https://doi.org/10.69639/arandu.v13i3.2621

Modelo didáctico con simuladores digitales para la enseñanza de circuitos eléctricos en el programa de Ingeniería Eléctrica

Didactic Model with Digital Simulators for Teaching Electrical Circuits in the Electrical Engineering Program

Lizeth Dayane Cortés Hernández
lizethcortes.est@umecit.edu.pa
https://orcid.org/0000-0002-7267-7673
Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología UMECIT
Panamá, Ciudad de Panamá

Glenn Elmer Hernández Camelo
glennhernandez.doc@umecit.edu.pa
https://orcid.org/0000-0002-9071-5215
Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología UMECIT
Panamá, Ciudad de Panamá

Ariel Yezid Villarreal Solano
arielvillareal.est@umecit.edu.pa
https://orcid.org/0009-0006-2265-5579
Universidad Metropolitana de Educación Ciencia y Tecnología UMECIT
Panamá, Ciudad de Panamá

Artículo recibido: 10 agosto 2026- Aceptado para publicación:16 septiembre 2026
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar.

RESUMEN

El presente artículo deriva de una investigación doctoral orientada a elaborar un modelo didáctico para la enseñanza de circuitos eléctricos mediante el uso de simuladores digitales, en los programas de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander (UIS) y de la Universitaria Tecnológica de Santander (UTS), Bucaramanga (Colombia). Se adoptó un paradigma pragmático y un método mixto de diseño secuencial exploratorio, que integró un componente cuantitativo (encuesta aplicada a una muestra de 200 estudiantes, calculada mediante muestreo aleatorio simple sobre una población de 412 matriculados y a la totalidad de los 6 docentes que orientan la asignatura) y un componente cualitativo (entrevistas semiestructuradas a estudiantes y a docentes, analizadas mediante teoría fundamentada). Los resultados evidenciaron una valoración positiva de estudiantes y docentes hacia el uso pedagógico de los simuladores, así como una correlación positiva alta entre dicho uso y el nivel de aprendizaje alcanzado ($r = 0.775$; $t = 17.26$; $\chi^2 = 120.12$). A partir de estos hallazgos se construyó un modelo didáctico integrado por cinco componentes -pedagógico, tecnológico, didáctico, evaluativo y competencial- organizados en cuatro etapas de implementación: diagnóstico, diseño de actividades, implementación didáctica y evaluación del aprendizaje. El modelo fue sometido a

validación mediante juicio de seis expertos, quienes le otorgaron una valoración promedio de 4.47 sobre 5, lo que confirma su pertinencia, coherencia y aplicabilidad. Se concluye que la incorporación de simuladores digitales, articulada en un modelo didáctico estructurado, constituye una estrategia viable para fortalecer la enseñanza de circuitos eléctricos y contribuir a la reducción de los índices de reprobación y deserción en programas de formación en ingeniería.

Palabras clave: modelo didáctico, simuladores digitales, circuitos eléctricos, enseñanza de la ingeniería, competencias digitales

ABSTRACT

This article stems from doctoral research aimed at developing a didactic model for teaching electric circuits using digital simulators within the Electrical Engineering programs at the Universidad Industrial de Santander (UIS) and the Universitaria Tecnológica de Santander (UTS) in Bucaramanga, Colombia. A pragmatic paradigm and a mixed-methods sequential exploratory design were adopted, integrating a quantitative component (a survey administered to a sample of 200 students—determined via simple random sampling from a population of 412 enrolled students—as well as to all 6 instructors teaching the subject) and a qualitative component (semi-structured interviews with students and instructors, analyzed using grounded theory). Results showed a positive assessment by students and teachers of the pedagogical use of simulators, as well as a strong positive correlation between such use and students' learning outcomes ($r = 0.775$; $t = 17.26$; $\chi^2 = 120.12$). Based on these findings, a didactic model was built comprising five components -pedagogical, technological, didactic, evaluative, and competency-based- organized into four implementation stages: diagnosis, activity design, didactic implementation, and learning assessment. The model was validated through expert judgment by six specialists, who assigned it an average score of 4.47 out of 5, confirming its relevance, coherence, and applicability. It is concluded that incorporating digital simulators within a structured didactic model is a viable strategy to strengthen the teaching of electrical circuits and to help reduce failure and dropout rates in engineering education programs.

Keywords: didactic model, digital simulators, electrical circuits, engineering education, digital competencies

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Atribution 4.0 International.

INTRODUCCIÓN

La simulación como estrategia didáctica se ha consolidado como una herramienta pedagógica efectiva en diversos campos de la educación superior, gracias a su capacidad para emular escenarios prácticos de aprendizaje (Contreras, 2017). Diversos estudios señalan que el uso de simuladores favorece prácticas innovadoras, la solución de problemas, la transferencia de habilidades y el desarrollo de capacidades en áreas de conocimiento científico (Pimienta, 2012), además de propiciar un aprendizaje significativo, autónomo y colaborativo que fortalece el pensamiento crítico de los estudiantes (Urra, 2017).

En Colombia, el Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción en Instituciones de Educación Superior (SPADIES) reporta preocupantes tasas de deserción en las áreas de ingeniería. Específicamente, en el primer semestre del año 2024 el programa de Ingeniería Eléctrica de la UIS presentó una tasa de deserción del 12.31% y el programa de Ingeniería Eléctrica de la UTS presentó una tasa de deserción del 20.98%, afectando de manera importante la continuidad académica (SPADIES, 2025).

Una de las asignaturas con mayor índice de reprobación en los programas académicos de ambas instituciones es Circuitos Eléctricos (I y II). Asimismo, diversos estudiantes perciben esta materia como monótona o de difícil comprensión, dado que la metodología de enseñanza imperante se limita a la lección magistral tradicional.

Ante este panorama, se planteó la necesidad de diseñar un modelo didáctico que integrara herramientas de simulación digital, con el propósito de ofrecer una enseñanza más dinámica, práctica y contextualizada, capaz de fortalecer la comprensión de conceptos complejos y contribuir a disminuir la reprobación y la deserción.

El modelo propuesto se fundamenta en principios del aprendizaje significativo (Ausubel, 2002), el constructivismo (Piaget, 1970) y el aprendizaje experiencial (Kolb, 1984), perspectivas que sustentan el valor pedagógico de la simulación utilizada como una estrategia mediadora entre la teoría y la práctica. En este marco, el objetivo del presente artículo es exponer los principales resultados de la investigación doctoral orientada a elaborar un modelo didáctico para la enseñanza de circuitos eléctricos, a través del uso de herramientas de simulación, en programas de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Industrial de Santander y de la Universitaria Tecnológica de Santander del municipio de Bucaramanga.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se enmarcó en el paradigma pragmático, el cual prioriza la utilidad del conocimiento y su aplicabilidad en la resolución de problemáticas educativas concretas, permitiendo combinar métodos cuantitativos y cualitativos (Creswell y Plano Clark, 2018). Se adoptó un método mixto de diseño secuencial exploratorio y un enfoque de investigación aplicada

(Bisquerra, 2019), en el cual el diagnóstico del contexto educativo se realizó mediante instrumentos cuantitativos y cualitativos cuyos resultados se integraron posteriormente a través de un proceso de triangulación.

La población fue constituida por 412 estudiantes, lo cual fue producto de la suma de matriculados en las asignaturas de Circuitos Eléctricos I y de Circuitos Eléctricos II en los programas de Ingeniería Eléctrica de la UIS y de la UTS durante el primer periodo académico del año 2024. A partir de esta información y de realizar un muestreo aleatorio simple, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, se calculó una muestra de 200 estudiantes. De manera complementaria, se seleccionaron docentes del área en ambas instituciones mediante muestreo intencional para el componente cualitativo del estudio.

La recolección de datos se realizó durante el segundo semestre del año 2025 y se emplearon dos técnicas: la encuesta, mediante un cuestionario estructurado de 20 ítems en escala Likert dirigido a estudiantes y docentes, orientado a identificar percepciones y niveles de uso de simuladores digitales; y la entrevista semiestructurada, aplicada a estudiantes, con el fin de profundizar en sus experiencias en el aula, y a docentes, con el fin de profundizar en sus prácticas pedagógicas.

El análisis de la información cuantitativa se realizó mediante estadística descriptiva (medias y desviaciones estándar) e inferencial (coeficiente de correlación de Pearson, prueba t de Student y prueba Chi-cuadrado), mientras que la información cualitativa se procesó mediante teoría fundamentada, a través de codificación abierta, axial y selectiva.

Finalmente, el modelo didáctico resultante fue sometido a un proceso de validación mediante juicio de seis expertos del área, quienes evaluaron su pertinencia, coherencia, claridad y aplicabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis descriptivo de las respuestas de estudiantes y docentes evidenció una valoración ampliamente positiva del uso de simuladores digitales en la enseñanza de circuitos eléctricos. En los estudiantes, las medias de la mayoría de los ítems se ubicaron por encima de 3 en la escala Likert utilizada, destacándose los relacionados con la mejora de la calidad del aprendizaje, la confianza para resolver problemas y la importancia de los simuladores en la formación profesional.

En los docentes, las medias fueron aún más elevadas (entre 3.33 y 4.00) y con menor dispersión, lo que refleja un alto nivel de consenso sobre el valor pedagógico de estas herramientas, particularmente en cuanto a su alineación con los objetivos de aprendizaje del plan de estudios.

Con el propósito de establecer la relación entre el uso pedagógico de simuladores digitales y el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes, se aplicó un análisis estadístico inferencial cuyos resultados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1

Evidencia estadística de la relación entre el uso de simuladores digitales y el aprendizaje

Análisis estadístico	Resultado obtenido	Interpretación
Coeficiente de correlación de Pearson	$r = 0.775$	Correlación positiva alta entre el uso de simuladores digitales y el nivel de aprendizaje.
Prueba t de Student	$t = 17.26$	Resultado estadísticamente significativo; la correlación no se debe al azar.
Prueba Chi-cuadrado (χ^2)	$\chi^2 = 120.12$	Asociación significativa entre los niveles de uso de simuladores y los niveles de aprendizaje.

Nota. La tabla presenta los resultados del análisis estadístico inferencial aplicado para evaluar la relación entre el uso de simuladores digitales y el aprendizaje en circuitos eléctricos.

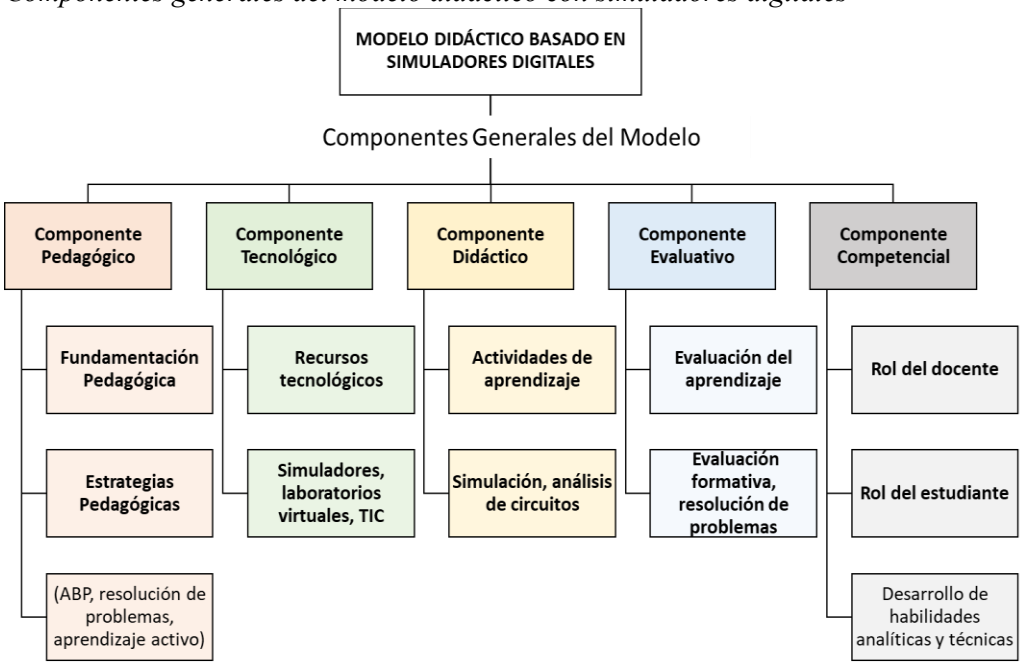
El coeficiente de correlación de Pearson ($r = 0.775$) evidencia una relación positiva alta entre ambas variables, mientras que la prueba t de Student ($t = 17.26$) confirma que dicha correlación es estadísticamente significativa. Complementariamente, la prueba de Chi-cuadrado ($\chi^2 = 120.12$) demuestra una asociación significativa entre los niveles de uso de simuladores y los niveles de aprendizaje alcanzados. Estos resultados coinciden con lo reportado por Cajamarca-Carrazco et al. (2024) y por González et al. (2025), quienes también evidenciaron mejoras significativas en el aprendizaje de contenidos técnicos y científicos asociadas al uso de simuladores virtuales, así como con Barradas et al. (2023) y Jiménez (2023) en el campo específico de la electrónica y los sistemas digitales.

Desde el componente cualitativo, el análisis mediante teoría fundamentada permitió identificar que docentes y estudiantes perciben los simuladores como herramientas que facilitan la visualización de fenómenos eléctricos, permiten la experimentación sin riesgos y favorecen la comprensión de conceptos abstractos, en coincidencia con lo señalado por Cerda et al. (2025) y Mora et al. (2025). No obstante, también se identificaron limitaciones asociadas al acceso a equipos y conectividad, y a la necesidad de mayor formación docente en el uso pedagógico de estas herramientas, aspectos igualmente reportados por Zaldívar-Colado (2019) al comparar laboratorios reales y virtuales.

A partir de la triangulación de los hallazgos cuantitativos y cualitativos se construyó un modelo didáctico integrado por cinco componentes -pedagógico, tecnológico, didáctico, evaluativo y competencial-, cada uno desagregado en elementos específicos que orientan su implementación en el aula, tal como se presenta en la Figura 1.

Figura 1

Componentes generales del modelo didáctico con simuladores digitales



Nota. Elaboración propia a partir de los resultados de la investigación.

El componente pedagógico agrupa la fundamentación y las estrategias de enseñanza activa (aprendizaje basado en problemas, resolución de casos y aprendizaje activo); el componente tecnológico reúne los recursos digitales, simuladores y laboratorios virtuales disponibles; el componente didáctico organiza las actividades de aprendizaje centradas en la simulación y el análisis de circuitos; el componente evaluativo articula la evaluación formativa y la resolución de problemas como evidencia de aprendizaje; y el componente competencial define el rol del docente y del estudiante, así como las habilidades analíticas y técnicas a desarrollar. Estos componentes se implementan a través de cuatro etapas secuenciales: diagnóstico, diseño de actividades con simuladores, implementación didáctica y evaluación del aprendizaje.

El modelo fue sometido a un proceso de validación mediante juicio de seis expertos, cuyos resultados se sintetizan en la Tabla 2.

Tabla 2

Valoración del modelo didáctico mediante juicio de expertos

Pregunta de valoración	Promedio (1-5)
¿El modelo didáctico responde a las necesidades actuales de la enseñanza de circuitos eléctricos?	4.5
¿La integración de simuladores digitales es pertinente para mejorar la comprensión de los conceptos?	4.7
¿Las estrategias pedagógicas propuestas son adecuadas para el contexto educativo del programa?	4.3
¿Existe coherencia entre los fundamentos pedagógicos y las estrategias didácticas del modelo?	4.5
¿Los componentes del modelo didáctico se relacionan de manera lógica y estructurada?	4.3
¿Las etapas de implementación del modelo se articulan adecuadamente con los objetivos de aprendizaje?	4.3
¿La estructura del modelo didáctico es clara y comprensible para los docentes?	4.5
¿La descripción de los componentes y etapas del modelo es suficientemente clara?	4.3
¿Las actividades de aprendizaje con simuladores están claramente definidas?	4.5
¿El modelo didáctico es viable para implementarse en el contexto del programa?	4.5
¿Los simuladores digitales propuestos son adecuados para la enseñanza de circuitos eléctricos?	4.5
¿El modelo contribuye al desarrollo de habilidades analíticas y técnicas en los estudiantes?	4.7
Promedio global	**4.47**

Nota. La tabla presenta el promedio de la valoración otorgada por seis expertos mediante escala Likert de cinco niveles.

Los resultados evidencian valoraciones predominantemente altas, con promedios que oscilan entre 4.3 y 4.7 y un promedio global de 4.47 sobre 5, lo que confirma la pertinencia, coherencia, claridad y aplicabilidad del modelo propuesto. Los expertos destacaron especialmente la pertinencia de integrar simuladores digitales y la contribución del modelo al desarrollo de habilidades analíticas y técnicas, al tiempo que sugirieron precisar los mecanismos de evaluación del desempeño estudiantil, observaciones que fueron incorporadas en la versión final de la propuesta.

CONCLUSIONES

Los hallazgos de esta investigación evidencian que el uso pedagógico de simuladores digitales guarda una relación estadísticamente significativa y positiva con el nivel de aprendizaje alcanzado por los estudiantes de circuitos eléctricos, resultado respaldado tanto por la evidencia cuantitativa como por la experiencia reportada por docentes y estudiantes en el componente cualitativo del estudio.

El modelo didáctico propuesto, estructurado en cinco componentes -pedagógico, tecnológico, didáctico, evaluativo y competencial- e implementado en cuatro etapas secuenciales, ofrece una alternativa pertinente y aplicable para fortalecer la enseñanza de circuitos eléctricos en programas de formación técnica y tecnológica. Su validación mediante juicio de expertos, con un promedio global de 4.47 sobre 5, respalda su coherencia interna y su viabilidad de implementación en el contexto educativo del programa de Ingeniería Eléctrica de la Universitaria Tecnológica de Santander.

Se recomienda que futuras investigaciones evalúen la implementación del modelo a escala completa, así como su adaptación a otros programas afines como Ingeniería Electrónica, Electromecánica y Telecomunicaciones, con el propósito de contribuir a la reducción de los índices de reprobación y deserción en la formación en ingeniería.

REFERENCIAS

Ausubel, D. (2002). Adquisición y retención del conocimiento. Una perspectiva cognitiva. Paidós.

Barradas, U., Cocón, J., Pérez, D., & Vázquez, M. (2023). El impacto de los simuladores en el aprendizaje de los sistemas digitales. Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0 (RTED), 16(1), 67-76. https://doi.org/10.37843/rted.v16i1.350

Bisquerra, R. (2019). Metodología de la investigación educativa. La Muralla.

Cajamarca-Carrazco, D., Hidalgo, D., Ponce, J., & Típula, N. (2024). Evaluation of the use of virtual simulators for training in problem-solving skills in university students. Salud, Ciencia y Tecnología, (4), 1-8. https://doi.org/10.56294/saludcyt20241281

Cerda, A., Mosquera, G., Díaz, A., & Grunauer, G. (2025). Uso de simuladores virtuales para mejorar el aprendizaje de la estequiometría en modalidad virtual. MQRInvestigar, 9(3), e978. https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.3.2025.e978

Contreras, E. (2017). Uso de las herramientas informáticas educacionales para la enseñanza de la resistencia de materiales. Revista UCN.

Creswell, J., & Plano Clark, V. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3.ª ed.). SAGE Publications.

González, E., Usca, M., Tapia, G., Flores, J., & Vivanco, S. (2025). Uso de simuladores virtuales y laboratorios remotos para potenciar el aprendizaje de la física universitaria. Ciencia y Educación, 6(10.2), 861-870. https://doi.org/10.5281/zenodo.17857830

Jiménez, R. (2023). Utilización e impacto de simuladores en la enseñanza de electrónica. Anuario de Investigación 2023, 12, 81-93.

Kolb, D. (1984). Experiential learning: Experience as the source of learning and development. Prentice-Hall.

Mora, B., Gavilánez, M., Espinoza, J., & Martínez, R. (2025). Uso de simuladores virtuales en la enseñanza de conceptos abstractos. Sinergia Académica, 8(4), 713-727. https://doi.org/10.51736/sa636

Piaget, J. (1970). La epistemología genética. Editorial Ariel.

Pimienta, J. (2012). Estrategias de enseñanza-aprendizaje. Docencia universitaria basada en competencias. Pearson Educación.

SPADIES. (2022). Sistema de Prevención y Análisis de la Deserción de las Instituciones de Educación Superior. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/spadies/

Urra, E. (2017). El desafío y futuro de la simulación como estrategia de enseñanza en enfermería. Investigación en Educación Médica, 6(22), 119-125.

Zaldívar-Colado, A. (2019). Laboratorios reales versus laboratorios virtuales en las carreras de ciencias de la computación. IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, 10(18), 9-22. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i18.454