

Hernández López, F., Cárdenas Magaña, J., Mojica Sánchez, J. & Ruíz Ibarra, G. (2025). Estrategias Innovadoras para la Enseñanza de Circuitos Eléctricos en Educación Superior: Un Enfoque Basado en la Instrumentación Didáctica. En Jiménez Arteaga, G., Jiménez Martínez, K. & Betanzos Valenzuela, O. (Coords.), *Transformación digital: Un enfoque multidisciplinario desde la ingeniería, la administración y la educación* (pp. 171-190). Editorial Sinergy.

Capítulo 7

Estrategias Innovadoras para la Enseñanza de Circuitos Eléctricos en Educación Superior: Un Enfoque Basado en la Instrumentación Didáctica

Innovative Strategies for Teaching Electrical Circuits in Higher Education: A Didactic Instrumentation-Based Approach

Francisco Miguel Hernández López

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, UA Tamazula

 0000-0001-9546-0445 | francisco.hernandez@tamazula.tecmm.edu.mx

Jorge Alberto Cárdenas Magaña

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, UA Tamazula

 0000-0001-9114-8550 | jorge.cardenas@tamazula.tecmm.edu.mx

Juan Pablo Mojica Sánchez

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, UA Tamazula

 0000-0003-2561-9689 | juan.mojica@tamazula.tecmm.edu.mx

Guadalupe Ruíz Ibarra

Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, UA Tamazula

 0000-0001-8662-1892 | guadalupe.ruiz@tamazula.tecmm.edu.mx

Resumen

La revolución digital ha afectado de manera significativa la instrucción de la ingeniería, en particular, en lo que respecta al análisis de circuitos eléctricos. El presente capítulo sugiere nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de circuitos eléctricos en corriente directa (CD) con el propósito planteado de mejorar la comprensión conceptual enseñando las ideas más relevantes y promoviendo un aprendizaje autodirigido, así como disminuir los índices de reprobación a través de metodologías activas. El estudio utiliza un método de caso con Base en Teoría, donde se contextualiza la teoría en un caso práctico. Se explican las didácticas que giran en torno al uso de software Tinkercad y Proteus, la inclusión de Google Classroom como una sala de clase virtual; el uso del Aprendizaje Basado en Proyectos, y evaluación formativa. Estas herramientas han sido útiles en diferentes contextos pedagógicos. Desde una perspectiva pedagógica, esta investigación analiza el efecto de emplear tecnologías digitales y entornos interactivos en el desarrollo de competencias de ingeniería. Como se ha señalado, existe preocupación por requerir un diseño instruccional basado en el constructivismo, así como modelos que apoyen la integración de las TIC en la enseñanza de circuitos eléctricos. Se espera optimizar el proceso de Enseñanza-Aprendizaje, diseñar un modelo didáctico flexible y replicable en modalidad presencial, virtual o mixta y reducir los índices de reprobación. Este trabajo está dirigido a docentes, investigadores en educación e ingeniería, y a instituciones educativas que buscan fortalecer la enseñanza de circuitos eléctricos mediante estrategias acordes con los desafíos de la transformación digital.

Palabras clave: aprendizaje autodirigido, aprendizaje basado en proyectos, circuitos eléctricos, corriente directa, evaluación formativa, simulación electrónica, transformación digital.

Abstract

The digital revolution has significantly impacted engineering instruction, particularly in the area of electric circuit analysis. This chapter proposes new didactic strategies for teaching direct current (DC) electric circuits, aiming to enhance conceptual understanding by focusing on key ideas, promoting self-directed learning, and reducing failure rates through active methodologies. The study employs a Theory-Based Case Method, in which theoretical concepts are contextualized within a practical case. The teaching strategies involve the use of software such as Tinkercad and Proteus, the integration of Google Classroom as a virtual classroom, the implementation of Project-Based Learning, and formative assessment. These tools have proven effective in various pedagogical contexts. From a pedagogical perspective, this research analyzes the impact of digital technologies and interactive environments on the development of

engineering competencies. It emphasizes the need for instructional design grounded in constructivism, as well as models that support the integration of ICT in the teaching of electric circuits. The expected outcomes include optimizing the teaching-learning process, designing a flexible and replicable didactic model for face-to-face, virtual, or hybrid formats, and reducing failure rates. This work is intended for educators, researchers in education and engineering, and academic institutions seeking to strengthen electric circuit instruction through strategies aligned with the challenges of digital transformation.

Key Words: digital transformation, direct current, electric circuits, electronic simulation, formative assessment, project-based learning, self-directed learning.

Introducción

En los últimos años, la transformación digital ha incidido con fuerza en la educación superior, propiciando cambios acelerados en los modelos de enseñanza-aprendizaje. Este proceso se intensificó a raíz de la pandemia por COVID-19, que obligó a migrar abruptamente de una modalidad presencial a entornos virtuales, revelando la falta de preparación de muchos sistemas educativos. La UNESCO (2020) reconoce que esta situación generó un escenario de emergencia educativa, en el cual millones de estudiantes y docentes se vieron forzados a incorporar tecnologías digitales sin una estrategia previa ni una capacitación adecuada.

En este sentido, el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula, no fue la excepción. El cambio a clases virtuales reveló las brechas en el acceso a internet, la disponibilidad limitada de dispositivos tecnológicos y el dominio básico de las herramientas digitales entre muchos docentes. Estos factores no mejoraron, sino que deterioraron los indicadores de rendimiento académico como resultado. En particular, hubo un aumento considerable en las tasas de reprobación en los cursos de ciencias básicas e ingeniería. Tal situación coincide con lo planteado por Hodges et al. (2020), quienes sostienen que la transición abrupta hacia la educación remota de emergencia puso en evidencia las desigualdades en el acceso a recursos tecnológicos, lo que repercutió de forma negativa en la calidad del aprendizaje y en los resultados académicos de los estudiantes, especialmente en áreas donde la práctica resulta indispensable.

Uno de los casos más representativos fue el de la asignatura Análisis de Circuitos Eléctricos en Corriente Directa (CD), que es central en la formación de los estudiantes en Ingeniería Electromecánica. El modo virtual tuvo un impacto negativo en esta unidad, porque requiere una integración de teoría y práctica que es algo difícil sin laboratorios prácticos. Los registros académicos muestran claramente que durante el semestre enero-julio de 2020, impartido

de forma presencial, la tasa de aprobación fue relativamente baja, mientras que en los períodos virtuales posteriores (agosto-diciembre de 2020 y enero-julio de 2021) esta cifra aumentó significativamente. Esta información se evaluará más a fondo más adelante en este documento, en la sección de Resultados.

Dichos hallazgos coinciden con lo planteado por García-Peñalvo et al. (2021), quienes señalan que la enseñanza en ingeniería se vio especialmente afectada durante la pandemia, ya que la virtualidad limitó la experiencia práctica necesaria para consolidar aprendizajes técnicos complejos. Esta información será analizada con mayor detalle más adelante en la sección de Resultados.

Según Asgari et al. (2020), la transición súbita a modalidades virtuales en asignaturas de ingeniería expuso retos significativos, particularmente en cursos que requieren práctica, laboratorio y aplicaciones concretas, lo que afectó negativamente el aprendizaje práctico de muchos estudiantes. Por lo tanto, se debe enfatizar que, durante las clases presenciales, los cursos con las tasas de reprobación más altas eran de ciencias básicas, como Álgebra Lineal y Cálculo Integral. Sin embargo, en el contexto virtual, hubo un aumento significativo en las materias de ciencias de la ingeniería –Electricidad y Magnetismo, Introducción a la Programación, Procesos de Fabricación, entre otros– lo que indicó un área de preocupación urgente.

En este contexto, seleccionamos el curso Análisis de Circuitos Eléctricos en CD (Analysis of Electric Circuits in Direct Current) de la carrera de Ingeniería Electromecánica porque es el que el autor tiene mayor experiencia docente y familiaridad con el plan curricular institucional. El problema identificado motivó una propuesta creativa en forma de diseño instruccional interdisciplinario destinado a fomentar la comprensión de conceptos eléctricos fundamentales dentro de entornos digitales.

El enfoque constructivista en el que se basa esta propuesta considera al aprendiz como el protagonista activo en la construcción de su propio proceso de aprendizaje. Carretero (2005) sostiene que el conocimiento no se transmite de manera pasiva; más bien, se construye activamente a través de la interacción con el entorno. Desde este punto de vista, se diseñó un modelo de intervención que fomenta la participación estudiantil, el aprendizaje colaborativo y la aplicación de habilidades prácticas.

Se construyó una simulación del curso en línea basada en el constructivismo. Además, se incorporaron elementos del conectivismo (Siemens, 2004), que hipotetiza que el conocimiento se distribuye a través de redes y el aprendizaje ocurre a través de la interacción con recursos digitales, comunidades virtuales y ecosistemas tecnológicos. Esta perspectiva hizo posible incorporar el uso de simuladores virtuales como Tinkercad y Proteus, plataformas de gestión educativa como

Google Classroom, y videoconferencias a través de Google Meet que actuaron como mediadores del conocimiento en ausencia de clases de laboratorio físicas.

En el replanteamiento pedagógico, cada sesión se organizaba con una apertura que consistía en el repaso de saberes previos; con un desarrollo que incluía exposición teórica y simulaciones; y un cierre que consistía en la resolutive problemática y retroalimentación. Esta secuencia fue diseñada para promover aprendizaje significativo y se le denomina ‘saberes previos’ y ‘simuladores’, donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de conquistar, analizar y verificar circuitos virtuales en su diseño. Como mencionan Ramírez y Casillas (2014), enfatizan que el objetivo es enriquecer las experiencias educativas en lugar de fácilmente convertir los contenidos a formato digital. Asimismo, Brand et al. (2025) han encontrado que la activación del conocimiento previo junto con simulaciones favorece el aprendizaje conceptual en contextos STEM.

La propuesta incluía una estrategia de evaluación continua con retroalimentación inmediata, así como sesiones de recuperación semanales. Esto permitiría a los estudiantes no solo comprender el contenido, sino también dominar su aplicación en escenarios del mundo real, mejorando su capacidad para razonar, resolver problemas, interpretar resultados técnicos y otras habilidades esenciales.

Desde un punto de vista investigativo, el estudio se organizó bajo un enfoque no experimental, transversal, descriptivo-comparativo (Baena Paz, 2017). Esto monopólicamente permitía el análisis del comportamiento de la variable dependiente —el porcentaje de reprobación— sin necesidad de alterar las condiciones del entorno. Se tomaron en cuenta tres ciclos escolares: enero–julio 2020 (presencial), agosto–diciembre 2020 y enero–julio 2021 (virtual), donde se evidenciaba una disminución progresiva de la reprobación a medida que se implementaba la didáctica adaptada a la virtualidad. La recopilación de información incluía también encuestas sobre la percepción del alumnado respecto a las estrategias designadas, su eficacia y su repercusión en el aprendizaje.

Este capítulo proporciona un ejemplo concreto de innovación pedagógica en la educación en ingeniería informado por la incorporación estratégica de TIC, técnicas de aprendizaje activo y métodos de enseñanza centrados en el estudiante. El modelo propuesto no solo responde a los desafíos de la educación en entornos digitales, sino que contribuye al fortalecimiento de competencias clave para la formación de ingenieros del siglo XXI. Además, representa una solución adaptable y replicable en otros contextos institucionales que enfrentan problemas similares de deserción, reprobación o bajo rendimiento en materias técnicas. En esta línea, Salinas (2012) sostiene que la integración de tecnologías digitales en la educación superior favorece tanto

la flexibilidad del aprendizaje como el desarrollo de competencias transversales, siempre que se acompañe de propuestas pedagógicas innovadoras y sostenibles.

Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con carácter exploratorio, utilizando el método de caso como estrategia central. El caso analizado fue la asignatura Análisis de Circuitos Eléctricos en Corriente Directa, impartida en la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula. Como señala Stake (1999), el estudio de caso ofrece la posibilidad de explorar una experiencia particular para generar conocimiento situado y aplicable a contextos similares. Este enfoque permitió contextualizar la teoría en un escenario práctico, vinculando la transformación digital con la necesidad de replantear las estrategias didácticas de la asignatura.

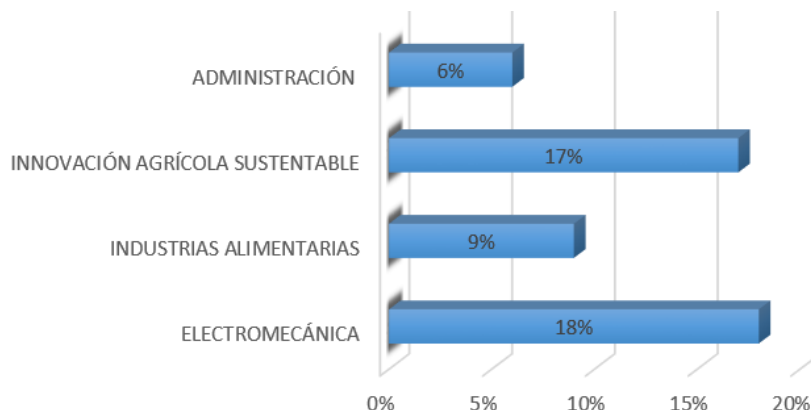
La metodología permitió no solo identificar el impacto del cambio de modalidad educativa (de presencial a virtual), sino también fundamentar la construcción de una propuesta pedagógica con base en evidencia empírica. A diferencia de enfoques centrados únicamente en el análisis estadístico, este estudio incorporó una dimensión aplicada orientada a transformar la práctica docente mediante estrategias didácticas innovadoras.

La investigación tuvo lugar en el Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, Unidad Académica Tamazula, particularmente en la carrera de Ingeniería en Electromecánica. Se analizaron tres periodos académicos consecutivos: enero–julio 2020 (presencial), agosto–diciembre 2020 y enero–julio 2021 (virtuales), con énfasis en el comportamiento de la asignatura Análisis de Circuitos Eléctricos en Corriente Directa, dada su alta incidencia en los niveles de reprobación detectados en los registros institucionales.

Durante el semestre enero–julio 2020, correspondiente a la modalidad presencial, se registraron índices de reprobación diferenciados entre las carreras ofertadas. Como se muestra en la figura 1, la carrera de Ingeniería en Electromecánica presentó el mayor porcentaje de reprobación con un 18%, seguida de Innovación Agrícola Sustentable con 17%. Este patrón ya evidenciaba dificultades en el área de ciencias exactas y de ingeniería.

Figura 1.

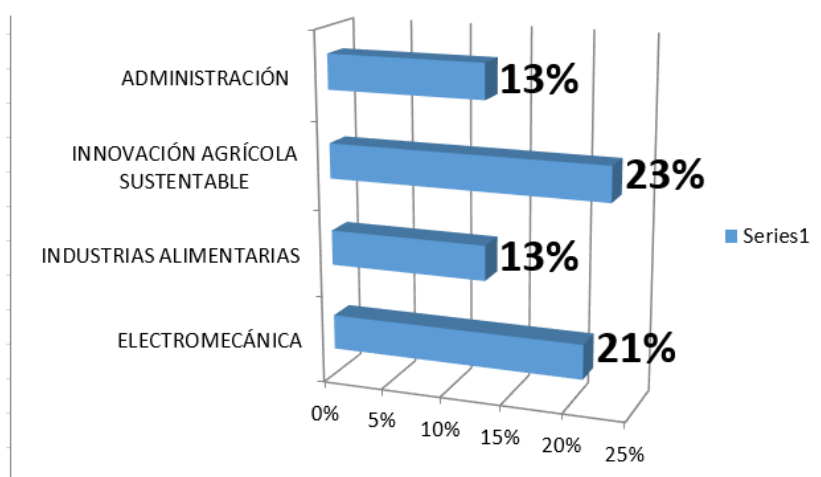
Porcentaje de reprobación semestre febrero julio 2020



Posteriormente, al pasar a la modalidad virtual en el semestre agosto 2020–enero 2021, se observó un incremento generalizado en los niveles de reprobación. La figura 2 muestra que Electromecánica alcanzó un 21%, mientras que Innovación Agrícola Sustentable subió a 23%. Este aumento confirmó que el cambio de modalidad impactó el rendimiento estudiantil, particularmente en asignaturas que requieren altos grados de manipulación, como las de las ciencias de la ingeniería.

Figura 2.

Porcentaje de reprobación semestre agosto 2020 - enero 2021.



Estos hallazgos evidencian que es necesario incorporar tecnología en el diseño instructivo de la materia elegida, así como recursos interactivos y metodologías activas que propicien la participación del estudiante en un ambiente virtual o híbrido. En este sentido, el enfoque adoptado no únicamente se limitó a la función de diagnóstico, sino que también brindó justificación empírica a la intervención pedagógica que se desarrolló y se describe en este capítulo.

Se consideraron las siguientes variables: la variable dependiente fue el porcentaje de estudiantes que fracasaron, definido como la relación de aprendices que no pudieron aprobar una unidad frente a los matriculados para ello. La variable independiente fue la modalidad educativa (ya sea presencial o virtual), incluyendo la innovación de marcos de enseñanza hacia el final de la fase de investigación. Se incluyeron además factores de percepción relacionados con la evaluación estudiantil, como: nivel de claridad en la explicación del contenido, accesibilidad a la tecnología, alineación de los temas con las técnicas de evaluación y apoyo instruccional proporcionado por el docente como variables cualitativas adicionales. Tal como señalan Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la identificación precisa de variables y su clasificación en dependientes, independientes y de control es esencial para estructurar un diseño de investigación que permita responder de manera válida a los objetivos planteados.

Para la recolección de datos se emplearon dos instrumentos. El primero consistió en la obtención de datos institucionales sobre los índices de reprobación por semestre, proporcionados por el Departamento de Servicios Escolares como se puede observar en la tabla 1 y 2. Esta información permitió trazar una línea histórica de los resultados académicos y detectar aquellas asignaturas con mayores porcentajes de reprobación, entre ellas Análisis de Circuitos Eléctricos en CD.

Tabla 1.

Índices de reprobación estudiantil en clases tipo presencial

Carrera	Inscritos	Reprobación	Porcentaje
Electromecánica	941	170	18%
Industrias Alimentarias	530	49	9%
Innovación Agrícola Sustentable	2936	491	17%
Administración	1887	109	6%
Total	6358	823	13%

Fuente: Datos obtenidos de (ITJMMPyH Campus Tamazula)

Tabla 2.

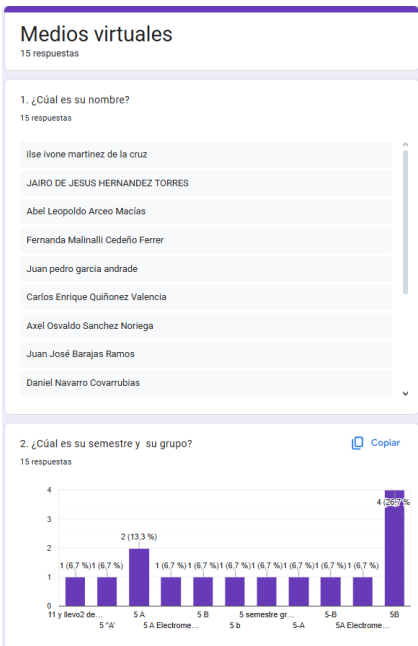
Índices de reprobación estudiantil en clases tipo virtual

Carrera	Inscritos	Reprobación	Porcentaje
Electromecánica	1092	231	21%
Industrias Alimentarias	603	81	13%
Innovación Agrícola Sustentable	3910	903	23%
Administración	2151	281	13%
Total	7756	1496	19%

Fuente: Datos obtenidos de (ITJMMPyH Campus Tamazula)

El segundo instrumento fue un cuestionario estructurado como se muestra en la figura 3, elaborado en Google Forms y aplicado a los grupos 5A y 5B de Ingeniería en Electromecánica. El objetivo fue complementar los datos cuantitativos con información cualitativa proveniente de la experiencia estudiantil en ambas modalidades. El cuestionario incluyó 18 preguntas que abordaron temas como el acceso a internet, el uso de plataformas, la presentación de contenidos, las tareas, la evaluación, y la percepción general sobre la enseñanza virtual.

Figura 3.



Cuestionario aplicado a los grupos 5A y 5B

El procedimiento metodológico se desarrolló en cuatro fases. La primera fase consistió en el análisis de los datos de reprobación institucional, lo que permitió detectar una tendencia creciente en semestres virtuales. En la segunda fase, se aplicó el cuestionario para identificar los factores percibidos por los estudiantes como obstáculos en su aprendizaje. Estos incluían problemas de conectividad, dificultad para comprender las clases en línea, escasa interacción y falta de prácticas. Este tipo de estructuración por fases es coherente con lo planteado por Flick (2015), quien destaca que la investigación educativa requiere organizar procesos en etapas claras que integren tanto la recopilación como el análisis sistemático de la información para garantizar validez y coherencia en los resultados.

Estudios como el de Karaismailoglu & Yildirim (2023) muestran que el uso de Tinkercad en un contexto de flipped classroom con sesiones programadas y entrevistas semiestructuradas mejora las habilidades espaciales de los futuros docentes, lo cual refleja cómo estrategias similares pueden implementarse en diseño de cursos técnicos.

Por lo que, en la tercera fase, con base en los hallazgos anteriores, se diseñó una propuesta de instrumentación didáctica innovadora para la materia en estudio. Esta propuesta reorganizó el curso en 42 sesiones como se puede observar en la figura 4, distribuidas en 14 semanas efectivas, más semanas de evaluación y reserva. Cada sesión fue estructurada con cinco momentos: apertura (activación de conocimientos previos), desarrollo (explicación y práctica), retroalimentación, actividad de cierre y evaluación. Las estrategias empleadas incluyeron el uso de plataformas como Google Classroom, simuladores como Tinkercad y Proteus, herramientas colaborativas como Padlet, además de videos didácticos elaborados específicamente para el curso como se muestra en la figura 5.

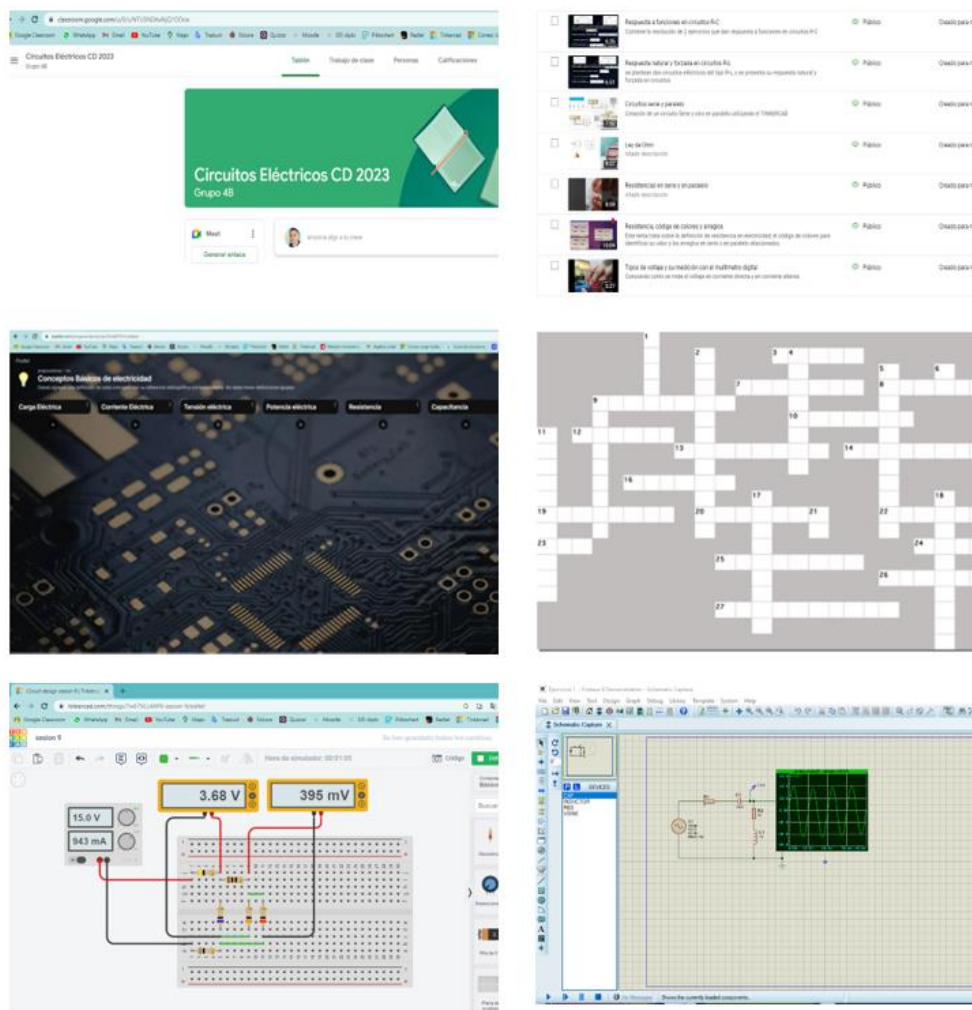
Figura 4.

Sesiones de clases construidas para la propuesta

 Sesión 1  Sesión 2  Sesión 3  Sesión 4  Sesión 5  Sesión 6  Sesión 7  Sesión 8  Sesión 9  Sesión 10  Sesión 11  Sesión 12  Sesión 13  Sesión 14  Sesión 15  Sesión 16  Sesión 17  Sesión 18  Sesión 19  Sesión 20  Sesión 21	17/10/2022 09:00 a. m. 28/09/2022 01:02 p. m. 20/10/2022 08:41 p. m. 17/10/2022 12:34 p. m. 17/10/2022 12:35 p. m. 02/10/2022 05:45 p. m. 17/10/2022 12:37 p. m. 02/10/2022 06:10 p. m. 18/10/2022 09:14 a. m. 17/10/2022 12:41 p. m. 20/10/2022 08:50 p. m. 02/10/2022 10:15 p. m. 05/10/2022 07:11 p. m. 05/10/2022 07:35 p. m. 18/10/2022 12:45 p. m. 06/10/2022 10:34 a. m. 18/10/2022 01:52 p. m. 06/10/2022 02:29 p. m. 18/10/2022 02:10 p. m. 18/10/2022 02:25 p. m. 07/10/2022 06:44 p. m.	Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M...	115 KB 2,790 KB 2,275 KB 754 KB 919 KB 799 KB 487 KB 1,530 KB 683 KB 448 KB 137 KB 134 KB 913 KB 1,048 KB 189 KB 1,344 KB 194 KB 661 KB 196 KB 147 KB 1,546 KB	 Sesión 22  Sesión 23  Sesión 24  Sesión 25  Sesión 26  Sesión 27  Sesión 28  Sesión 29  Sesión 30  Sesión 31  Sesión 32  Sesión 33  Sesión 34  Sesión 35  Sesión 36  Sesión 37  Sesión 38  Sesión 39  Sesión 40  Sesión 41  Sesión 42	07/10/2022 07:01 p. m. 09/10/2022 12:02 p. m. 09/10/2022 12:06 p. m. 18/10/2022 07:23 p. m. 09/10/2022 12:22 p. m. 09/10/2022 12:25 p. m. 09/10/2022 05:57 p. m. 22/10/2022 07:03 a. m. 09/10/2022 07:02 p. m. 18/10/2022 07:45 p. m. 09/10/2022 07:42 p. m. 09/10/2022 07:50 p. m. 11/10/2022 01:35 p. m. 11/10/2022 01:45 p. m. 18/10/2022 08:10 p. m. 13/10/2022 07:53 p. m. 13/10/2022 08:12 p. m. 13/10/2022 08:18 p. m. 17/10/2022 08:44 a. m. 17/10/2022 08:49 a. m. 17/10/2022 12:27 p. m.	Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M... Documento de M...	160 KB 638 KB 817 KB 757 KB 394 KB 1,188 KB 1,181 KB 576 KB 566 KB 199 KB 171 KB 141 KB 1,642 KB 2,053 KB 404 KB 1,842 KB 1,625 KB 1,979 KB 117 KB 117 KB 117 KB
---	---	--	---	--	---	--	---

Figura 5.

Actividades propuestas



En la cuarta fase, se implementó de manera parcial la propuesta durante el semestre febrero–julio 2022, y se evaluó su impacto a través del seguimiento del índice de reprobación y la percepción estudiantil. Se observó una disminución progresiva en los niveles de reprobación, así como una mayor satisfacción con la modalidad híbrida. Los momentos de evaluación formativa permitieron al docente intervenir de manera más oportuna, y la estructuración detallada de las sesiones facilitó el seguimiento y la comprensión por parte de los estudiantes.

Esta metodología, centrada en el rediseño didáctico más allá de la evaluación tradicional, permitió no sólo cuantificar el problema, sino también formular soluciones concretas y adaptables a diferentes contextos. La propuesta construida es replicable, flexible, y compatible con las modalidades presencial, virtual y semipresencial, lo cual fortalece su utilidad ante los desafíos actuales de la educación superior.

Resultados

La propuesta pedagógica formulada en esta investigación surge de la necesidad de cambiar el enfoque de instrucción tradicional utilizado en la enseñanza de la materia de Análisis de Circuitos de Corriente Continua, particularmente en el contexto de la educación virtual. El objetivo de esta transformación es cambiar la forma en que los estudiantes interactúan con los materiales del curso; en lugar de simplemente consumir contenido, se involucran a través de una experiencia inmersiva utilizando tecnología que imita el trabajo de campo. Para ello, se diseñó una instrumentación didáctica basada en competencias, con la incorporación de estrategias innovadoras alineadas al enfoque del Tecnológico Nacional de México (TecNM).

La asignatura cuenta con una carga horaria de cinco horas semanales, distribuidas en tres sesiones: dos sesiones de dos horas y una de una hora. Con base en el calendario escolar oficial del TecNM, se disponen de 16 semanas efectivas por semestre. En este sentido, la instrumentación se estructuró para cubrir 14 semanas de contenidos temáticos, una semana dedicada a evaluaciones de segunda oportunidad y una semana de reserva, previendo posibles ajustes por días festivos o eventualidades académicas.

Esta flexibilidad permite que la propuesta se adapte a tres modalidades: presencial, semipresencial y virtual, ya que los contenidos y actividades fueron diseñados para implementarse en cualquiera de estos entornos.

El rediseño comenzó con la organización del temario por semanas, asignando a cada sesión un subtema, una estrategia didáctica innovadora y una actividad de cierre que evidenciara el aprendizaje. La tabla 3 presenta esta estructura:

Tabla 3.

Nombre de las estrategias innovadoras incorporadas en cada sesión de clase

Semana	Sesión	Subtema	Estrategia
1	1	Presentación	No aplica
	2	Definiciones	Padlet/Crucigrama
	3	Elementos pasivos	calculadora de colores de resistencias Vídeo: Resistencia, código de colores y arreglos
2	4	Resistencia equivalente	EveryCircuit; Vídeos: Circuitos serie y paralelo

Resistencias en serie y en paralelo		
3	5	Divisor corriente y voltaje Aprendizaje basado en problemas
	6	Práctica 1 Tinkercad
	7	Mallas Vídeos: Análisis de mallas (Ley de Voltajes de Kirchhoff) Súper malla (Ley de Voltajes de Kirchhoff)
4	8	Nodos Vídeos: Análisis de nodos (Ley de Corrientes de Kirchhoff) Súper nodo (Ley de Corrientes de Kirchhoff)
	9	Práctica 2 Tinkercad
	10	Práctica 3 Proteus
5	11	Examen Aprendizaje basado en problemas
	12	Práctica 4 Aprendizaje basado en proyectos
	13	Superposición Slideshare
6	14	Transformación de fuentes Aprendizaje basado en problemas
	15	Práctica 5 Tinkercad y Proteus
	16	Thévenin Aprendizaje basado en problemas
7	17	Práctica 6 Tinkercad y Proteus
	18	Norton Aprendizaje basado en problemas
	19	Práctica 7 Tinkercad y Proteus
8	20	Práctica 8 Aprendizaje basado en proyectos
	21	Transferencia de potencia Aprendizaje basado en problemas
	22	Examen Aprendizaje basado en problemas
9	23	Circuito RL Aula invertida, Proteus
	24	Circuito RL Aprendizaje basado en problemas; Proteus
	25	Práctica 9 Proteus
	26	Circuito RC Aula invertida, Proteus

	27	Circuito RL Y RC	Aprendizaje basado en problemas; Proteus
10	28	Funciones Rampa, etc.	Aprendizaje basado en problemas; Proteus
	29	Respuesta Natural y forzada L	Vídeo: Respuesta natural y forzada en circuitos R-L
	30	Respuesta Natural y forzada C	Vídeo: Respuesta a funciones en circuitos R-C
11	31	Práctica 10	Aula invertida, Proteus
	32	Problemario	Aprendizaje basado en problemas; Proteus
	33	Examen	Aprendizaje basado en problemas
12	34	Respuesta Natural RLC	Aprendizaje basado en problemas; Proteus
	35	Respuesta forzada RLC	Aprendizaje basado en problemas Proteus
	36	Práctica 10	Aula invertida, Proteus
13	37	Respuesta completa RLC	Aprendizaje basado en problemas Proteus
	38	Características fórmulas	Aula invertida, Proteus
	39	Circuito LC	Aula invertida, Proteus
14	40	Proyecto	Aprendizaje basado en proyectos
	41	Proyecto	Aprendizaje basado en proyectos
	42	Portafolio de evidencias	No aplica
15	43	Segunda oportunidad	Aula invertida
	44	Segunda oportunidad	Aula invertida
	45	Segunda oportunidad	Aula invertida
16	46	Reserva	
	47	Reserva	
	48	Reserva	

Las estrategias seleccionadas incluyen el uso de simuladores virtuales (Tinkercad, Proteus, EveryCircuit), metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas y el aula invertida, herramientas digitales como Padlet, videos educativos, presentaciones interactivas y rúbricas por sesión. Estas metodologías se integraron en una secuencia pedagógica compuesta por cinco momentos: apertura, desarrollo, retroalimentación, actividad de cierre y evaluación. Esta estructura asegura la participación del estudiante, el desarrollo de competencias técnicas, y una evaluación formativa permanente.

Una vez definidos los momentos de aprendizaje y las herramientas tecnológicas para utilizar, se procedió a la elaboración de una nueva instrumentación didáctica (como se muestra en la figura 6). Esta incluye:

- Los datos generales de la asignatura y la caracterización del curso

Figura 6.

Hoja 1, nueva instrumentación didáctica propuesta

	Nombre del formato: Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias	Código: AC-PO-DI-000-01 Revisión: 1 Página 1 de 15
---	--	--

Tecnológico Nacional de México
Instituto Tecnológico Superior José Mario Molina Pasquel y Henríquez Unidad Académica Tamazula
Departamento de Electromecánica
Instrumentación didáctica para la formación y desarrollo de competencias profesionales
Del periodo: agosto 2022 – enero 2023

Nombre de la asignatura:	Análisis de Circuitos Eléctricos de CD		
Plan de estudios:	IEME-2010-210		
Clave de la asignatura:	EMF-1004		
Carrera:	Ingeniería en Electromecánica		
Unidades de aprendizaje:	5	Horas teóricas – Horas prácticas – Créditos:	3-2-5
Docente:	Jorge Alberto Cárdenas Magaña	Email:	tareasitseleetro@live.com.mx

1. Caracterización de la asignatura

Para estudio del análisis de los circuitos eléctricos excitados con señales constantes (corriente directa), en esta asignatura se considera el comportamiento en estado estacionario cuando solo están presentes señales de excitación sin variación en el tiempo. Se enuncian las leyes, teoremas y fundamentos de circuitos en corriente directa para explicar las condiciones operativas ante este tipo de señales. Además, se presenta una introducción complementaria a los principios de potencia y conservación de la energía en los circuitos eléctricos que servirán de plataforma para comprender las siguientes asignaturas que permitirán que el estudiante analice con mayor profundidad los dispositivos eléctricos que componen un circuito o sistema eléctrico. También plantea la solución del problema de encontrar el comportamiento a sistemas de primer y segundo orden que provienen de las señales de CD al aplicarse a elementos que conservan cantidades finitas de energía y que en consecuencia producen respuestas transitorias que al paso del tiempo se estabilizan. Por otra parte, el uso de software especializado representa una alternativa importante para el entendimiento y comprensión de nuevos conceptos en los análisis mencionados, y que, además, servirán como un primer acercamiento al modelado de sistemas físicos y a la implementación de algoritmos de solución para obtener su respuesta ante diferentes señales de excitación.

Esta asignatura es la base para el estudio y/o diseño de los circuitos eléctricos y sistemas eléctricos, ya que desarrolla la capacidad de análisis e interpretación de su comportamiento cuando se excita con señales invariantes en el tiempo. Con la introducción de conceptos básicos, tales como potencia instantánea, potencia promedio, etc., se relacionará la materia con los fenómenos presentes en cualquier sistema que utilice energía eléctrica. Las bases teóricas que aporta esta materia permitirán que se aborden nuevas asignaturas, tales como, Análisis de Circuitos Eléctricos en CA, Máquinas Eléctricas, Instalaciones Eléctricas, Diseño asistido por Computadora, Sistemas Eléctricos de Potencia, Controles Eléctricos, Subestaciones Eléctricas, Ahorro de Energía.

DI-000-01

Rev. 1

- La intención didáctica y la competencia general

Figura 7.

Hoja 2, Intención didáctica propuesta

	Nombre del formato: Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias	Código: AC-PO-DI-000-01
		Revisión: 1
		Página 2 de 15

2. Intención didáctica

La asignatura se divide en cuatro temas que introducirán al alumno de manera progresiva al análisis de circuitos y a los fenómenos presentes ante señales de excitación de CD.

El primer tema comprende: la definición conceptos elementales de electricidad y su manejo matemático e ingenieril, así como la representación de los elementos que intervienen en los circuitos eléctricos. Además, se aborda el comportamiento, definición y propiedades de elementos pasivos tales como la resistencia, el capacitor y el inductor en cuanto a su relación voltaje corriente, así como los diferentes tipos de fuentes de energía. Es importante en esta etapa inicial que el profesor relacione estos conceptos con las leyes básicas del electromagnetismo, para enfatizar su importancia.

En el segundo tema se aborda la reducción de circuitos y los teoremas de redes, en los cuales el profesor debe fomentar que el alumno utilice software para comprobar los teoremas, con lo cual comenzará a desarrollar la capacidad de análisis y síntesis. En el tercer y cuarto tema se introducen los conceptos que rigen el comportamiento de los elementos de un circuito que almacenan cantidades finitas de energía y se estudian las respuestas transitorias ante ese tipo de excitaciones. El profesor debe hacer especial mención en el enfoque de estos principios para los procesos más relevantes que involucren la transformación de la energía eléctrica y su aplicación, fomentando que el alumno identifique por sí sólo su aplicabilidad práctica y motive a la utilización de los conocimientos adquiridos en la solución de problemas sencillos.

En la etapa final del curso el alumno ya tendrá un amplio panorama donde intervienen los elementos fundamentales y sus aplicaciones en circuitos de corriente directa. Se debe inducir y motivar a que el alumno identifique sus aplicaciones y entienda la relevancia de estos análisis.

Es fundamental señalar que en las unidades antes descritas el profesor deberá enfatizar en la aplicación teórico-práctica de la materia con la realización de prácticas de laboratorio, por medio de las cuales el alumno reafirmará los conocimientos adquiridos, comprobando resultados y diseñando sus propios circuitos. Simultáneamente comenzará a utilizar equipos de medición (tales como el osciloscopio, el multímetro, el generador de señales, etc.) adquiriendo experiencia operativa que le será de utilidad en otras asignaturas.

3. Competencia de la asignatura

Analiza y resuelve circuitos eléctricos excitados con corriente directa en estado estable y transitorio, aplicando métodos matemáticos sistemáticamente para entender el funcionamiento de sistemas electromecánicos.

- El desarrollo detallado de competencias específicas, subtemas, actividades de aprendizaje y de enseñanza, herramientas, horas por sesión e indicadores de evaluación

Figura 8.

Actividades de aprendizaje y de enseñanza

	Nombre del formato: Instrumentación Didáctica para la Formación y Desarrollo de Competencias	Código: AC-PO-DI-000-01
		Revisión: 1
		Página 3 de 15

4. Análisis por competencias específicas

Competencia No. 1: Circuitos de corriente directa Descripción: Conoce, identifica, clasifica y calcula las relaciones tensión, corriente y potencia en cada uno de los elementos de un circuito.

Temas y subtemas para desarrollar la competencia específica	Actividades de aprendizaje	Actividades de enseñanza	Desarrollo de competencias genéricas	Horas teórico – práctica
	- El estudiante descarga la instrumentación didáctica de la plataforma Classroom. - El estudiante contesta el examen diagnóstico.	- El docente entrega la instrumentación didáctica a los alumnos vía plataforma Classroom, la explica, además del sistema de evaluación - El docente aplica el examen diagnóstico.	Capacidad de análisis y síntesis.	1-1
1.1 Carga, corriente, tensión y potencia 1.2 Balance de potencia y energía 1.3 Conceptos y relaciones fundamentales de: resistencia, capacitancia e inductancia.	- El estudiante investiga las definiciones y las integra al padlet propuesto. - El estudiante contesta el crucigrama propuesto en plataforma Classroom.	- El docente propone un padlet para integrar las definiciones y complementa con una presentación los conceptos. - El docente propone un crucigrama que permite enlazar las definiciones.	- Habilidades de gestión de información. - Habilidades de investigación.	1-1
1.4 Fuentes de tensión y corriente, dependientes e independientes 1.5 Leyes fundamentales 1.6 Resistores serie y divisor de tensión 1.7 Resistores en paralelo y división de corriente.	- El estudiante debe descargar el código de colores de resistencias y entrar a la aplicación para verificar los valores solicitados en los ejercicios. - El estudiante resuelve los ejercicios propuestos de arreglos de resistores en la sesión.	- El docente propone una aplicación para código de resistencias y mediante una presentación la vincula con ejercicios prácticos. - El docente propone un recurso de <u>piktochart</u> para reforzar el tema de arreglos de resistores y propone ejercicios a resolver en la sesión.	- Capacidad de aprender. - Solución de problemas. - Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.	1-0
1.6 Resistores serie y divisor de tensión. 1.7 Resistores en paralelo y división de corriente. 1.8 Reducción de circuitos serie-paralelo. 1.9 Reducción delta-estrella	El estudiante resuelve los ejercicios propuestos de arreglos de resistores en la sesión.	El docente propone un recurso de PowerPoint para reforzar el tema de arreglos de resistores y propone ejercicios a resolver en la sesión con la ayuda de la herramienta <u>Huion</u>.	Manejo de software computacional.	1-1
1.6 Resistores serie y divisor de tensión. 1.7 Resistores en paralelo y división de corriente.	El estudiante resuelve los ejercicios propuestos de divisor de voltaje y divisor de corriente en la sesión.	El docente propone un recurso de <u>powerpoint</u> para reforzar el tema de divisor de voltaje y divisor de corriente y propone ejercicios a resolver en la sesión con la ayuda de la herramienta <u>Huion</u>.		1-1

Esta instrumentación didáctica innovadora no solo permite responder a las limitaciones de la educación virtual, sino que representa una herramienta pedagógica sólida, flexible y orientada al desarrollo integral del estudiante de ingeniería. Asimismo, permite al docente un seguimiento más objetivo y formativo de los aprendizajes, fortaleciendo el compromiso institucional con una educación pertinente y de calidad.

Discusión

Los resultados obtenidos a partir de la propuesta de instrumentación didáctica muestran que es posible diseñar un modelo educativo flexible, innovador y orientado al logro de competencias, aún en contextos adversos como el de la educación virtual. Al diseñar el plan de estudios para el curso Análisis de Circuitos Eléctricos en Corriente Directa, se integraron elementos de diseño que abordaron directamente criterios basados tanto en datos institucionales como en la retroalimentación de los estudiantes.

Una de las principales contribuciones fue la adopción de prácticas innovadoras en cada sesión, lo cual ayudó a consolidar el vínculo entre teoría y práctica, que resulta fundamental en las materias dentro del ámbito de ciencias de la ingeniería. La utilización de herramientas tales como simuladores eléctricos (Tinkercad, Proteus, EveryCircuit), presentaciones multimedia y la realización de actividades interactivas a través de Padlet o Google Classroom impulsaron sustancialmente la participación estudiantil. Estos aspectos concuerdan con lo mencionado por Ramírez y Casillas (2014), donde exponen que el uso de tecnologías educativas debe ir más allá de la mera digitalización de materiales; se debe buscar el diseño de ambientes formativos más complejos e integrales.

De la misma manera, la secuenciación por momentos de aprendizaje —apertura, desarrollo, retroalimentación, cierre y evaluación— permitió una planeación ordenada que se centre en el estudiante, tal y como propone el modelo constructivista (Carretero, 2005) donde el estudiante es visto como protagonista en la construcción de su conocimiento. Esta organización posibilitó valorar el aprendizaje en todo momento e implementar retroalimentación formativa y los cambios necesarios en el desarrollo del curso.

Por otro lado, la redefinición de los esquemas de evaluación ha constituido un cambio importante. En contraste con el modelo tradicional que prioriza evaluaciones finales de gran peso, la nueva propuesta instrumental sugiere evaluar de forma continua con indicadores fijados para cada sesión. Esto mejoró considerablemente la transparencia en los criterios de desempeño y elevó la sensación de justicia evaluativa entre los alumnos. Este sistema de evaluación continua

concuerta con lo expuesto por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2010), quienes subrayan el valor de la retroalimentación constante para optimizar el proceso educativo.

Desde un enfoque metodológico, la propuesta se alinea con el llamado de la UNESCO (2020) a desarrollar soluciones educativas sostenibles para emergencias como la pandemia. El cambio a la instrucción virtual obligatoria destacó las brechas en conectividad, tecnología y apoyo pedagógico; sin embargo, también creó oportunidades para reconsiderar las prácticas de enseñanza y avanzar hacia modelos híbridos más resilientes.

Cabe resaltar que, aunque el rediseño se enfocó en una sola asignatura, su esquema es replicable en otras unidades de aprendizaje con características homólogas. La propuesta permanece versátil entre distintas disciplinas dentro del marco que respete la lógica de integración de competencias, tecnologías educativas y metodologías activas.

En conclusión, los hallazgos de esta investigación no solamente reflejan optimización en el diseño instruccional de la asignatura, sino que también evidencian el impacto benéfico que puede tener una innovación educativa centrada en las verdaderas necesidades del alumnado. La propuesta en este modelo es aplicable a aquellas instituciones diseñadas que cuentan con altos índices de reprobación, bajo rendimiento académico, aprehensión escasa y desconexión entre la teoría y su aplicación en escenarios virtuales.

Conclusiones

Basado en el análisis, podemos ver que el cambio de clases presenciales a clases en línea tuvo un efecto considerable en el rendimiento académico de los estudiantes de ingeniería, particularmente en lo que respecta a las materias que requieren una integración de conceptos teóricos y aplicaciones prácticas. El significativo aumento en el número de estudiantes con fracaso académico postpandemia indica un problema más profundo; los instructores estaban tratando de adaptar sus currículos a un formato en línea sin recalibrar fundamentalmente sus métodos pedagógicos.

Teniendo en cuenta este contexto, la introducción de un nuevo diseño educativo utilizando estrategias innovadoras basadas en competencias fue tanto relevante como contextualizada. Este modelo fomentó sesiones de clase bien estructuradas pero adaptables, en función del compromiso del estudiante. A través de herramientas de simulación, multimedia y métodos como la enseñanza activa, el aula invertida, el aprendizaje basado en problemas o el aprendizaje basado en proyectos, la comprensión conceptual se profundizó junto con el compromiso del estudiante y diversas medidas evaluativas.

El estudio también halló que una planificación detallada, junto con criterios de evaluación definidos para cada sesión, propicia el cumplimiento de los objetivos, así como la percepción de equidad entre los participantes en el proceso formativo. Asimismo, la utilización de Google Classroom como plataforma para organizar los contenidos, las actividades y otros materiales necesarios los hacía accesibles, lo cual promovía el trabajo autónomo y la retroalimentación continua.

La propuesta implementada no solo tuvo un impacto positivo en los participantes del grupo de estudio, sino que también sirve como una experiencia que puede ser replicada en otras materias y contextos similares. Es una alternativa pedagógica válida que busca abordar los desafíos planteados por la educación híbrida o completamente virtual en disciplinas de ingeniería, donde la práctica es crucial para la formación profesional.

Se validó que una unidad de aprendizaje tradicional se puede convertir en una experiencia formativa enriquecida con una buena planeación didáctica, uso estratégico de tecnologías y la aplicación de metodologías centradas en el estudiante. Con este modelo se puede contribuir significativamente a la disminución de la reprobación, al mejoramiento del rendimiento académico escolar e impulsar una educación más inclusiva, flexible y orientada al desarrollo integral de competencias profesionales del siglo XXI.

Referencias

- Asgari, S., Trajkovic, J., Rahmani, M., Zhang, W., Lo, R. C., & Sciortino, A. (2020). An Observational Study of Engineering Online Education During the COVID-19 Pandemic. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2010.01427>
- Baena Paz, G. (2017). *Metodología de la investigación*. (3° ed.). Grupo Editorial Patria.
- Brand, C., Hartmann, M., Loibl, K., & Kapur, M. (2025). Prior knowledge activation as preparation prior to instruction. *Learning and Instruction*, 75, 101–114. <https://doi.org/10.1007/s11251-025-09727-6>
- Carretero, M. (2005). *Constructivismo y educación*. Progreso.
- Díaz Barriga, A., & Hernández Rojas, G. (2010). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: Una interpretación constructivista* (3.ª ed.). McGraw-Hill.
- Flick, U. (2015). *Introducing research methodology: A beginner's guide to doing a research project* (2nd ed.). SAGE Publications.

- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande-de-Prado, M. (2021). Online assessment in higher education in the time of COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 22(e23536), 1–26. <https://doi.org/10.14201/eks.23536>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Education.
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*, 27(1), 1–12. <https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning>
- Karaismailoglu, F., & Yildirim, M. (2023). The effect of 3D modeling performed using Tinkercad or concrete materials in the context of the flipped classroom on pre-service teachers' spatial abilities. *Research in Science & Technological Education*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/02635143.2023.2223134>
- Ramírez Martinell, A., y Casillas Alvarado, M. (2014). *Háblame de TIC: Tecnología Digital en la Educación Superior*. Editorial Brujas.
- Salinas, J. (2012). La investigación ante los desafíos de los escenarios de aprendizaje futuros. *RED. Revista de Educación a Distancia*, (32), 1–16.
- Siemens, G. (2004). Elearnspace. *Connectivism: A learning theory for the digital age*. Elearnspace. org, 14-16. <https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=arep1&type=pdf&doi=f87c61b964e32786e06c969fd24f5a7d9426f3b4>
- Stake, R. E. (1999). *Investigación con estudio de casos*. Ediciones Morata.
- UNESCO. (2020). COVID-19 and higher education: Today and tomorrow. IESALC-UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375693>