con los componentes centrales de la

investigación. En este sentido, López-Gómez (2018) señala que la calidad de un proceso Delphi depende de la adecuada selección de los expertos, quienes deben contar con antecedentes, experiencia y disposición para emitir juicios fundamentados sobre el objeto evaluado. Asimismo, Varela-Ruiz *et al.* (2012) establecen que la calidad y pertinencia del grupo experto constituyen factores fundamentales para alcanzar una valoración sólida sobre una propuesta o problema de investigación.

En la presente investigación, el panel estuvo conformado por cinco expertos, seleccionados mediante un criterio intencional y especializado, considerando la naturaleza interdisciplinaria de la propuesta. Aunque la literatura reporta que los estudios Delphi suelen desarrollarse con paneles mayores y que diversos autores recomiendan no utilizar grupos demasiado reducidos, el número de participantes depende de los objetivos, la especificidad del problema, el nivel de homogeneidad o complementariedad del panel y la disponibilidad de especialistas con conocimiento directamente relacionado con la propuesta (López-Gómez, 2018; Varela-Ruiz *et al.*, 2012). Por tanto, en este estudio la participación de cinco expertos se asumió como una valoración especializada y focalizada de la propuesta, suficiente para obtener retroalimentación técnica inicial sobre sus componentes, aunque reconociendo como limitación metodológica que un panel más amplio podría fortalecer la estabilidad y amplitud del consenso alcanzado.

El Experto 1 fue incorporado debido a que reúne dos competencias especialmente relevantes para esta tesis: el dominio disciplinar de la electrónica y la formación educativa. Su participación permitió valorar si los contenidos y actividades propuestos son técnicamente adecuados para el aprendizaje de circuitos eléctricos y, al mismo tiempo, si la metodología favorece procesos de comprensión significativa. Además, por desempeñarse como docente en la Universidad Marista de Guadalajara, posee conocimiento directo de las condiciones académicas, características institucionales y necesidades formativas del contexto específico donde se desarrolla la propuesta. Su perfil resulta, por tanto, fundamental para garantizar la pertinencia contextual de la intervención.

El Experto 2 fue seleccionado por su formación en economía y finanzas, así como por su experiencia profesional en el INEGI, institución cuya función se encuentra estrechamente vinculada con la producción, organización y análisis de información estadística. Aunque su perfil no corresponde directamente a la enseñanza de circuitos eléctricos, su participación aporta una mirada especializada sobre la estructura de los datos, la consistencia de los procedimientos cuantitativos, el uso de indicadores y la interpretación de resultados. Con más de 18 años de experiencia en diseño y validación de instrumentos. En una investigación de enfoque mixto con predominio cuantitativo, esta valoración resulta necesaria para asegurar que la comparación entre pretest y posttest, la presentación de gráficas y el tratamiento estadístico sean claros, pertinentes y técnicamente sostenibles.

El Experto 3, con doctorado en educación y experiencia como coordinadora de planes de estudio en la Universidad de Guadalajara, fue integrado al panel por su capacidad para analizar la propuesta desde una perspectiva pedagógica y curricular. Con más de 23 años de experiencia en enseñanza de la ingeniería, en circuitos eléctricos, en innovación educativa. Su formación le permite valorar la coherencia entre problema, objetivos, fundamentación teórica, actividades, instrumentos y resultados esperados. Asimismo, su experiencia en diseño y coordinación curricular favorece la revisión de la aplicabilidad de los lineamientos metodológicos dentro de un programa universitario de ingeniería. Este perfil resulta esencial para determinar si la propuesta constituye una verdadera alternativa de transformación educativa y no únicamente un conjunto aislado de actividades tecnológicas.

El Experto 4, doctor en Ciencias en Electrónica y académico de la Universidad de Guadalajara, aporta el nivel de especialización necesario para revisar la solidez científica y disciplinar de la propuesta. Con más de 25 años de experiencia en la enseñanza en ingenierías y en circuitos eléctricos. Su intervención permite valorar si los conceptos, procedimientos, problemas y actividades de simulación representan adecuadamente los principios de los circuitos eléctricos. Del mismo modo, puede determinar si los recursos tecnológicos empleados son pertinentes para desarrollar competencias propias de la formación en ingeniería. Su perfil fortalece la validez disciplinar de la propuesta,

asegurando que la innovación metodológica se encuentre respaldada por conocimientos rigurosos en electrónica.

El Experto 5, con doctorado en Ciencias Electrónicas y experiencia como directora de un Centro de Innovación Tecnológica, fue incorporado debido a su capacidad para valorar la dimensión de innovación, transferencia y aplicabilidad tecnológica de la propuesta. Con más de 20 años de experiencia en investigación y en enseñanza de ingeniería. Su perfil permite examinar si el uso de simuladores, recursos digitales y ambientes no convencionales constituye una alternativa viable y relevante para los procesos contemporáneos de formación en ingeniería. Además, su experiencia directiva favorece una valoración orientada a la sostenibilidad, escalabilidad y posible adaptación de los lineamientos metodológicos en otros contextos educativos o tecnológicos.

La conformación del panel con tres expertos con grado de doctorado y dos con grado de maestría respondió al propósito de equilibrar el rigor académico y científico con la experiencia profesional, institucional y aplicada necesaria para valorar integralmente la propuesta. Los expertos con doctorado aportan competencias avanzadas en investigación, construcción teórica, análisis crítico, innovación y dominio especializado del campo educativo o electrónico. En particular, sus perfiles permiten examinar la coherencia epistemológica, la pertinencia curricular, la solidez disciplinar y el carácter transformador de la propuesta, aspectos fundamentales en una investigación doctoral. Por su parte, los expertos con maestría no fueron considerados perfiles secundarios, sino expertos cuya experiencia concreta resulta indispensable para evaluar dimensiones específicas de la intervención. El experto con formación en Ingeniería Electrónica y Maestría en Educación aporta conocimiento directo del aula, del contexto institucional de la UMG y de las necesidades reales de los estudiantes; mientras que el experto con formación en economía y Maestría en Finanzas, vinculado profesionalmente al INEGI, contribuye con criterios de organización, tratamiento y análisis cuantitativo de la información. De esta manera, el panel combina conocimientos de alto nivel académico con experiencia práctica y contextual, evitando que la validación quede limitada exclusivamente a una perspectiva teórica.

Esta combinación se encuentra alineada con el principio metodológico del Delphi según el cual la selección de expertos debe realizarse con base en su competencia respecto al objeto de consulta y no únicamente por su grado académico. López-Gómez (2018) sostiene que los antecedentes, la experiencia profesional, la formación y la disposición para participar constituyen elementos determinantes para conformar un panel de calidad. De manera semejante, Varela-Ruiz *et al.* (2012) reconocen que los expertos pueden seleccionarse por su conocimiento especializado, experiencia profesional o capacidad para clarificar y valorar el problema objeto del estudio. Por consiguiente, la presencia de tres doctores y dos maestros permitió integrar una valoración multidimensional, equilibrada y pertinente de los lineamientos metodológicos propuestos. La aplicación del Delphi en esta investigación se organizó en rondas sucesivas de consulta. En una primera ronda, los expertos revisan los instrumentos y la propuesta metodológica para valorar criterios como claridad, pertinencia, coherencia, suficiencia, factibilidad y aplicabilidad. A partir de sus respuestas, se sistematizaron las observaciones, se calcularon medidas de tendencia central y dispersión, y se identificaron puntos de acuerdo o discrepancia. En una segunda ronda, los expertos recibieron una síntesis de los resultados obtenidos en la primera consulta y tuvieron la oportunidad de confirmar, ajustar y justificar sus valoraciones. Esta lógica iterativa permite refinar progresivamente la propuesta y fortalecer su calidad académica. Astigarraga (s. f.) explica que los cuestionarios sucesivos en el método Delphi buscan disminuir el espacio intercuartil, precisar la mediana y acercar las opiniones hacia un consenso razonado. Asimismo, López-Gómez (2018) señala que el proceso iterativo en rondas, la retroalimentación controlada y la búsqueda de consenso o estabilidad son elementos metodológicos centrales del Delphi. En este mismo sentido, Varela-Ruiz *et al.* (2012) destacan que la retroalimentación constituye una característica esencial del método, ya que permite circular información entre expertos y coordinadores, favoreciendo la construcción progresiva de acuerdos.

Para la validación de la propuesta de transformación se diseñaron instrumentos específicos para la aplicación del método Delphi, orientados a recoger la valoración de expertos sobre la pertinencia, claridad, coherencia, suficiencia, factibilidad y aplicabilidad de los lineamientos metodológicos propuestos. Estos instrumentos incluyen

una ficha de caracterización del experto, un cuestionario de primera ronda, un formato de sistematización de resultados, un cuestionario de segunda ronda, un dictamen final y una matriz de validación. La aplicación de estos instrumentos permitió organizar un proceso de consulta estructurado, iterativo y anónimo, mediante el cual se buscó alcanzar consenso experto sobre la calidad y viabilidad de la propuesta antes de su implementación definitiva. Todos los instrumentos correspondientes a la aplicación del método se encuentran en el anexo 1.

En términos operativos, los resultados del Delphi se procesaron mediante estadísticos descriptivos, tales como media, mediana, moda, mínimo, máximo, desviación estándar y cuartiles, además del análisis cualitativo de las observaciones emitidas por los expertos. Astigarraga (s. f.) señala que, para el tratamiento de resultados Delphi, pueden utilizarse medidas de tendencia central y dispersión, como media, mediana, moda, máximo, mínimo, desviación típica y cuartiles, lo que permite valorar la concentración o dispersión de las opiniones expertas. En este sentido, la información obtenida permite identificar cuáles elementos de la propuesta presentan mayor consenso y cuáles requieren ajustes. Los aspectos con alta valoración podrían mantenerse como componentes centrales de la metodología, mientras que aquellos con menor consenso serían revisados y modificados con base en las observaciones recibidas. Finalmente, la incorporación del método Delphi fortalece el rigor científico de la investigación, ya que aporta una fase sistemática de validación externa basada en conocimiento experto. Su uso permite articular la evidencia empírica obtenida en el trabajo de campo con una valoración especializada sobre la pertinencia de la propuesta de transformación. Así, el Delphi no sustituye los resultados cuantitativos y cualitativos obtenidos mediante pretest, posttest, entrevistas y observaciones, sino que los complementa al ofrecer una evaluación técnica de la propuesta metodológica. En consecuencia, su integración contribuye a consolidar una investigación más robusta, pertinente y orientada a la mejora educativa, al asegurar que los lineamientos metodológicos propuestos sean no solo innovadores, sino también factibles, claros y adecuados para favorecer el aprendizaje significativo de circuitos eléctricos en el contexto de la Ingeniería en Cibernética.

Tabla 9.*Concentrado de respuestas del método Delphi.*

Dimensión validada	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Observación
Pertinencia	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	Alta relación con la necesidad detectada en enseñanza de circuitos eléctricos.
Claridad	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	Requiere seguir instrucciones, pero los lineamientos son comprensibles.
Coherencia	5.0	5.0	5.0	5.0	4.0	La propuesta mantiene alineación entre objetivos, metodología e instrumentos.
Suficiencia	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	Los instrumentos cubren las dimensiones centrales; se sugieren ajustes menores.
Factibilidad	4.0	5.0	4.0	4.0	4.0	Viable con disponibilidad tecnológica y capacitación docente básica.
Aplicabilidad	5.0	4.0	5.0	5.0	4.0	Adecuada para Ingeniería en Cibernética y contextos semejantes.
Recursos tecnológicos	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	Uso pertinente de simuladores y recursos alternativos.
Actividades experienciales	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	Favorecen exploración, autodescubrimiento y aplicación práctica.
Instrumentos de evaluación	5.0	4.0	5.0	5.0	4.0	Pretest, posttest y rúbricas permiten valorar el aprendizaje.
Propuesta global	5.0	5.0	4.0	4.0	4.0	La propuesta se considera pertinente y aplicable con ajustes menores.

Nota. Fuente: elaboración propia.

Los resultados se concentran en la matriz final de validación Delphi de la Tabla 5.8. Muestran una valoración favorable de la propuesta de transformación por parte del panel de expertos. Las dimensiones evaluadas obtuvieron medias superiores a 4.20 en una escala de 1 a 5, lo que indica una alta aceptación de los lineamientos metodológicos propuestos.

Las dimensiones con mayor valoración fueron pertinencia, recursos tecnológicos, coherencia, aplicabilidad y actividades experienciales, lo cual evidencia que la propuesta responde adecuadamente a las necesidades detectadas en la enseñanza de circuitos eléctricos y se articula con el uso de recursos tecnológicos alternativos, simuladores y estrategias de aprendizaje significativo. Los valores de la mediana, ubicados entre 4.0 y 5.0, refuerzan la tendencia positiva en la valoración de los expertos. El rango intercuartílico se mantuvo entre 0.0 y 1.00, lo que permite identificar un alto nivel de consenso entre los participantes.

Las dimensiones de suficiencia y factibilidad obtuvieron una media de 4.20, por lo que se consideran aceptadas con ajustes menores, principalmente relacionados con la disponibilidad de recursos tecnológicos, tiempos de implementación y capacitación docente. Las desviaciones estándar son bajas (0 a 0.49), indicando que las respuestas fueron bastante homogéneas y existe consenso entre los participantes. Ninguna dimensión presenta alta dispersión, por lo que los resultados pueden considerarse confiables y estables.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la propuesta es pertinente, clara, coherente, suficiente, aplicable y metodológicamente viable para favorecer el aprendizaje significativo de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética.

Tabla 10.

Matriz de los resultados finales del proceso Delphi.

Dimensión validada	Media final	Mediana final	Desv. estándar	Q1	Q3	Rango intercuartílico	Nivel de consenso	Decisión
Pertinencia	4.80	5.00	0.40	5.00	5.00	0.00	Alto	Se acepta
Claridad	4.40	4.00	0.49	4.00	4.00	0.00	Alto	Se acepta
Coherencia	4.80	5.00	0.40	5.00	5.00	0.00	Alto	Se acepta
Suficiencia	4.20	4.00	0.40	4.00	4.00	0.00	Alto	Se acepta con ajustes menores
Factibilidad	4.20	4.00	0.40	4.00	4.00	0.00	Alto	Se acepta con ajustes menores
Aplicabilidad	4.60	4.00	0.49	4.00	5.00	1.00	Alto	Se acepta
Recursos tecnológicos	5.00	5.00	0.00	5.00	5.00	0.00	Alto	Se acepta
Actividades experienciales	4.40	4.00	0.49	4.00	4.00	0.00	Alto	Se acepta
Instrumentos de evaluación	4.60	4.00	0.49	4.00	5.00	1.00	Alto	Se acepta
Propuesta global	4.40	4.00	0.49	4.00	4.00	0.00	Alto	Se acepta

Nota. Fuente: elaboración propia.

La intervención de cinco expertos en el proceso de validación mediante el método Delphi se justifica por el carácter especializado y contextual de la propuesta, así como por la necesidad de contar con valoraciones fundamentadas sobre su pertinencia, claridad, coherencia, factibilidad y aplicabilidad en la enseñanza de circuitos eléctricos. Si bien algunos autores sugieren que los paneles Delphi pueden integrarse con un número mayor de participantes, también se reconoce que no existe una regla única y absoluta respecto al tamaño del panel, ya que este depende de la naturaleza del problema, los objetivos del estudio, la disponibilidad de especialistas y el nivel de

experiencia requerido. López-Gómez (2018) señala que el número de expertos en un Delphi debe definirse de manera contingente, considerando la finalidad de la investigación, la calidad del panel y los recursos disponibles, más que buscando representatividad estadística. Asimismo, Varela-Ruiz, Díaz-Bravo y García-Durán (2012) destacan que la calidad y pertinencia de los expertos resulta más relevante que la cantidad, ya que son sus juicios especializados los que permiten alcanzar una valoración válida sobre el problema o producto evaluado. En este sentido, la participación de cinco expertos se consideró pertinente para esta investigación, debido a que se trató de una validación focalizada de una propuesta metodológica específica, en la que los especialistas contaban con experiencia en educación, metodología de la investigación, estadística aplicada, innovación pedagógica y enseñanza de circuitos eléctricos, lo que permitió obtener una valoración suficiente, argumentada y útil para fortalecer la propuesta de transformación.

CONCLUSIONES

La aplicación de una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos, ambientes de aprendizaje no convencionales, simuladores, actividades de indagación guiada y resolución activa de problemas favoreció de manera significativa la comprensión teórico-práctica de los circuitos eléctricos en los estudiantes del grupo experimental de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara. Este conocimiento se sustenta en que ambos grupos iniciaron con condiciones académicas comparables, pero después de la intervención el grupo experimental alcanzó un desempeño sustancialmente superior y una mayor ganancia de aprendizaje que el grupo control.

La diferencia inicial entre ambos grupos no fue estadísticamente significativa: el grupo control obtuvo una media de 57.09 puntos y el grupo experimental una media de 56.64 puntos en el pretest, con $p = .6067$. En contraste, después de la aplicación de la metodología, el grupo experimental alcanzó una media de 81.69 puntos en el posttest, frente a 70.96 puntos del grupo control. La mejora promedio fue de 25.05 puntos en el grupo experimental y de 13.87 puntos en el grupo control; esta diferencia resultó estadísticamente significativa, $p < .001$, con un tamaño del efecto grande, $d = 1.7790$. Por tanto, la metodología propuesta se relacionó con una mejora académica superior a la obtenida mediante la estrategia utilizada en el grupo control. Desde la integración cualitativa, la mejora observada se explica por la posibilidad de que los estudiantes visualizaran fenómenos eléctricos, manipularan variables, contrastaran resultados teóricos y simulados, participaran activamente en la solución de problemas y desarrollaran mayor independencia durante las actividades. En consecuencia, el principal conocimiento derivado de la investigación consiste en reconocer que la enseñanza de circuitos eléctricos adquiere mayor efectividad formativa cuando los estudiantes dejan de ocupar un papel predominantemente receptivo y participan en experiencias tecnológicas, prácticas y reflexivas orientadas a comprender el comportamiento real de los circuitos.

La problemática inicial quedó esclarecida al comprobarse que la dificultad para comprender los circuitos eléctricos no depende únicamente de la complejidad conceptual propia de la asignatura, sino también de las condiciones metodológicas bajo las cuales se

presentan, exploran y aplican dichos contenidos. Los resultados muestran que una metodología basada principalmente en la transmisión de información puede producir mejoras en el aprendizaje; sin embargo, una metodología que integra simulación, análisis, práctica, indagación y acompañamiento docente gradual genera avances de mayor magnitud. El grupo control también mejoró entre el pretest y el postest, pasando de 57.09 a 70.96 puntos. No obstante, el grupo experimental avanzó de 56.64 a 81.69 puntos, mostrando que los estudiantes desarrollaron una comprensión más sólida cuando dispusieron de oportunidades para experimentar con circuitos, observar cambios en tiempo real e interpretar los resultados obtenidos. Así, el problema de conocimiento planteado en la investigación se resolvió al identificar que la articulación de recursos tecnológicos alternativos con estrategias pedagógicas activas constituye una vía pertinente para mejorar la comprensión teórico-práctica de los circuitos eléctricos.

La hipótesis planteada fue respaldada en lo correspondiente a la comprensión teórico-práctica de los circuitos eléctricos, debido a que la implementación de la metodología innovadora produjo diferencias estadísticamente significativas y educativamente relevantes a favor del grupo experimental. La comparación del postest entre grupos evidenció una diferencia significativa, t de Welch = -14.3071, gl = 89.5522, $p < .001$, con un tamaño del efecto muy grande, d = 2.7283. Del mismo modo, la diferencia en la ganancia de aprendizaje fue significativa, t de Welch = -9.3289, gl = 107.1019, $p < .001$, con un tamaño del efecto de d = 1.7790. En relación con la autonomía, la evidencia cualitativa mostró que los estudiantes del grupo experimental asumieron progresivamente una participación más activa al explorar alternativas, interpretar resultados, identificar errores y resolver actividades con menor dependencia de la explicación directa del docente. Por lo tanto, puede afirmarse que la metodología favoreció manifestaciones observables de autonomía durante el proceso de aprendizaje. Respecto al pensamiento crítico, los hallazgos permiten identificar indicios asociados con la comparación de resultados, la interpretación de fenómenos, la formulación de explicaciones y la toma de decisiones durante la resolución de problemas. Sin embargo, debido a que esta dimensión no fue medida mediante un instrumento específico independiente, su desarrollo debe interpretarse como una evidencia cualitativa derivada del proceso formativo y no como

una conclusión cuantitativa definitiva. Esta precisión fortalece el rigor de la investigación al limitar las afirmaciones a los alcances reales de los datos obtenidos.

El objetivo general consistió en diseñar una metodología basada en recursos tecnológicos alternativos para el mejoramiento de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos mediante el desarrollo de la autonomía y el pensamiento crítico en estudiantes de Ingeniería en Cibernética de la Universidad Marista de Guadalajara, Jalisco, México, durante el ciclo académico 2024–2025.

La investigación permitió establecer que una metodología de esta naturaleza es pertinente para el contexto analizado, debido a que articula el aprendizaje conceptual con experiencias de simulación, indagación, verificación y reflexión. La implementación no se limitó a incorporar recursos tecnológicos como elementos adicionales de clase, sino que modificó la dinámica formativa: el estudiante participó en la interpretación de los circuitos, tomó decisiones durante las actividades y vinculó los resultados observados con las leyes y principios eléctricos estudiados. El conocimiento alcanzado a partir del objetivo general indica que los recursos tecnológicos alternativos adquieren valor pedagógico cuando se integran dentro de una secuencia metodológica organizada, acompañada por orientación docente y dirigida hacia la comprensión, y no únicamente hacia la ejecución de procedimientos. La mejora alcanzada por el grupo experimental confirma que la metodología propuesta puede contribuir eficazmente a transformar la enseñanza de circuitos eléctricos dentro del contexto universitario estudiado.

En cuanto a los objetivos específicos, respecto al objetivo orientado a analizar los fundamentos teóricos y pedagógicos que sustentan la enseñanza de circuitos eléctricos en educación superior, se concluye que la comprensión teórico-práctica de esta área requiere una articulación entre aprendizaje significativo, constructivismo, aprendizaje experiencial, indagación guiada y aprendizaje activo. Estos fundamentos permiten reconocer que el estudiante no aprende circuitos eléctricos únicamente mediante la recepción de explicaciones o la repetición de procedimientos, sino a través de experiencias en las que relaciona sus conocimientos previos, observa fenómenos, manipula variables, contrasta resultados y construye explicaciones propias. Por tanto, el principal conocimiento derivado de este objetivo es que la enseñanza de circuitos eléctricos debe

orientarse hacia metodologías que favorezcan la participación activa, la autonomía progresiva y el pensamiento crítico del estudiante.

En relación con el objetivo de caracterizar las estrategias pedagógicas y los ambientes no convencionales de aprendizaje reportados en investigaciones previas, se concluye que los simuladores, laboratorios virtuales, recursos tecnológicos alternativos, actividades prácticas, resolución activa de problemas y dinámicas de autodescubrimiento constituyen recursos pertinentes para mejorar la enseñanza de circuitos eléctricos. Sin embargo, su efectividad no depende únicamente de la presencia de tecnología, sino de su integración dentro de una secuencia didáctica clara, intencionada y acompañada por mediación docente. En consecuencia, los ambientes no convencionales se consolidan como escenarios formativos que permiten representar, explorar y comprender fenómenos eléctricos abstractos de manera más visual, dinámica y significativa.

Sobre el objetivo referido al análisis de la relación entre la aplicación de la metodología propuesta y los procesos de comprensión conceptual y aplicación del conocimiento, se concluye que la intervención metodológica produjo una mejora significativa en el aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental. Los resultados del pretest mostraron condiciones iniciales comparables entre el grupo control y el grupo experimental; no obstante, en el postest el grupo experimental alcanzó una media superior y una mayor ganancia de aprendizaje. Esta diferencia evidencia que la metodología basada en recursos tecnológicos alternativos, simuladores, indagación guiada y resolución activa de problemas favoreció una comprensión más profunda y una aplicación más efectiva del conocimiento de circuitos eléctricos.

En cuanto al objetivo de elaborar una metodología de enseñanza de circuitos eléctricos basada en estrategias pedagógicas y ambientes no convencionales, se concluye que la propuesta diseñada constituye una estructura metodológica coherente, pertinente y aplicable al contexto de la Ingeniería en Cibernética. La metodología integró diagnóstico inicial, diseño de actividades, uso de simuladores, aprendizaje experiencial, indagación guiada, mediación docente gradual, evaluación del aprendizaje y triangulación de resultados. El conocimiento derivado de este objetivo permite afirmar que una propuesta de transformación educativa debe articular de manera equilibrada los recursos

tecnológicos, la fundamentación pedagógica y el acompañamiento docente para favorecer la comprensión teórico-práctica, la autonomía y la participación activa del estudiante.

Finalmente, respecto al objetivo de validar la metodología propuesta mediante juicio de expertos, se concluye que la valoración especializada permitió confirmar la pertinencia, validez, factibilidad, aplicabilidad y posibilidad de generalización de la propuesta a contextos educativos similares. El panel de expertos aportó una revisión multidimensional desde los campos de la educación, la electrónica, la estadística, la innovación tecnológica y la planeación curricular, lo que fortaleció la solidez de la metodología diseñada. En consecuencia, la propuesta no solo se sustenta en los resultados obtenidos con los estudiantes, sino también en una valoración externa que respalda su coherencia académica, viabilidad operativa y potencial de transferencia a otras asignaturas o programas de ingeniería.

La evidencia cuantitativa permitió concluir que existe una relación favorable entre la aplicación de la metodología propuesta y la mejora en la comprensión evaluada de los circuitos eléctricos. La ausencia de diferencias significativas en el pretest confirmó que los grupos iniciaron en condiciones comparables; posteriormente, la diferencia significativa en el posttest y en la ganancia promedio de aprendizaje evidenció un desempeño superior en los estudiantes que participaron en la metodología innovadora. La evidencia cualitativa profundizó esta conclusión, al mostrar que los estudiantes asociaron su mejora con la visualización del comportamiento de los circuitos, la posibilidad de modificar variables, la práctica interactiva, la búsqueda de soluciones y la orientación docente durante las actividades. Por consiguiente, la metodología no solo produjo una diferencia medible en el rendimiento, sino que promovió procesos de aprendizaje caracterizados por mayor comprensión conceptual, participación y aplicación del conocimiento en situaciones prácticas de análisis de circuitos.

La comprensión teórico-práctica de los circuitos eléctricos mejoró significativamente cuando los estudiantes participaron en experiencias donde los modelos matemáticos, las leyes eléctricas y el comportamiento simulado de los circuitos pudieron ser contrastados de manera directa. El uso de simuladores favoreció que los conceptos dejaran de percibirse únicamente como expresiones abstractas y fueran interpretados como relaciones

observables entre componentes, magnitudes y resultados. La autonomía se manifestó como una transformación en la forma de participar en el aprendizaje. Los estudiantes del grupo experimental mostraron mayor iniciativa para explorar circuitos, buscar soluciones, comprobar resultados y tomar decisiones durante las actividades. Esta autonomía no implicó ausencia del docente, sino la existencia de un acompañamiento gradual que permitió avanzar desde actividades orientadas hacia experiencias de mayor independencia.

El pensamiento crítico se expresó mediante conductas de análisis, comparación, interpretación y justificación de resultados observadas durante las actividades y referidas en los testimonios de los estudiantes. La metodología favorece condiciones para que los alumnos cuestionen sus respuestas iniciales, identificar errores y contrastar distintas formas de resolver problemas. Sin embargo, debido a que esta dimensión no contó con una escala específica de medición, constituye un hallazgo interpretativo que deberá profundizar en investigaciones posteriores mediante instrumentos diseñados expresamente para su evaluación.

También, la investigación permitió concluir que el rol docente se transforma favorablemente cuando la enseñanza se desarrolla mediante ambientes no convencionales. El profesor deja de ser únicamente transmisor de contenidos y asume una función de mediador, orientador y facilitador. Esta transformación resulta necesaria para que los recursos tecnológicos no se conviertan en actividades aisladas, sino en medios para construir aprendizajes significativos, sostener la participación estudiantil y proporcionar apoyo en los momentos de dificultad.

Las conclusiones aquí formuladas, poseen alcance en cuatro dimensiones: teórica, metodológica, práctica y formativa. En el plano teórico, los hallazgos fortalecen la comprensión de que el aprendizaje significativo, el aprendizaje experiencial, la indagación guiada y la mediación tecnológica pueden articularse de manera coherente en la enseñanza universitaria de circuitos eléctricos. Los datos obtenidos respaldan la pertinencia de comprender al estudiante como participante activo que construye conocimiento mediante exploración, análisis y reflexión. En el plano metodológico, la investigación aporta una estructura organizada para integrar recursos tecnológicos alternativos dentro de una

intervención educativa: diagnóstico, secuencia didáctica, simulación, resolución activa de problemas, acompañamiento docente y evaluación mixta. Esta ruta puede constituir un referente para estudios posteriores en asignaturas relacionadas con electrónica, instrumentación o control. En el plano práctico, la metodología propuesta ofrece una alternativa aplicable al contexto de la Universidad Marista de Guadalajara para fortalecer la enseñanza de circuitos eléctricos. Los resultados obtenidos permiten sostener que el uso pedagógicamente planificado de simuladores y actividades de indagación puede contribuir a superar dificultades de comprensión y favorecer un aprendizaje con mayor relación entre teoría y práctica. En el plano formativo, el estudio permitió identificar que la mejora académica estuvo acompañada por mayor autonomía, motivación y participación estudiantil.

Tintaya Condori (2023) señala que la valoración de las conclusiones debe precisar las repercusiones teóricas, metodológicas, prácticas y sociales de los nuevos conocimientos alcanzados, sin confundir dichas implicaciones con los corolarios propiamente dichos. Bajo este criterio, los resultados de la presente investigación aportan evidencia contextualizada sobre el potencial formativo de una metodología tecnológica y activa en la enseñanza de circuitos eléctricos, sin pretender generalizar automáticamente sus efectos a poblaciones o instituciones distintas de la estudiada.

La investigación permitió obtener evidencias consistentes sobre la mejora de la comprensión teórico-práctica en una muestra de 110 estudiantes pertenecientes a un contexto institucional específico. La comparación entre grupo control y grupo experimental, la aplicación de pretest y posttest, el uso de pruebas paramétricas y no paramétricas, y la integración con datos cualitativos fortalecieron la interpretación de los resultados.

La propuesta de transformación desarrollada en esta investigación constituye una metodología pertinente para contribuir a la mejora de la comprensión teórico-práctica de circuitos eléctricos en estudiantes de Ingeniería en Cibernética. Su efectividad se fundamenta en la articulación de recursos tecnológicos alternativos, actividades de indagación guiada, resolución activa de problemas, aprendizaje experiencial y mediación docente orientada al desarrollo progresivo de la autonomía. El hallazgo principal de la

investigación establece que los estudiantes aprenden circuitos eléctricos con mayor profundidad cuando participan en experiencias donde pueden visualizar fenómenos, manipular variables, contrastar resultados, explicar decisiones y aplicar conocimientos dentro de situaciones prácticas.

El incremento superior del grupo experimental, acompañado por testimonios de mayor comprensión, autonomía y motivación, confirma que la transformación metodológica produjo un aprendizaje más significativo que el observado mediante la estrategia de comparación. Por tanto, la metodología propuesta no debe entenderse como un conjunto de herramientas digitales aisladas, sino como una estructura pedagógica integral capaz de reorganizar la relación entre docente, estudiante, contenido y tecnología. En el contexto estudiado, esta estructura permitió convertir la enseñanza de circuitos eléctricos en un proceso más activo, reflexivo y orientado a la comprensión, constituyéndose en el aporte central de la investigación doctoral.

RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos en la investigación y de la valoración de la propuesta de transformación denominada: propuesta tecno pedagógica para la transformación de la enseñanza de Circuitos Eléctricos mediante simulación, indagación guiada y resolución activa de problemas, se formulan las siguientes recomendaciones. Estas se organizan desde tres perspectivas complementarias: metodológica, académica y práctica, con el propósito de orientar la continuidad, mejora y posible transferencia de la propuesta a otros contextos de formación en ingeniería.

Se recomienda dar continuidad al estudio mediante nuevas aplicaciones de la propuesta con grupos de estudiantes pertenecientes a distintos ciclos escolares, con la finalidad de verificar la estabilidad de los resultados obtenidos y fortalecer la validez externa de la investigación. Si bien los hallazgos mostraron una mejora significativa en el grupo experimental, la aplicación de los lineamientos metodológicos en nuevas generaciones permitiría identificar si los efectos positivos se mantienen en condiciones diversas de tiempo, características grupales y nivel académico. Asimismo, resulta pertinente ampliar progresivamente el tamaño y diversidad de la muestra, incorporando estudiantes de otros cursos relacionados con electrónica, instrumentación o sistemas de control, e incluso de otras instituciones educativas con programas semejantes. Esto permitiría valorar la posibilidad de transferir la propuesta a contextos distintos al de la Universidad Marista de Guadalajara y determinar qué componentes requieren adaptación según las características institucionales, tecnológicas o curriculares de cada programa. También se recomienda conservar el enfoque mixto de investigación, debido a que permitió valorar el impacto de la intervención desde dos perspectivas complementarias. Los resultados cuantitativos demostraron la magnitud de la mejora obtenida por el grupo experimental, mientras que los datos cualitativos explicaron procesos relevantes como la autonomía, la motivación, la percepción del uso de simuladores y el cambio en el rol docente. En futuros estudios, conviene fortalecer la integración mixta mediante matrices de triangulación más detalladas, en las cuales se relacionen directamente las categorías cualitativas con los resultados estadísticos, las dimensiones teóricas y los objetivos

específicos de la investigación. De igual manera, se recomienda mantener el uso de pruebas diagnósticas, pretest y posttest, pero incorporar evaluaciones de seguimiento a mediano plazo. Una evaluación posterior, aplicada semanas o meses después de la intervención, permitiría determinar si los aprendizajes logrados se mantienen en el tiempo y si la metodología favorece no solo mejoras inmediatas, sino también retención conceptual y transferencia del conocimiento a asignaturas posteriores. Esta recomendación resulta especialmente importante en circuitos eléctricos, debido a que sus fundamentos son necesarios para aprendizajes avanzados en electrónica, control e instrumentación.

En relación con los instrumentos cualitativos, se recomienda ampliar el número de entrevistas y complementar la información con grupos focales estructurados, bitácoras de aprendizaje o reflexiones escritas de los estudiantes. Estos recursos permitirían profundizar en la forma en que los participantes experimentan el uso de simuladores, enfrentan dificultades conceptuales y desarrollan autonomía durante el proceso. Además, sería conveniente documentar con mayor precisión los momentos en los que el estudiante requiere andamiaje docente, con el propósito de diseñar apoyos graduados y ajustados a sus necesidades reales.

Respecto a la validación por expertos, se recomienda ampliar el panel Delphi en futuras aplicaciones, incorporando especialistas de otras instituciones o regiones, así como perfiles vinculados con tecnología educativa, diseño instruccional y evaluación del aprendizaje en ingeniería. El panel de cinco expertos permitió realizar una valoración focalizada y pertinente de la propuesta; sin embargo, un grupo más amplio podría fortalecer el consenso, aportar diversidad de criterios y enriquecer las recomendaciones para la consolidación de los lineamientos metodológicos. Asimismo, conviene establecer previamente indicadores explícitos de consenso y estabilidad entre rondas, utilizando mediana, rango intercuartílico y criterios de aceptación claramente documentados. Finalmente, desde la perspectiva metodológica, se recomienda registrar sistemáticamente las condiciones de implementación de la propuesta, tales como duración de las actividades, disponibilidad de equipos, nivel de dominio tecnológico de los estudiantes, incidencias durante el uso de simuladores y grado de intervención

docente requerido. Este registro permitiría distinguir con mayor precisión qué factores influyen en los resultados y facilitaría la replicación del estudio bajo condiciones comparables.

Se recomienda incorporar de manera gradual los lineamientos metodológicos propuestos dentro de la planeación académica de la asignatura de circuitos eléctricos en Ingeniería en Cibernética. La evidencia obtenida muestra que el uso organizado de simuladores, actividades experienciales y recursos tecnológicos alternativos favoreció una mayor ganancia de aprendizaje en el grupo experimental. Por ello, la propuesta puede integrarse como complemento sistemático de las clases teóricas y las prácticas de laboratorio, evitando que su aplicación dependa únicamente de iniciativas aisladas del docente. También se recomienda revisar los contenidos y secuencias didácticas de la asignatura para incorporar actividades que promuevan la comprensión conceptual antes de avanzar hacia procedimientos matemáticos de mayor complejidad. En circuitos eléctricos, es fundamental que el estudiante comprenda el significado físico de variables como corriente, voltaje, resistencia y potencia antes de aplicar mecánicamente ecuaciones o métodos de análisis. En este sentido, las actividades con simuladores pueden utilizarse al inicio de cada unidad temática para explorar fenómenos, contrastar ideas previas y preparar al estudiante para la formalización analítica posterior.

Resulta recomendable promover la formación docente en el uso pedagógico de recursos tecnológicos alternativos. La incorporación de simuladores no garantiza, por sí misma, una mejora en el aprendizaje; se requiere que el profesor sepa diseñar actividades orientadoras, formular preguntas de indagación, acompañar el análisis de resultados y vincular la experiencia virtual con los fundamentos teóricos. Por ello, podrían desarrollarse talleres internos sobre diseño de actividades con PhET, Tinkercad, Falstad, LTspice o herramientas equivalentes, así como sobre aprendizaje experiencial, evaluación mediante rúbricas y estrategias de retroalimentación. Asimismo, se recomienda fomentar una cultura académica que reconozca al estudiante como participante activo de su aprendizaje. Esto implica avanzar hacia prácticas donde los alumnos formulen hipótesis, expliquen resultados, documenten procedimientos, colaboren con sus compañeros y reflexionen sobre sus errores. La autonomía

identificada en los estudiantes del grupo experimental constituye un resultado formativo relevante, por lo que debe promoverse de manera intencional mediante actividades progresivas y acompañamiento docente oportuno.

En el ámbito curricular, se recomienda analizar la posibilidad de articular esta propuesta con asignaturas posteriores de la carrera, tales como electrónica analógica, electrónica digital, instrumentación, control, microcontroladores o sistemas embebidos. Los aprendizajes significativos logrados en circuitos eléctricos pueden convertirse en una base más sólida para enfrentar contenidos avanzados, especialmente cuando los estudiantes han desarrollado habilidades para simular, interpretar y validar sistemas eléctricos. Esta continuidad curricular permitiría que la metodología no quede restringida a una sola materia, sino que contribuya de manera transversal al perfil de egreso del ingeniero en Cibernética. También se sugiere difundir los resultados de la investigación en espacios académicos institucionales, seminarios docentes, congresos de educación en ingeniería o publicaciones especializadas. La socialización de la propuesta permitiría recibir retroalimentación adicional, contrastar los hallazgos con experiencias similares y fortalecer el desarrollo de nuevas líneas de investigación relacionadas con el aprendizaje mediado por tecnología en ingeniería.

En la implementación cotidiana de la propuesta, se recomienda iniciar cada unidad temática con una actividad breve de exploración apoyada en simuladores. Por ejemplo, antes de explicar formalmente la ley de Ohm o las conexiones serie-paralelo, los estudiantes pueden manipular valores de voltaje y resistencia, observar los cambios en la corriente y elaborar predicciones iniciales. Esta práctica permitiría activar conocimientos previos, generar interés y establecer un vínculo inmediato entre los conceptos y su comportamiento observable.

Se recomienda utilizar los simuladores de manera complementaria y secuencial con las prácticas físicas. Una ruta conveniente consiste en iniciar con la simulación para explorar y comprender el fenómeno, continuar con el análisis matemático para formalizarlo y finalizar con la construcción o medición en laboratorio para verificarlo en condiciones reales. De esta manera, los recursos tecnológicos no sustituyen el trabajo

experimental, sino que lo preparan, lo enriquecen y reducen posibles dificultades iniciales.

También resulta conveniente elaborar guías de autodescubrimiento con instrucciones claras, preguntas orientadoras y niveles progresivos de dificultad. Durante las primeras actividades, las guías deben ofrecer mayor acompañamiento, incluyendo ejemplos, diagramas y procedimientos básicos; posteriormente, pueden plantearse retos más abiertos en los que los estudiantes decidan cómo construir, simular y analizar el circuito. Esta progresión permitirá atender la dificultad inicial identificada en algunos estudiantes y favorecer una transición gradual hacia el aprendizaje autónomo.

En relación con el acompañamiento docente, se recomienda mantener momentos breves de retroalimentación antes, durante y después de las actividades. Al inicio, el profesor debe aclarar los objetivos y criterios de trabajo; durante la práctica, puede orientar mediante preguntas y observación de dificultades; al final, debe promover una discusión de resultados, errores frecuentes y relaciones con la teoría. Así, el rol del docente se mantiene activo y estratégico, sin limitar la exploración del estudiante.

Para la evaluación, se recomienda utilizar rúbricas que valoren no solo el resultado correcto del circuito, sino también el proceso seguido por el estudiante: interpretación del problema, elección de componentes, uso del simulador, explicación de resultados, detección de errores, colaboración y reflexión final. Esto permitirá que la evaluación sea coherente con el propósito formativo de la propuesta y reconozca competencias más amplias que la simple resolución numérica de ejercicios.

También se recomienda garantizar condiciones mínimas de infraestructura para la aplicación de los lineamientos: acceso suficiente a computadoras, conectividad estable, instalación o disponibilidad de simuladores, materiales básicos para prácticas y espacios adecuados para el trabajo colaborativo. Cuando no exista disponibilidad total de equipos, pueden organizarse actividades por parejas o pequeños grupos, procurando que todos los estudiantes tengan oportunidad real de manipular los recursos y participar en la toma de decisiones. Finalmente, se recomienda elaborar un repositorio digital institucional que concentre las guías, simulaciones, ejercicios, rúbricas, videos explicativos y evidencias de buenas prácticas generadas durante la investigación. Este repositorio permitiría

reutilizar los materiales en futuros cursos, facilitar la preparación de los estudiantes y apoyar a otros docentes interesados en implementar metodologías semejantes. De esta manera, la propuesta de transformación podría consolidarse como una práctica académica sostenible y escalable dentro del programa de Ingeniería en Cibernética.

BIBLIOGRAFÍA

- Álvarez Ramírez, J., & Macías García, M. E. (2017). Laboratorios remotos: experiencia de implementación en prácticas de circuitos eléctricos. En *Memorias del 4º Congreso Internacional de Innovación Educativa*. Tecnológico de Monterrey.
- Álvarez Salas, J. A., Arellano González, J. C., Hernández Molinar, R. I., & Chiquito Cruz, J. A. (2023). Utilización de un aula invertida mediante una plataforma digital para la enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, 10(15), 1–10.
<https://www.anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/909>
- Álvarez Salas, J. A., Hernández Molinar, R. I., & Gallegos Guerrero, M. A. (2017). Implementación de estrategias didácticas basadas en aprendizaje significativo en un curso de circuitos eléctricos. *Revista Electronica ANFEI Digital*, (6), 1–10.
- Aiken, L. R. (1980). Content validity and reliability of single items or questionnaires. *Educational and Psychological Measurement*, 40(4), 955–959.
- araban, R., DeFinis, A., Brown, A. G., Anderson, E. E. y Sharma, M. P. (2007). A paradigm for assessing conceptual and procedural knowledge in engineering students. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 335–345.
- Area-Moreira, M., Hernández-Rivero, V., & Sosa-Alonso, J. (2016). Modelos de integración didáctica de las TIC en el aula. *Comunicar*, XXIV(47), 79-87.
- Arguedas Matarrita, Carlos & Concarí, Sonia & Gomez Jimenez, Adriana & Marchisio, Susana & Alves, Gustavo & Garcia-Zubia, Javier & Hernández, Unai. (2018). El aprendizaje por indagación del tema circuitos eléctricos en la escuela secundaria utilizando el Laboratorio Remoto VISIR.
- Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería. (2024). Retos de los programas educativos de ingeniería ante los nuevos paradigmas de la educación superior. ANFEI. <https://www.anfei.mx>
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior. (2020). Estado actual de las tecnologías educativas en las instituciones de educación superior en México: Estudio 2020. ANUIES.
- Astigarraga, E. (s. f.). El método Delphi. Universidad de Deusto.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: A cognitive view*.
- Barron, B., & Darling-Hammond, L. (2008). *Teaching for meaningful learning: A review of research on inquiry-based, cooperative, and project-based learning*. George Lucas Educational Foundation.

- Becerra Rodríguez, D. F. (2014). Estrategia de aprendizaje basado en problemas para aprender circuitos eléctricos. *Innovación Educativa*, 14(64), 73-100.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v14n64/v14n64a7.pdf>
- Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. Washington DC: International Society for Technology in Education.
- Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. *ASEE National Conference Proceedings*, 30(9), 1–18
- Bisquerra, R. (2019). *Metodología de la investigación educativa* (6.^a ed.). La Muralla.
- Bond, T. *et al.* (2022). Remote labs in higher engineering education: engaging students with active learning pedagogy. *Journal of Computing in Higher Education*.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. School of Education and Human Development, George Washington University.
- Brookhart, S. (2018). *How to create and use rubrics for formative assessment and grading*. ASCD.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1963). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Houghton Mifflin.
- Castañeda Garza, G. (2021). Laboratorios remotos para alumnos de ingeniería. Observatorio de Innovación Educativa – Tecnológico de Monterrey.
<https://observatorio.tec.mx/edu-bits-blog/laboratorios-remotos-ingenieria/>
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research methods in education* (8th ed.). Routledge.
- Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería. (2020). *Marco de referencia para la acreditación de programas de ingeniería*. CACEI.
<https://www.cacei.org.mx>
- Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco. (2019). *Plan Institucional del Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco*. Gobierno de Jalisco.
- Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Jalisco. (2023). *Jalisco como generador de talento en tecnologías de la información*. Coecytjal.
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (2024). *Diario Oficial de la Federación*. <https://www.diputados.gob.mx>
- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications.
- Creswell, J., & Creswell, D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE.

- De Jong, T., & Van Joolingen, W. R. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201.
- Dede, C. (2014). The role of digital technologies in deeper learning. Students at the Center: Deeper Learning Research Series. Harvard Graduate School of Education.
- Denzin, N. K. (1978). *The research act: A theoretical introduction to sociological methods* (2nd ed.). McGraw-Hill.
- Dewey, J. (1938). *Logic: The theory of inquiry*. Henry Holt and Company.
- Domínguez Osuna, P. M., Oliveros Ruiz, M. A., Coronado Ortega, M. A., & Valdez Salas, B. (2019). Retos de ingeniería: Enfoque educativo STEM+A en la revolución industrial 4.0. *Innovación Educativa*, 19(80), 15-32. Instituto Politécnico Nacional, Coordinación Editorial.
<https://www.redalyc.org/journal/1794/179462794002/html/>
- Díaz Barriga, F., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (3.^a ed.). McGraw-Hill.
- Díaz-Muñoz, G. (2020). Metodología del estudio piloto. *Revista Chilena de Radiología*, 26(3), 100–104. <https://doi.org/10.4067/S0717-93082020000300100>
- El Economista. (2025, septiembre 8). Universidades de Jalisco rediseñarán educación superior para atender el déficit de talento tecnológico. *El Economista*.
<https://www.eleconomista.com.mx/estados/universidades-jalisco-redisenaran-educacion-superior-deficit-talento-20250908-776276.htm>
- Engelhardt, P. V., & Beichner, R. J. (2004). Students' understanding of direct current resistive electrical circuits. *American Journal of Physics*, 72(1), 98–115.
- Escobar Moreno, F., Ávila García, G., & Suárez Téllez, L. (2022). Herramientas para la implementación del ABP y DIPCING en ingeniería en una modalidad híbrida. *Sinéctica*, (58), e1343. <https://www.redalyc.org/journal/998/99870812006/>
- Felder, R. M., & Brent, R. (2016). *Teaching and learning STEM: A practical guide*. John Wiley & Sons.
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J., Kohl, P. B., Perkins, K. K., Podolefsky, N. S., Reid, S., & LeMaster, R. (2005). When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 1(1), 010103.
- Flores, J., *et al.* (2020). Desarrollo de un prototipo de laboratorio remoto con capacidad de prácticas en microcontroladores. *Revista Electrónica del Instituto Tecnológico de Chihuahua*.

- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine Publishing.
- Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1989). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. Aldine de Gruyter. (Obra original publicada en 1967)
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2014). *Estrategia Jalisco Digital 2014–2020*. Gobierno del Estado de Jalisco.
- Granados López, H., & García Zuluaga, C. L. (2016). El modelo de aprendizaje experiencial como alternativa para mejorar el proceso de aprendizaje en el aula. *Ánfora*, 23(41), 37–54.
- Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista-Lucio, M. (2018). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill Education.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Hmelo-Silver, C., Duncan, R., & Chinn, C. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning. *Educational Psychologist*, 42(2), 99–107.
- Hmelo-Silver, C. E. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235–266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- In, J. (2017). Introduction of a pilot study. *Korean Journal of Anesthesiology*, 70(6), 601–605.
- Kolb, D. A. (1984). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Prentice Hall.
- Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. FT press.
- Kollöffel, B., & de Jong, T. (s.f.). Conceptual understanding of electrical circuits in secondary vocational engineering education: Combining traditional instruction with inquiry learning in a virtual lab [PDF]. University of Twente. <https://users.gw.utwente.nl/jong/kolloffeldejongJEE.pdf>
- Kuhlthau, C. C., Maniotes, L. K., & Caspari, A. K. (2015). *Guided inquiry: Learning in the 21st century* (2nd ed.). Libraries Unlimited.

- Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press.
- Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575.
- Ley General de Educación. (2019). *Diario Oficial de la Federación*.
<https://www.dof.gob.mx>
- Ley General de Educación Superior. (2021). *Diario Oficial de la Federación*.
<https://www.dof.gob.mx>
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (Eds.). (1975). *The Delphi method: Techniques and applications*. Addison-Wesley.
- Líderes de Planta. (2026). El sector Industry 4.0 de Jalisco enfrenta una escasez crítica de talento especializado. <https://lideresdeplanta.news>
- López, D. (2014). *Uso de simuladores en la enseñanza de circuitos eléctricos [Tesis de maestría, CICATA-IPN]*.
- López-Gómez, E. (2018). El método Delphi en la investigación actual en educación: Una revisión teórica y metodológica. *Educación XX1*, 21(1), 17–40.
<https://doi.org/10.5944/educXX1.15536>
- Maniotes, L. K., & Kuhlthau, C. C. (2014). Making the shift: From traditional research assignments to guided inquiry learning. *Knowledge Quest*, 43(2), 8-17.
- Martínez Presas, A. A. (2024). Estrategias de aprendizaje experiencial en la modalidad virtual. *Ciencia y educación*, 5(5), 61-66
- Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldaña, J. (2014). *Qualitative data analysis: A methods sourcebook* (3rd ed.). SAGE.
- Muijs, D. (2011). *Doing quantitative research in education with SPSS* (2nd ed.). SAGE.
- Novak, J. D. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Science Education*, 86(4), 548–571.
- Observatorio del Instituto para el Futuro de la Educación. (2018). *Laboratorios remotos, una opción para la educación a distancia*. Tecnológico de Monterrey.
<https://observatorio.tec.mx/laboratorios-remotos-educacion-a-distancia/>
- Olivos Barranco, I., Suárez Rocha, J., & Núñez Cuadra, A. (2022). Aprendizaje basado en proyectos utilizando un simulador de circuitos eléctricos. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, (14), 1–9.
<https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/787>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Education at a glance*. OCDE. https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2020_69096873-en.html

- Otzen, T., & Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Perrenoud, P. (2004). Diez nuevas competencias para enseñar. Graó.
- Piaget, J. (1970). *Genetic epistemology*. Columbia University Press.
- Piaget, J. (1970). *Psychology of intelligence*. Littlefield Adams.
- Piaget, J. (1972). *Psychology and epistemology: Towards a theory of knowledge*.
- Podolefsky, N. S., Perkins, K. K., & Adams, W. K. (2010). Factors promoting engaged exploration with computer simulations. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 6(2), 020117.
- Prince, M. (2020). Active learning in engineering education. *Journal of Engineering Education*, 109(4), 1–15.
- Prince, M. J. (2004). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 93(3), 223–231. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>
- Prince, M., & Felder, R. (2006). Inductive teaching and learning methods. *Journal of Engineering Education*, 95(2), 123–138.
- Provincia Marista de México. (2023, 26 de septiembre). Modelo educativo. Maristas de México. <https://maristas.edu.mx/modelo-educativo/>
- Quezada-Espinoza, M., Dominguez, A., & Zavala, G. (2023). How difficult are simple electrical circuit conceptions? New findings. *European Journal of Educational Research*, 12(3), 1269–1284.
- Ramos-Galarza, C. (2020). Los alcances de una investigación. *CienciAmérica*, 9(3), 1–6. <https://doi.org/10.33210/ca.v9i3.336>
- Red Nacional de Laboratorios Remotos del TecNM. (2024). Laboratorios remotos como ambientes para la enseñanza y el aprendizaje de la ingeniería. Tecnológico Nacional de México.
- Rodríguez Lozoya, C., & Vásquez León, B. (2019). Experimentos virtuales en tópicos de ingeniería eléctrica. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
- Rodríguez Mejía, J. R., Pinto-Santos, J. A., & Nandayapa, M. (2023). Laboratorios remotos como ambientes para la enseñanza y experimentación de sistemas digitales y control en ingeniería (Cap. 8). En J. A. Pinto-Santos, J. R. Rodríguez Mejía, & H. Sohn (Eds.), *Enfoques y métodos para resolver problemas sociales y productivos de manera sostenible* (pp. 149-171). Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez.
- Ronen, M., & Eliahu, M. (2000). Simulation—A bridge between theory and reality: The case of electric circuits. *Journal of Computer Assisted Learning*, 16(1), 14–26.

- Rutten, N., Van Joolingen, W. R., & Van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, 58(1), 136–153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Santika, R., Ramdhani, A., & UNESCO. (2025). Enhancing school quality: insights into infrastructure, financial practices, and community engagement in secondary schools of Oromia Regional State, Ethiopia. *Humanities and Social Sciences Communications*. <https://doi.org/10.1057/s41599-025-05118-x>
- Secretaría de Educación Pública. (2017). Modelo educativo para la formación profesional. SEP. <https://www.gob.mx/sep>
- Secretaría de Educación Pública. (2020). Lineamientos para la integración de las TIC en la educación superior. SEP.
- Secretaría de Educación Pública. (2023). Programa Nacional de Educación Superior 2023–2024. SEP. <https://www.gob.mx/sep>
- Secretaría de Educación Pública. (2024). Indicadores educativos del estado de Jalisco. SEP.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Houghton Mifflin.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: A learning theory for the digital age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1), 3–10.
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa: Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Editorial Universidad de Antioquia.
- Stufflebeam, D. L. (2003). The CIPP model for evaluation. En T. Kellaghan & D. L. Stufflebeam (Eds.), *International handbook of educational evaluation* (pp. 31–62). Kluwer Academic Publishers.
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (2010). *SAGE handbook of mixed methods in social & behavioral research* (2nd ed.). SAGE Publications.
- Tintaya Condori, P. (2023). Formulación de conclusiones de investigación. *Revista de Investigación Psicológica*, (30), 89–108.
- Tobón, S. (2013). Formación integral y competencias: Pensamiento complejo, currículo, didáctica y evaluación (4.ª ed.). Ecoe Ediciones.
- Tokatlidis, C., Rapti, S., Tselegkaridis, S., Sapounidis, T., & Papakostas, D. (2024). Virtual Environment in Engineering Education: The Role of Guidance, Knowledge and Skills Development in Electronic Circuits Teaching. *Education Sciences*, 14(12),

- Universidad de Investigación e Innovación de México. (2026). Seminario de Tesis Doctoral III: Guía de estudio 3. La construcción teórica y práctica en la tesis doctoral. UIIX.
- Universidad de Investigación e Innovación de México. (s. f.). Seminario de Tesis Doctoral III: Guía de estudio 4. Los resultados propositivos en la investigación como respuesta para la transformación social desde la Universidad de Investigación e Innovación de México. UIIX.
- Universidad Marista de Guadalajara. (2018). Perfil de ingreso marista. <https://umg.edu.mx>
- Universidad Marista de Guadalajara. (2023). Historia. Recuperado el 4 de marzo de 2026, de <https://umg.edu.mx/portal/historia/>
- Universidad Marista de Guadalajara. (2024). Ingeniería cibernética y en sistemas computacionales. Recuperado el 4 de marzo de 2026, de <https://umg.edu.mx/portal/anterior-ingenieria-cibernetica-y-en-sistemas-computacionales/>
- Universidad Nacional Autónoma de México. (s. f.). Academia de Circuitos Eléctricos. Facultad de Ingeniería. https://dctrl.fi-b.unam.mx/aca_ace1.php
- Varela-Ruiz, M., Díaz-Bravo, L., & García-Durán, R. (2012). Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud. *Investigación en Educación Médica*, 1(2), 90–95.
- Viechtbauer, W., Smits, L., Kotz, D., Budé, L., Spigt, M., Serroyen, J., & Crutzen, R. (2015). A simple formula for the calculation of sample size in pilot studies. *Journal of Clinical Epidemiology*, 68(11), 1375–1379.
- Villarreal, E. (2024). El simulador PhET como alternativa de aprendizaje en la materia de circuitos eléctricos a nivel técnico. *Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 2(2), 1–8. <https://rinve.mx/rv/article/view/21>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes* (Vol. 86). Harvard university press.
- Yani, I. P., Ahzari, S., Asrizal, & Novitra, F. (2026). Technology integration in the project-based learning model: Bibliometric analysis 2015–2024. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2601.09149>
- Zabalza, M. A. (2012). *Diseño y desarrollo curricular*. Narcea.

APÉNDICE

Experimentos de indagación guiada

Experimento 1: Descubrimiento de la Ley de Ohm

Los estudiantes construyen un circuito simple compuesto por una fuente de voltaje variable y una resistencia. Posteriormente realizan mediciones de corriente para diferentes valores de voltaje. Los datos obtenidos se registran en una tabla y posteriormente se grafica la relación entre voltaje y corriente. Al analizar la gráfica, los estudiantes identifican una relación lineal entre ambas variables, lo que conduce al descubrimiento de la relación

$$V = IR,$$

que correspondiente a la Ley de Ohm.

Materiales:

- Fuente de voltaje variable
- Resistencias
- Multímetro
- Cables de conexión

Pregunta guía: ¿Qué relación existe entre el voltaje aplicado a un resistor y la corriente que circula a través de él?

Actividad: Los estudiantes miden la corriente que circula por una resistencia al variar el voltaje aplicado y registran los datos en una tabla. Posteriormente elaboran una gráfica voltaje vs corriente y analizan la relación entre ambas variables.

Resultado esperado: Los estudiantes identifican que la relación es lineal, lo que conduce al descubrimiento de la Ley de Ohm ($V = IR$).

Experimento 2: Descubrimiento de la Ley de Corrientes de Kirchhoff

Los estudiantes construyen un circuito con varias ramas en paralelo y miden la corriente que circula por cada una de ellas. Al sumar las corrientes observan que:

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3$$

lo cual corresponde a la Ley de Corrientes de Kirchhoff.

Pregunta guía: ¿Qué sucede con la corriente eléctrica cuando un circuito se divide en varias ramas?

Experimento 3: Descubrimiento de la Ley de Voltajes de Kirchhoff

Los estudiantes construyen un circuito cerrado con varias resistencias y miden las caídas de voltaje en cada componente. Al sumar las caídas de voltaje observan que la suma es igual al voltaje de la fuente.

$$V_{fuente} = V_1 + V_2 + V_3$$

lo que conduce al descubrimiento de la Ley de Voltajes de Kirchhoff.

ANEXO 1

CRONOGRAMA

Fase	Actividad	Responsable	Participantes	Recursos	Periodo estimado
1. Planeación del trabajo de campo	Organización general del procedimiento, definición de grupos, calendarización de actividades y revisión de condiciones institucionales.	Investigador	Coordinación académica y docente responsable	Planeación didáctica, calendario académico, formatos de autorización	Semana 1
2. Preparación de instrumentos	Revisión, adecuación y organización del pretest, postest, rúbricas, guías de observación, entrevistas e instrumentos Delphi.	Investigador	Asesor y docente de apoyo	Instrumentos impresos y digitales, rúbricas, guías, formatos de registro	Semana 1
3. Validación inicial y prueba piloto	Aplicación de prueba piloto a ocho estudiantes para verificar claridad, tiempo de aplicación y funcionalidad de los instrumentos.	Investigador	8 estudiantes del grupo piloto	Pretest, actividad piloto, formatos de observación, simuladores	Semana 2
4. Ajustes previos a la intervención	Corrección de instrucciones, reactivos, rúbricas y materiales didácticos con base en los resultados de la prueba piloto.	Investigador	Asesor y docente responsable	Resultados piloto, matriz de ajustes, instrumentos corregidos	Semana 3
5. Aplicación del pretest	Aplicación del instrumento diagnóstico a los grupos control y experimental para establecer la línea base.	Investigador y docente	110 estudiantes: 55 control y 55 experimental	Cuestionario pretest, listas de asistencia, hojas de respuesta	Semana 4
6. Implementación en grupo control	Desarrollo de contenidos de circuitos eléctricos mediante metodología tradicional o convencional.	Docente responsable	Grupo control	Material de clase, ejercicios, pizarrón, recursos habituales	Semanas 5 a 8
7. Implementación en grupo experimental	Aplicación de la metodología innovadora basada en simuladores, recursos tecnológicos alternativos, indagación guiada, autodescubrimiento y resolución activa de problemas.	Investigador y docente	Grupo experimental	Simuladores, computadoras, guías de trabajo, rúbricas, actividades prácticas	Semanas 5 a 8
8. Observación sistemática	Registro de participación, autonomía, uso de simuladores, dificultades, rol docente y dinámica de	Investigador	Grupo experimental y docente	Guía de observación, bitácora, evidencias	Semanas 5 a 8

	aprendizaje durante las sesiones.			fotográficas, registros de clase	
9. Aplicación del postest	Evaluación final del aprendizaje en ambos grupos para comparar los resultados posteriores a la intervención.	Investigador y docente	110 estudiantes	Cuestionario postest, hojas de respuesta, listas de asistencia	Semana 9
10. Entrevistas semiestructuradas	Aplicación de entrevistas a estudiantes seleccionados para recuperar percepciones sobre comprensión, simuladores, autonomía, motivación y dificultades.	Investigador	5 estudiantes seleccionados	Guion de entrevista, grabadora o formato escrito, consentimiento informado	Semana 10
11. Validación por expertos Delphi	Aplicación de instrumentos de valoración a cinco expertos para validar la propuesta en términos de pertinencia, validez, factibilidad, aplicabilidad y generalización.	Investigador	Panel de 5 expertos	Matriz Delphi, cuestionarios de valoración, formatos digitales	Semanas 10 a 11
12. Organización de bases de datos	Captura, depuración y organización de resultados cuantitativos y cualitativos.	Investigador	No aplica	Excel, hojas de cálculo, registros de entrevistas, observaciones	Semana 12
13. Procesamiento cuantitativo	Cálculo de estadísticos descriptivos, pruebas t, Welch, Wilcoxon, Mann-Whitney, tamaño del efecto y revisión de supuestos.	Investigador	No aplica	Software estadístico, Excel, tablas y gráficas	Semana 13
14. Procesamiento cualitativo	Codificación abierta y axial de entrevistas y observaciones; identificación de categorías emergentes.	Investigador	No aplica	Matriz cualitativa, códigos, fragmentos de evidencia	Semana 14
15. Triangulación mixta	Integración de resultados cuantitativos y cualitativos para interpretar la efectividad de la propuesta.	Investigador	No aplica	Matriz de triangulación, gráficas, tablas comparativas	Semana 15
16. Redacción de resultados y conclusiones	Elaboración del análisis de resultados, conclusiones tipo corolario, recomendaciones y propuesta final de transformación.	Investigador	Asesor de tesis	Documento de tesis, tablas, figuras, anexos	Semanas 16 a 17

ANEXO 2

INSTRUMENTOS

Instrumento: Prueba diagnóstica de circuitos eléctricos (pretest)

Datos generales

Asignatura: Circuitos Eléctricos

Nivel: Ingeniería

Duración: 60 minutos

Objetivo: Evaluar conocimientos previos en análisis de circuitos, incluyendo Ley de Ohm, Kirchhoff y métodos básicos de resolución.

Sección A: Conceptos fundamentales (opción múltiple)

La Ley de Kirchhoff de corrientes (KCL) establece que:

- a) La suma de voltajes es cero
- b) La suma de corrientes que entran a un nodo es igual a la que sale
- c) La corriente depende de la resistencia
- d) El voltaje es constante

La Ley de Kirchhoff de voltajes (KVL) establece que:

- a) La corriente es constante
- b) La suma de voltajes en una malla cerrada es cero
- c) La resistencia es constante
- d) El voltaje depende de la corriente

En un circuito con múltiples nodos, el análisis nodal se basa en:

- a) Voltajes en nodos
- b) Corrientes en mallas
- c) Potencia eléctrica
- d) Resistencia equivalente

Sección B: Resolución de problemas

Un circuito tiene una fuente de 12 V y dos resistencias en serie de $4\ \Omega$ y $8\ \Omega$:

Calcula la corriente total.

Determina la caída de voltaje en cada resistor.

En un nodo confluyen tres corrientes:

$I_1 = 2\text{ A}$ (entrando)

$I_2 = 3\text{ A}$ (entrando)

I_3 (saliendo)

Calcula I_3 usando KCL.

En una malla con tres elementos:

Fuente de 10 V

Resistor de $2\ \Omega$

Resistor de $3\ \Omega$

Aplica KVL y calcula la corriente del circuito.

Sección C: Análisis nodal

Dado un circuito con un nodo principal conectado a:

$R_1 = 5\ \Omega$ hacia tierra

$R_2 = 10\ \Omega$ hacia una fuente de 20 V

Plantea la ecuación nodal.

Calcula el voltaje del nodo.

Sección D: Análisis conceptual avanzado

Explica la diferencia entre análisis nodal y análisis de mallas.

¿En qué tipo de circuito es más conveniente usar KCL y por qué?

Describe una aplicación real de los circuitos eléctricos en ingeniería (ejemplo: control, energía, electrónica).

Criterios de evaluación

Criterio	Peso
Conceptos teóricos	30%
Resolución de problemas	40%
Análisis nodal	20%
Argumentación conceptual	10%

Escala de interpretación

Puntaje	Nivel
90 – 100	Dominio alto
70 – 89	Dominio medio
50 – 69	Dominio básico
< 50	Dominio insuficiente

Instrumento: Postest de evaluación en circuitos eléctricos

Datos generales

Asignatura: Circuitos Eléctricos

Nivel: Ingeniería

Tipo: Evaluación final (postest)

Duración: 60 minutos

Objetivo: Evaluar el nivel de aprendizaje alcanzado después de la implementación de la metodología innovadora y comparar resultados con el pretest.

Sección A: Conceptos fundamentales (opción múltiple)

La Ley de Kirchhoff de corrientes se aplica principalmente en:

- a) Mallas
- b) Nodos
- c) Resistencias
- d) Fuentes

En una malla cerrada, la suma de voltajes es:

- a) Igual a la corriente
- b) Cero
- c) Infinita
- d) Variable

El análisis nodal permite determinar:

- a) Corrientes en resistencias
- b) Voltajes en nodos
- c) Potencia total
- d) Energía almacenada

Sección B: Resolución de problemas

Un circuito tiene una fuente de 24 V y dos resistencias en serie de $6\ \Omega$ y $6\ \Omega$:

Calcula la corriente total.

Determina la caída de voltaje en cada resistencia.

En un nodo se tienen:

$I_1 = 4\text{ A}$ (entrando)

$I_2 = 1\text{ A}$ (saliendo)

I_3 (saliendo)

Determina el valor de I_3 usando KCL.

En una malla se tiene:

Fuente de 15 V

Resistor de $3\ \Omega$

Resistor de $2\ \Omega$

Aplica KVL y calcula la corriente.

Sección C: Análisis nodal

Circuito con un nodo conectado a:

$R_1 = 4\ \Omega$ a tierra

$R_2 = 8\ \Omega$ a una fuente de 16 V

Plantea la ecuación nodal.

Calcula el voltaje del nodo.

Sección D: Análisis conceptual

Explica por qué el análisis nodal es útil en circuitos complejos.

¿Qué ventajas tiene el uso de simuladores en el análisis de circuitos eléctricos?

Describe cómo aplicarías los circuitos eléctricos en un sistema real de ingeniería (ejemplo: automatización, energía, control).

Criterios de evaluación

Criterio	Peso
Conceptos teóricos	30%
Resolución de problemas	40%
Análisis nodal	20%
Argumentación conceptual	10%

Matriz de validación del instrumento Pretest

No. de ítem	Dimensión evaluada	Indicador	Criterio de evaluación	Pertinencia	Claridad	Coherencia	Suficiencia	Observaciones del experto
1	Conceptos básicos de circuitos eléctricos	Identifica variables eléctricas fundamentales	Reconoce voltaje, corriente y resistencia	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
2	Ley de Ohm	Relaciona voltaje, corriente y resistencia	Aplica correctamente la fórmula $V = IR$	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
3	Circuitos en serie	Calcula resistencia equivalente	Determina correctamente la suma de resistencias	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
4	Circuitos en paralelo	Calcula resistencia equivalente	Aplica el procedimiento adecuado para resistencias en paralelo	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
5	Leyes de Kirchhoff	Aplica la ley de corrientes	Identifica la conservación de corriente en un nodo	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
6	Leyes de Kirchhoff	Aplica la ley de voltajes	Analiza una malla simple mediante suma algebraica de voltajes	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
7	Potencia eléctrica	Calcula potencia en un elemento	Usa correctamente $P = VI$, $P = I^2R$ o $P = V^2/R$	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
8	Interpretación de diagramas	Reconoce configuración de circuitos	Diferencia entre arreglos serie, paralelo y mixtos	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
9	Análisis básico de circuitos	Resuelve problemas elementales	Integra conceptos de corriente, voltaje y resistencia	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
10	Comprensión conceptual	Explica comportamiento eléctrico	Interpreta cambios en el circuito al modificar una resistencia o fuente	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	

Matriz de validación del instrumento Postest

No. de ítem	Dimensión evaluada	Indicador	Criterio de evaluación	Pertinencia	Claridad	Coherencia	Suficiencia	Observaciones del experto
1	Conceptos básicos de circuitos eléctricos	Reconoce variables eléctricas fundamentales	Identifica correctamente voltaje, corriente, resistencia y potencia	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
2	Ley de Ohm	Aplica relaciones eléctricas	Resuelve problemas usando $V = IR$ en contexto aplicado	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
3	Circuitos en serie	Analiza comportamiento de corriente y voltaje	Determina resistencia equivalente y distribución de voltaje	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
4	Circuitos en paralelo	Analiza comportamiento de corriente y voltaje	Calcula resistencia equivalente y corrientes parciales	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
5	Circuitos mixtos	Integra procedimientos de análisis	Resuelve circuitos que combinan arreglos serie y paralelo	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
6	Leyes de Kirchhoff	Resuelve circuitos mediante nodos o mallas	Aplica correctamente las leyes de corriente y voltaje	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
7	Potencia eléctrica	Interpreta consumo y disipación	Calcula potencia y explica su significado en el circuito	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
8	Simulación de circuitos	Interpreta resultados obtenidos en simulador	Relaciona datos simulados con resultados teóricos	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
9	Resolución de problemas	Aplica conocimientos a situaciones nuevas	Propone soluciones fundamentadas a problemas de circuitos	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	
10	Aprendizaje aplicado	Integra teoría, práctica y análisis	Explica el comportamiento de un circuito a partir de mediciones o simulaciones	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4	

Escala sugerida para valoración

Valor	Nivel de valoración	Descripción
1	Deficiente	El ítem no cumple adecuadamente con el criterio evaluado.
2	Regular	El ítem cumple parcialmente, pero requiere ajustes importantes.
3	Bueno	El ítem cumple de manera aceptable, aunque puede mejorarse.
4	Excelente	El ítem cumple plenamente con el criterio evaluado.

Criterios de validación

La validación de los instrumentos se realizará considerando los siguientes criterios:

Criterio	Descripción
Pertinencia	El reactivo corresponde al contenido, dimensión o competencia que se desea evaluar.
Claridad	El reactivo está redactado de forma comprensible, precisa y sin ambigüedades.
Coherencia	El reactivo mantiene relación directa con los objetivos del estudio y la variable evaluada.
Suficiencia	El conjunto de reactivos permite cubrir adecuadamente la dimensión evaluada.

Formato para dictamen del experto

Aspecto evaluado	Sí	No	Observaciones
El instrumento es pertinente para medir conocimientos de circuitos eléctricos.			
Los reactivos son claros y comprensibles para los estudiantes.			
Los ítems están alineados con los objetivos de la investigación.			
El instrumento permite comparar resultados entre pretest y postest.			
El nivel de dificultad es adecuado para estudiantes de Ingeniería en Cibernética.			
El instrumento puede aplicarse en el contexto de la Universidad Marista de Guadalajara.			
Se recomienda su aplicación sin modificaciones.			
Se recomienda su aplicación con modificaciones.			
No se recomienda su aplicación.			

Guía de Entrevista Semiestructurada

Datos generales del participante

Código del participante:

Semestre:

Grupo: ☐ Control ☐ Experimental

Fecha:

Objetivo de la entrevista

Recabar información cualitativa sobre la percepción, experiencia y valoración de los estudiantes respecto al proceso de enseñanza-aprendizaje de circuitos eléctricos, particularmente en relación con la metodología innovadora implementada.

Bloque 1: Experiencia general en la asignatura

¿Cómo describirías tu experiencia general en el curso de circuitos eléctricos?

¿Qué aspectos del curso te resultaron más fáciles y cuáles más difíciles?

¿Cómo percibiste la forma en que se desarrollaban las clases?

Bloque 2: Proceso de aprendizaje

¿De qué manera consideras que aprendiste los temas de circuitos eléctricos?

¿Qué estrategias o actividades te ayudaron más a comprender los contenidos?

¿Sentiste que tu aprendizaje fue más memorístico o más práctico? ¿Por qué?

Bloque 3: Uso de herramientas y simuladores

¿Utilizaste simuladores como PhET o Tinkercad durante el curso?

¿Cómo influyó el uso de estas herramientas en tu comprensión de los temas?

¿Prefieres aprender con simuladores, laboratorio físico o clases teóricas? ¿Por qué?

Bloque 4: Metodología innovadora (solo grupo experimental)

¿Cómo describirías la metodología utilizada en el curso?

¿Qué opinas del hecho de que el profesor tuviera una intervención menor?

¿Te sentiste capaz de aprender por tu cuenta mediante las actividades propuestas?

¿Qué ventajas encontraste en este tipo de aprendizaje?

¿Qué dificultades enfrentaste?

Bloque 5: Autonomía y participación

¿Consideras que tu nivel de participación fue alto, medio o bajo? ¿Por qué?

¿Sentiste que tenías libertad para explorar y experimentar durante el curso?

¿Desarrollaste habilidades de aprendizaje autónomo? Explica.

Bloque 6: Comparación y percepción del aprendizaje

¿Cómo compararías este curso con otros cursos tradicionales que has tomado?

¿Sientes que comprendes mejor los circuitos eléctricos después de este curso?

¿Qué tan seguro te sientes al aplicar lo aprendido en situaciones reales?

Bloque 7: Opinión y mejora

¿Qué aspectos mejorarías del curso?

¿Recomendarías esta forma de enseñanza a otros estudiantes? ¿Por qué?

¿Agregarías algún recurso o actividad adicional?

Cierre

¿Deseas agregar algún comentario adicional sobre tu experiencia en el curso?

Instrumentos para la aplicación del método Delphi

Instrumento 1. Carta de invitación a expertos

Estimado(a) experto(a):

Por medio de la presente, se le invita cordialmente a participar como especialista en el proceso de validación de la propuesta de transformación titulada “Lineamientos metodológicos con recursos tecnológicos alternativos para favorecer el aprendizaje significativo de circuitos eléctricos en Ingeniería en Cibernética en Guadalajara, Jalisco, México”.

Su participación forma parte de la aplicación del método Delphi, cuyo propósito es obtener la valoración de expertos respecto a la pertinencia, claridad, coherencia, suficiencia, factibilidad y aplicabilidad de la propuesta metodológica. Esta consulta permitirá fortalecer la calidad académica, metodológica y práctica del producto de investigación antes de su consolidación final.

La participación consistirá en responder uno o más cuestionarios de valoración, organizados en rondas sucesivas. Sus respuestas serán tratadas de manera confidencial y únicamente con fines académicos. La información obtenida será analizada de forma integrada, sin identificar individualmente a los participantes.

Agradezco de antemano su valiosa colaboración, experiencia y tiempo, los cuales contribuirán significativamente al fortalecimiento de esta investigación doctoral.

Atentamente:

Nombre del investigador: _____

Programa doctoral: _____

Institución: _____

Fecha: _____

Instrumento 2. Ficha de caracterización del experto

Objetivo

Identificar el perfil académico, profesional y metodológico de los expertos participantes en el proceso Delphi, con el fin de asegurar la pertinencia del panel consultado.

Dato solicitado	Respuesta
Nombre del experto	
Grado académico	
Área de formación	
Institución de adscripción	
Cargo actual	
Años de experiencia docente	
Años de experiencia en investigación	
Experiencia en enseñanza de ingeniería	
Experiencia en enseñanza de circuitos eléctricos/electrónica	
Experiencia en innovación educativa	
Experiencia en diseño o validación de instrumentos	
Experiencia en uso de tecnologías educativas	
Correo electrónico	
Fecha de respuesta	

Autovaloración de competencia experta

Indique su nivel de conocimiento sobre cada aspecto, usando una escala de 1 a 5.

Aspecto a valorar	1 Muy bajo	2 Bajo	3 Medio	4 Alto	5 Muy alto
Enseñanza de circuitos eléctricos	☐	☐	☐	☐	☐
Educación en ingeniería	☐	☐	☐	☐	☐
Aprendizaje significativo	☐	☐	☐	☐	☐
Aprendizaje experiencial	☐	☐	☐	☐	☐
Aula invertida	☐	☐	☐	☐	☐
Simuladores y recursos tecnológicos educativos	☐	☐	☐	☐	☐
Diseño de instrumentos de evaluación	☐	☐	☐	☐	☐
Investigación educativa	☐	☐	☐	☐	☐
Métodos mixtos de investigación	☐	☐	☐	☐	☐

Instrumento 3. Primera ronda Delphi

Cuestionario de valoración inicial de la propuesta

Objetivo de la primera ronda

Obtener la valoración inicial de los expertos sobre la pertinencia, claridad, coherencia, suficiencia, factibilidad y aplicabilidad de la propuesta metodológica.

Instrucciones

Lea cuidadosamente la descripción de la propuesta de transformación y valore cada criterio utilizando la siguiente escala

Valor	Interpretación
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Muy bueno
5	Excelente

A Valoración general de la propuesta

No	Criterio de valoración	1	2	3	4	5	Observaciones
1	La propuesta responde a una necesidad real en la enseñanza de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	☐	☐	
2	La propuesta es pertinente para estudiantes de Ingeniería en Cibernética.	☐	☐	☐	☐	☐	
3	La propuesta se vincula con el aprendizaje significativo.	☐	☐	☐	☐	☐	
4	La propuesta integra adecuadamente recursos tecnológicos alternativos.	☐	☐	☐	☐	☐	
5	La propuesta favorece el aprendizaje experiencial.	☐	☐	☐	☐	☐	
6	La propuesta promueve la autonomía del estudiante.	☐	☐	☐	☐	☐	
7	La propuesta es viable en el contexto institucional descrito.	☐	☐	☐	☐	☐	
8	La propuesta tiene potencial para mejorar el desempeño académico.	☐	☐	☐	☐	☐	
9	La propuesta puede ser replicable en otros cursos de ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☐	
10	La propuesta constituye un aporte práctico a la educación en ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☐	

B Valoración de la estructura metodológica

No .	Elemento de la propuesta	1	2	3	4	5	Observaciones
1	Diagnóstico inicial mediante pretest.	☐	☐	☐	☐	☐	
2	Uso de simuladores como PhET, Tinkercad o equivalentes.	☐	☐	☐	☐	☐	
3	Actividades de autodescubrimiento.	☐	☐	☐	☐	☐	
4	Aprendizaje experiencial mediante prácticas y retos.	☐	☐	☐	☐	☐	
5	Aula invertida como estrategia de preparación previa.	☐	☐	☐	☐	☐	
6	Rol del docente como facilitador.	☐	☐	☐	☐	☐	
7	Evaluación continua mediante rúbricas.	☐	☐	☐	☐	☐	
8	Postest para valorar el aprendizaje alcanzado.	☐	☐	☐	☐	☐	
9	Entrevistas para recuperar percepciones cualitativas.	☐	☐	☐	☐	☐	
10	Triangulación de resultados cuantitativos y cualitativos.	☐	☐	☐	☐	☐	

C Valoración de instrumentos pretest y postest

No	Criterio	1	2	3	4	5	Observaciones
1	Los instrumentos evalúan contenidos fundamentales de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	☐	☐	
2	Los reactivos son claros y comprensibles para los estudiantes.	☐	☐	☐	☐	☐	
3	Los reactivos presentan un nivel de dificultad adecuado.	☐	☐	☐	☐	☐	
4	El pretest permite establecer una línea base válida.	☐	☐	☐	☐	☐	
5	El postest permite valorar el aprendizaje posterior a la intervención.	☐	☐	☐	☐	☐	
6	Existe coherencia entre pretest, postest y objetivos de investigación.	☐	☐	☐	☐	☐	
7	Los instrumentos permiten comparar el grupo control y experimental.	☐	☐	☐	☐	☐	
8	Los instrumentos son suficientes para valorar el aprendizaje conceptual.	☐	☐	☐	☐	☐	

Preguntas abiertas de la primera ronda

1. ¿Qué fortalezas identifica en la propuesta metodológica?
2. ¿Qué debilidades o aspectos considera necesario ajustar?
3. ¿Qué recomendaciones haría para mejorar la propuesta?
4. ¿Considera pertinente el uso de simuladores en la enseñanza de circuitos eléctricos? ¿Por qué?
5. ¿Considera suficiente la estructura de evaluación propuesta? Explique.
6. ¿Qué elementos deberían agregarse para fortalecer la aplicabilidad de la propuesta?

Instrumento 4. Formato de sistematización de resultados de la primera ronda

Criterio evaluado	Media	Mediana	Moda	Desviación estándar	Q 1	Q 3	Rango intercuartílico	Nivel de consenso	Observaciones principales
Pertinencia de la propuesta									
Claridad de la propuesta									
Coherencia metodológica									
Suficiencia de instrumentos									
Factibilidad de implementación									
Aplicabilidad en Ingeniería en Cibernética									
Uso de simuladores									
Autodescubrimiento									
Evaluación pretest-posttest									
Pertinencia general									

Criterios

Resultado	Interpretación
Mediana entre 4.0 y 5.0	Alta valoración
Mediana entre 3.0 y 3.9	Valoración aceptable con ajustes
Mediana menor a 3.0	Requiere revisión profunda
Rango intercuartílico entre 0 y 1	Alto consenso
Rango intercuartílico mayor a 1	Dispersión de opiniones
Desviación estándar menor a 1	Opiniones relativamente homogéneas
Desviación estándar mayor a 1	Opiniones heterogéneas

Instrumento 5. Segunda ronda Delphi

Cuestionario de reconsideración y consenso

Objetivo de la segunda ronda

Presentar a los expertos los resultados generales de la primera ronda, con el fin de que puedan confirmar, ajustar o justificar sus valoraciones, favoreciendo el consenso sobre la propuesta.

Instrucciones

A continuación, se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en la primera ronda. Revise cada criterio y, con base en la retroalimentación grupal, indique si mantiene o modifica su valoración inicial.

Valor	Interpretación
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Muy bueno
5	Excelente

A Revaloración de criterios centrales

No.	Criterio	Resultado global de ronda 1	Su valoración actual	¿Mantiene o modifica?	Justificación
1	Pertinencia de la propuesta	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
2	Coherencia metodológica	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
3	Claridad de los lineamientos	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
4	Uso de recursos tecnológicos alternativos	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
5	Pertinencia de actividades experienciales	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
6	Materiales de autodescubrimiento	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
7	Instrumento pretest	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
8	Instrumento postest	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
9	Rúbricas de evaluación	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	
10	Factibilidad de aplicación institucional	Media: ____ / Mediana: ____	1 2 3 4 5	☐ Mantiene ☐ Modifica	

B Valoración de ajustes derivados de la primera ronda

No.	Ajuste propuesto después de ronda 1	Nivel de acuerdo	Observaciones
1	Mejorar la claridad de instrucciones en guías de autodescubrimiento.	1 2 3 4 5	
2	Incluir ejemplos iniciales antes del trabajo autónomo.	1 2 3 4 5	
3	Precisar criterios de evaluación en rúbricas.	1 2 3 4 5	
4	Incorporar actividades con simulador antes del laboratorio físico.	1 2 3 4 5	
5	Agregar una fase de retroalimentación docente breve.	1 2 3 4 5	
6	Mantener el pretest y postest con estructura equivalente.	1 2 3 4 5	
7	Usar triangulación entre resultados cuantitativos y cualitativos.	1 2 3 4 5	
8	Reforzar la dimensión de autonomía en las actividades.	1 2 3 4 5	

Preguntas abiertas de la segunda ronda

1. Después de revisar los resultados generales de la primera ronda, ¿mantiene su valoración global sobre la propuesta?
2. ¿Qué ajustes considera indispensables antes de su aplicación definitiva?
3. ¿Qué componentes considera que deben conservarse sin modificaciones?
4. ¿Considera que la propuesta alcanza suficiente pertinencia y factibilidad? Explique.
5. ¿Recomienda validar la propuesta para su aplicación en el contexto de Ingeniería en Cibernética?

Instrumento 6. Dictamen final del experto

Objetivo

Recoger la valoración final del experto sobre la propuesta después del proceso de consulta Delphi.

Criterio final	Sí	Parcialmente	No	Observaciones
La propuesta es pertinente para la enseñanza de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	
La propuesta favorece el aprendizaje significativo.	☐	☐	☐	
La propuesta integra adecuadamente recursos tecnológicos alternativos.	☐	☐	☐	
La propuesta es viable en el contexto institucional planteado.	☐	☐	☐	
Los instrumentos pretest y postest son adecuados.	☐	☐	☐	
Las rúbricas permiten valorar el desempeño estudiantil.	☐	☐	☐	
Las actividades de autodescubrimiento son pertinentes.	☐	☐	☐	
La propuesta puede aplicarse en Ingeniería en Cibernética.	☐	☐	☐	
La propuesta puede replicarse en otros contextos semejantes.	☐	☐	☐	
Se recomienda la aplicación de la propuesta.	☐	☐	☐	

Dictamen global

Seleccione una opción:

- ☐ Aprobada sin modificaciones
- ☐ Aprobada con modificaciones menores
- ☐ Aprobada con modificaciones sustanciales
- ☐ No aprobada para su aplicación

Comentarios finales del experto

Nombre del experto: _____

Firma: _____

Fecha: _____

Instrumentos a expertos

Experto 1

Ficha de caracterización del experto

Objetivo
Identificar el perfil académico, profesional y metodológico de los expertos participantes en el proceso Delphi, con el fin de asegurar la pertinencia del panel consultado.

Dato solicitado	Respuesta
Nombre del experto	FÁTIMA A. VELA TORRES
Grado académico	INGENIERÍA, MAESTRIA
Área de formación	INGENIERÍAS
Institución de adscripción	MAESTRA
Cargo actual	DOCENTE
Años de experiencia docente	5 AÑOS
Años de experiencia en Investigación	1 AÑO
Experiencia en enseñanza de ingeniería	5 AÑOS
Experiencia en enseñanza de circuitos eléctricos/electrónica	2 AÑOS
Experiencia en innovación educativa	3 AÑOS
Experiencia en diseño o validación de instrumentos	1 AÑO
Experiencia en uso de tecnologías educativas	5 AÑOS

Autovaloración de competencia experta

Indique su nivel de conocimiento sobre cada aspecto, usando una escala de 1 a 5.

Aspecto para valorar	1 Muy bajo	2 Bajo	3 Medio	4 Alto	5 Muy alto
Enseñanza de circuitos eléctricos	☐	☐	☐	☐	☒
Educación en ingeniería	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizaje significativo	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizaje experiencial	☐	☐	☐	☒	☐
Aula invertida	☐	☐	☐	☒	☐
Simuladores y recursos tecnológicos educativos	☐	☐	☐	☐	☒
Diseño de instrumentos de evaluación	☐	☐	☐	☐	☒
Investigación educativa	☐	☐	☐	☐	☒
Métodos mixtos de investigación	☐	☐	☐	☐	☒

Nombre del experto: FÁTIMA A. VELA

Firma: FÁTIMA VELA

Valoración general de la propuesta

No.	Criterio de valoración	1	2	3	4	5	Observaciones
1	La propuesta responde a una necesidad real en la enseñanza de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	☐	☒	BUENA RELACIÓN DE ENSEÑANZA
2	La propuesta es pertinente para estudiantes de Ingeniería en Cibernética.	☐	☐	☐	☐	☒	
3	La propuesta se vincula con el aprendizaje significativo.	☐	☐	☐	☐	☒	SE ALINEA CON LOS OBJETIVOS DEL CURSO
4	La propuesta integra adecuadamente recursos tecnológicos alternativos.	☐	☐	☐	☒	☐	SI ES VIABLE CON LO QUE DISPONEMOS TECNOLÓGICAMENTE
5	La propuesta favorece el aprendizaje experiencial.	☐	☐	☐	☒	☐	
6	La propuesta promueve la autonomía del estudiante.	☐	☐	☐	☐	☒	
7	La propuesta es viable en el contexto institucional descrito.	☐	☐	☐	☐	☒	
8	La propuesta tiene potencial para mejorar el desempeño académico.	☐	☐	☐	☐	☒	
9	La propuesta puede ser replicable en otros cursos de ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☒	
10	La propuesta constituye un aporte práctico a la educación en ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☒	ES APLICABLE

Nombre del experto: FÁTIMA A. VELA

Firma: FÁTIMA VELA

Experto 2

Ficha de caracterización del experto

Objetivo

Identificar el perfil académico, profesional y metodológico de los expertos participantes en el proceso Delphi, con el fin de asegurar la pertinencia del panel consultado.

Dato solicitado	Respuesta
Nombre del experto	Violata Zaragoza Gutiérrez
Grado académico	M.C. en Finanzas
Área de formación	Economía y Estadística
Institución de adscripción	INEGI
Cargo actual	Enlace de Coordinación de Payado
Años de experiencia docente	5
Años de experiencia en investigación	11
Experiencia en enseñanza de Ingeniería	—
Experiencia en enseñanza de circuitos eléctricos/electrónica	—
Experiencia en innovación educativa	5
Experiencia en diseño o validación de instrumentos	18
Experiencia en uso de tecnologías educativas	5

violata.zaragoza@inegi.org.mx

Autovaloración de competencia experta

Indique su nivel de conocimiento sobre cada aspecto, usando una escala de 1 a 5.

Aspecto para valorar	1 Muy bajo	2 Bajo	3 Medio	4 Alto	5 Muy alto
Enseñanza de circuitos eléctricos	☒	☐	☐	☐	☐
Educación en ingeniería	☐	☒	☐	☐	☐
Aprendizaje significativo	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizaje experiencial	☐	☐	☐	☐	☒
Aula invertida	☐	☐	☐	☐	☒
Simuladores y recursos tecnológicos educativos	☐	☐	☐	☐	☒
Diseño de instrumentos de evaluación	☐	☐	☐	☐	☒
Investigación educativa	☐	☐	☐	☐	☒
Métodos mixtos de investigación	☐	☐	☐	☐	☒

Nombre del experto: Violata Zaragoza Gutiérrez

Firma: 

Valoración general de la propuesta

No.	Criterio de valoración	1	2	3	4	5	Observaciones
1	La propuesta responde a una necesidad real en la enseñanza de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	☐	☒	
2	La propuesta es pertinente para estudiantes de Ingeniería en Cibernética.	☐	☐	☐	☐	☒	
3	La propuesta se vincula con el aprendizaje significativo.	☐	☐	☐	☐	☒	
4	La propuesta integra adecuadamente recursos tecnológicos alternativos.	☐	☐	☐	☐	☒	
5	La propuesta favorece el aprendizaje experiencial.	☐	☐	☐	☐	☒	
6	La propuesta promueve la autonomía del estudiante.	☐	☐	☐	☒	☐	
7	La propuesta es viable en el contexto institucional descrito.	☐	☐	☐	☐	☒	
8	La propuesta tiene potencial para mejorar el desempeño académico.	☐	☐	☐	☐	☒	
9	La propuesta puede ser replicable en otros cursos de ingeniería.	☐	☐	☐	☒	☐	
10	La propuesta constituye un aporte práctico a la educación en ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☒	

Nombre del experto: Violata Zaragoza Gutiérrez

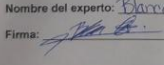
Firma: 

Experto 3

Ficha de caracterización del experto	
Objetivo	
Identificar el perfil académico, profesional y metodológico de los expertos participantes en el proceso Delphi, con el fin de asegurar la pertinencia del panel consultado.	
Dato solicitado	Respuesta
Nombre del experto	Blanca Lorena Priyoso Gómez
Grado académico	Doctorado
Área de formación	Educación
Institución de adscripción	Universidad de Guadalajara
Cargo actual	Profesor Asociado C
Años de experiencia docente	23
Años de experiencia en investigación	9
Experiencia en enseñanza de ingeniería	23
Experiencia en enseñanza de circuitos eléctricos/electrónica	23
Experiencia en innovación educativa	23
Experiencia en diseño o validación de instrumentos	9
Experiencia en uso de tecnologías educativas	9

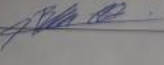
Autovaloración de competencia experta					
Aspecto para valorar	1 Muy bajo	2 Bajo	3 Medio	4 Alto	5 Muy alto
	Enseñanza de circuitos eléctricos	☐	☐	☐	☐
Educación en ingeniería	☐	☐	☐	☒	☐
Aprendizaje significativo	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizaje experiencial	☐	☐	☐	☒	☐
Aula invertida	☐	☐	☐	☒	☐
Simuladores y recursos tecnológicos educativos	☐	☐	☐	☐	☒
Diseño de instrumentos de evaluación	☐	☐	☐	☐	☒
Investigación educativa	☐	☐	☐	☐	☒
Métodos mixtos de investigación	☐	☐	☐	☐	☒

Nombre del experto: Blanca Lorena Priyoso Gómez

Firma: 

Valoración general de la propuesta							
No.	Criterio de valoración	1	2	3	4	5	Observaciones
1	La propuesta responde a una necesidad real en la enseñanza de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	☐	☒	
2	La propuesta es pertinente para estudiantes de Ingeniería en Cibernética.	☐	☐	☐	☒	☐	
3	La propuesta se vincula con el aprendizaje significativo.	☐	☐	☐	☐	☒	
4	La propuesta integra adecuadamente recursos tecnológicos alternativos.	☐	☐	☐	☒	☐	
5	La propuesta favorece el aprendizaje experiencial.	☐	☐	☐	☒	☐	
6	La propuesta promueve la autonomía del estudiante.	☐	☐	☐	☐	☒	
7	La propuesta es viable en el contexto institucional descrito.	☐	☐	☐	☐	☒	
8	La propuesta tiene potencial para mejorar el desempeño académico.	☐	☐	☐	☒	☐	
9	La propuesta puede ser replicable en otros cursos de ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☒	
10	La propuesta constituye un aporte práctico a la educación en ingeniería.	☐	☐	☐	☒	☐	

Nombre del experto: Blanca Lorena Priyoso Gómez

Firma: 

Experto 4

Ficha de caracterización del experto

Objetivo
Identificar el perfil académico, profesional y metodológico de los expertos participantes en el proceso Delphi, con el fin de asegurar la pertinencia del panel consultado.

Dato solicitado	Respuesta
Nombre del experto	José Juan Méndez Eyzaguirre
Grado académico	Doctorado
Área de formación	Matemáticas y Telecomunicaciones
Institución de adscripción	CUKAS
Cargo actual	Docente (universitario)
Años de experiencia docente	26
Años de experiencia en investigación	9
Experiencia en enseñanza de ingeniería	26
Experiencia en enseñanza de circuitos eléctricos/electrónica	25
Experiencia en innovación educativa	9
Experiencia en diseño o validación de instrumentos	9
Experiencia en uso de tecnologías educativas	9

Autovaloración de competencia experta

Indique su nivel de conocimiento sobre cada aspecto, usando una escala de 1 a 5.

Aspecto para valorar	1 Muy bajo	2 Bajo	3 Medio	4 Alto	5 Muy alto
Enseñanza de circuitos eléctricos	☐	☐	☐	☐	☒
Educación en ingeniería	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizaje significativo	☐	☐	☐	☒	☐
Aprendizaje experiencial	☐	☐	☐	☒	☐
Aula invertida	☐	☐	☐	☒	☐
Simuladores y recursos tecnológicos educativos	☐	☐	☐	☐	☒
Diseño de instrumentos de evaluación	☐	☐	☐	☐	☒
Investigación educativa	☐	☐	☐	☐	☒
Métodos mixtos de investigación	☐	☐	☐	☐	☒

Nombre del experto: José Juan Méndez Eyzaguirre

Firma: José Juan Méndez Eyzaguirre

Valoración general de la propuesta

No.	Criterio de valoración	1	2	3	4	5	Observaciones
1	La propuesta responde a una necesidad real en la enseñanza de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	☐	☒	
2	La propuesta es pertinente para estudiantes de Ingeniería en Cibernética.	☐	☐	☐	☒	☐	
3	La propuesta se vincula con el aprendizaje significativo.	☐	☐	☐	☐	☒	
4	La propuesta integra adecuadamente recursos tecnológicos alternativos.	☐	☐	☐	☒	☐	
5	La propuesta favorece el aprendizaje experiencial.	☐	☐	☐	☒	☐	
6	La propuesta promueve la autonomía del estudiante.	☐	☐	☐	☐	☒	
7	La propuesta es viable en el contexto institucional descrito.	☐	☐	☐	☐	☒	
8	La propuesta tiene potencial para mejorar el desempeño académico.	☐	☐	☐	☒	☐	
9	La propuesta puede ser replicable en otros cursos de ingeniería.	☐	☐	☐	☐	☒	
10	La propuesta constituye un aporte práctico a la educación en ingeniería.	☐	☐	☐	☒	☐	

Nombre del experto: José Juan Méndez Eyzaguirre

Firma: José Juan Méndez Eyzaguirre

Experto 5

Ficha de caracterización del experto

Objetivo

Identificar el perfil académico, profesional y metodológico de los expertos participantes en el proceso Delphi, con el fin de asegurar la pertinencia del panel consultado.

Dato solicitado	Respuesta
Nombre del experto	Miriam Alejandra Carlos Mancilla
Grado académico	Doctorado
Área de formación	Ciencias computacionales
Institución de adscripción	Universidad del Valle de México
Cargo actual	Responsable del centro de investigación, innovación y desarrollo tecnológico
Años de experiencia docente	16
Años de experiencia en investigación	20
Experiencia en enseñanza de ingeniería	20
Experiencia en enseñanza de circuitos eléctricos/electrónica	5
Experiencia en innovación educativa	15
Experiencia en diseño o validación de instrumentos	15
Experiencia en uso de tecnologías educativas	10

Autovaloración de competencia experta

Indique su nivel de conocimiento sobre cada aspecto, usando una escala de 1 a 5.

Aspecto para valorar	1 Muy bajo	2 Bajo	3 Medio	4 Alto	5 Muy alto
Enseñanza de circuitos eléctricos	☐	☐	☐	☒	☐
Educación en ingeniería	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizaje significativo	☐	☐	☐	☐	☒
Aprendizaje experiencial	☐	☐	☐	☐	☒
Aula invertida	☐	☐	☐	☐	☒
Simuladores y recursos tecnológicos educativos	☐	☐	☐	☐	☒
Diseño de instrumentos de evaluación	☐	☐	☐	☐	☒
Investigación educativa	☐	☐	☐	☐	☒
Métodos mixtos de investigación	☐	☐	☐	☐	☒

Nombre del experto: Miriam Alejandra Carlos Mancilla

Firma: 

Valoración general de la propuesta

No.	Criterio de valoración	1	2	3	4	5	Observaciones
1	La propuesta responde a una necesidad real en la enseñanza de circuitos eléctricos.	☐	☐	☐	☒	☐	
2	La propuesta es pertinente para estudiantes de Ingeniería en Cibernética.	☐	☐	☐	☒	☐	
3	La propuesta se vincula con el aprendizaje significativo.	☐	☐	☐	☒	☐	
4	La propuesta integra adecuadamente recursos tecnológicos alternativos.	☐	☐	☐	☒	☐	
5	La propuesta favorece el aprendizaje experiencial.	☐	☐	☐	☒	☐	Viable tecnológicamente
6	La propuesta promueve la autonomía del estudiante.	☐	☐	☐	☒	☐	
7	La propuesta es viable en el contexto institucional descrito.	☐	☐	☐	☐	☒	Bien para Ing. Cibernética
8	La propuesta tiene potencial para mejorar el desempeño académico.	☐	☐	☐	☒	☐	
9	La propuesta puede ser replicable en otros cursos de ingeniería.	☐	☐	☐	☒	☐	Es posible con adecuaciones
10	La propuesta constituye un aporte práctico a la educación en ingeniería.	☐	☐	☐	☒	☐	Pertinente con ajustes menores

Nombre del experto: Miriam Alejandra Carlos Mancilla

Firma: 