

Evaluación del uso de simuladores virtuales aplicados a la electricidad en el sistema de Educación Superior como herramienta de enseñanza – aprendizaje

Evaluation of the use of virtual simulators applied to electricity in the Higher Education system as a teaching-learning tool

María Gabriela Vera¹, Pablo Catota², Migdalia Sulbaran³, Gerardo Cajamarca⁴

¹ Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, mariagabriela.vera@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

² Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, pablo.catota@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

³ Instituto Superior Stanford, msulbaran@stanford.edu.ec, Riobamba, Ecuador

⁴ Instituto Superior Tecnológico Rumiñahui, gerardo.cajamarca@ister.edu.ec, Sangolquí, Ecuador

Autor para correspondencia: mariagabriela.vera@ister.edu.ec

Fecha de recepción: 2023.12.20

Fecha de aceptación: 2024.02.12

Fecha de publicación: 2024.02.19

RESUMEN

El uso de simuladores virtuales en la enseñanza de la electricidad en la educación tecnológica superior en Ecuador, destaca la importancia de combinar conocimientos teóricos con habilidades prácticas y relevancia en el mundo real para una enseñanza integral. Los simuladores virtuales se presentan como una herramienta valiosa que mejora la comprensión de conceptos eléctricos y enriquece la experiencia de aprendizaje. Los resultados de la evaluación muestran una percepción mayoritariamente positiva por parte de los estudiantes, quienes consideran que los simuladores virtuales son efectivos para aprender sobre dispositivos y componentes eléctricos. Se resalta la necesidad de adaptar las prácticas educativas y mantenerse actualizado con los avances en tecnología eléctrica y estrategias educativas. En general, el uso de simuladores virtuales ha demostrado ser beneficioso para mejorar la enseñanza de la electricidad en la educación.

Palabras clave: Simuladores virtuales, Aprendizaje, Educación tecnológica, Componentes eléctricos.

ABSTRACT

The use of virtual simulators in electricity teaching in higher technological education in Ecuador. The importance of combining theoretical knowledge with practical skills and real-world relevance for comprehensive teaching is highlighted. Virtual simulators are a valuable tool that improve the understanding of electrical concepts and enrich the learning experience. The evaluation results show a mostly positive perception by students, who consider virtual simulators effective for learning about electrical devices and components. The need to adapt educational practices and keep up to date with advances in electrical technology and educational strategies is highlighted. In

general, using virtual simulators has proven beneficial in improving the teaching of electricity in education.

Keywords: Virtual simulators, learning, technology education, electrical components.

INTRODUCCIÓN

El uso de simuladores virtuales se ha convertido en una parte fundamental del proceso de enseñanza - aprendizaje actual, particularmente en el área técnica, debido al potencial para ayudar a los estudiantes en la realización de prácticas experimentales, más allá de sus prácticas de laboratorio en ambientes reales. Por otra parte, esta herramienta educativa ayuda al docente a fortalecer la didáctica pedagógica utilizada en las clases de educación Técnica Superior (Zhao, 2019). Actualmente, existen diversas comunidades de profesionales que han creado y compartido una gama de simuladores virtuales gratuitos que permiten complementar el aprendizaje, la enseñanza y la investigación para diferentes niveles como: jardín de infancia, secundaria, pregrado y posgrado (Dayagbil et al., 2021).

El aprendizaje basado en simulación ofrece un aprendizaje similar al de un entorno real para el desarrollo de prácticas, esto permite superar las limitaciones del aprendizaje en situaciones de la vida real y puede ser un enfoque eficaz para desarrollar habilidades complejas (Dayagbil et al., 2021). Mediante la simulación virtual se puede realizar, estudiar y analizar experimentos bajo diferentes condiciones y variables, para conocer los resultados de todos los escenarios de la práctica experimental (Ben Ouahi et al., 2021). Por otra parte, las simulaciones virtuales presentan modelos teóricos o simplificados de componentes del mundo real, fenómenos o procesos, que pueden incluir animaciones, visualizaciones, texto, imágenes, videoclips y experiencias de laboratorio interactivas (Zhao, 2019). Ofreciendo una gran variedad de oportunidades para el modelado de conceptualizaciones y procedimientos prácticos (Kabigting, 2021).

Las simulaciones proporcionan un puente entre el conocimiento previo de los estudiantes y el aprendizaje de nuevos conceptos, ayudando a los mismos a desarrollar la comprensión a través de una activa reformulación de sus conceptos erróneos (Campos et al., 2020). Además, las simulaciones por computadora pueden ser efectivas para desarrollar el conocimiento del contenido

y habilidades de proceso. La simulación proporciona mayor flexibilidad que los experimentos físicos, es un proceso de experimentación accesible y eficiente (Strapasson et al., 2022).

En la práctica, los simuladores virtuales proporcionan varios beneficios para lograr un aprendizaje significativo, abordando algunos de los problemas encontrados en laboratorios tradicionales que contribuye positivamente en el logro de los objetivos de aprendizaje, proporcionando oportunidades para aprender de los errores que cometen durante el desarrollo de la práctica, esto permite que el estudiante se sienta más seguro ya que no implica daños materiales y costos en los equipos utilizados en la práctica experimental. Aunque los softwares aplicados a la electricidad no pueden reemplazar laboratorios tradicionales, el uso de estos facilitan enormemente el proceso de aprendizaje de las áreas técnicas, debido a que, proporciona al aprendiz la oportunidad de experimentar todos los posibles escenarios desde uno ideal hasta uno en condiciones desfavorables (Zhao, 2019).

En comparación con el espacio limitado que ofrecen una estación de trabajo físicos (Zhao, 2019), los simuladores virtuales se pueden usar con tecnología de visualización como proyectores interactivos o pizarras inteligentes para una clase con todo incluido. Por esta razón, los simuladores virtuales son aún más apropiados, significativos y rentables para las Instituciones de Educación Superior (IES) en los países en desarrollo, donde las instalaciones físicas están mal equipadas o inexistentes. Si bien muchas instituciones secundarias y terciarias han establecido laboratorios físicos, el potencial de tales instalaciones no se ha alcanzado por completo por falta de equipos. Además, existen nuevos desafíos para la educación superior, donde varias IES en todo el mundo tienen la intención de mantener o expandir el uso de entornos digitales, mientras que otras pueden cambiar al aprendizaje híbrido (combinar actividades físicas con virtuales) (Strapasson et al., 2022). Por esta razón, cada vez más IES han comenzado a introducir diversas herramientas que permiten desarrollar simulaciones que les ayudan a satisfacer las diversas necesidades de los estudiantes, para complementar su aprendizaje. Por ejemplo, software tales como: LabVIEW, Factory IO, Tia portal, Home IO, Cadesimu, Dialux, entre otros, brindan numerosas herramientas para el aprendizaje, incluidos recursos web, videoconferencias, demostraciones animadas y

autoevaluaciones, diseñadas por los docentes que aplican estos simuladores virtuales que en su mayoría son empleados en el sector industrial (Abdur Rauf Magrabi, 2022).

Por ello, uno de los principales retos a los que se enfrenta la Educación Superior es la mejora de la calidad, la pertinencia de la enseñanza y el aprendizaje. Así mismo, los rápidos cambios en la revolución industrial 4.0 exigen un cambio en la educación, especialmente en la formación profesional se espera que los docentes de las IES traigan innovaciones basadas en tecnología para alcanzar el éxito en el aprendizaje de los estudiantes. Tomando en cuenta, que los laboratorios físicos son uno de los factores que apoyan el éxito de la clase, idealmente, las IES deben poseer instalaciones e infraestructura superiores a las del sector industrial, sin embargo, no es la realidad de todas.

No obstante, al cerrar la brecha entre el estado actual de los laboratorios en las IES y el estado futuro previsto de la educación que emplea un nivel significativamente mayor de recursos digitales, colocados en el desarrollo de entornos virtuales para la difusión de información (recopilación de datos, libros electrónicos, artículos, acceso a documentos en línea), medios interactivos como alternativas a las conferencias convencionales (audio, transmisión de video y grabación) y para los sustitutos virtuales de la educación especializada se usan requerimientos tales como herramientas de simulación y modelado 3D. Si bien se han logrado avances considerables en los tres frentes, hay un margen considerable para avanzar en el desarrollo de entornos virtuales para facilitar requisitos especializados como los que se encuentran en la educación técnica.

La capacidad de la tecnología para abordar la Educación Técnica en las IES y su ritmo actual de implementación muestran la eficacia del potencial de los simuladores virtuales, los cuales tienen un valor significativo en el campo de la educación.

En ese aspecto, en los últimos años la carrera de electricidad se ha sumado a la lista de los programas de estudio más demandados. Muchos estudiantes tienen problemas para comprender temas relacionados con esta área, debido a su complejidad, la necesidad del pensamiento abstracto y el hecho de que algunos conceptos no son del todo tangibles. Las deficiencias en los fundamentos impiden un mayor desarrollo y exploración de problemas más complicados.

En tal sentido, se analizarán los casos de éxito y experiencias negativas en los estudios previos realizados, con el objetivo de ayudar a determinar el uso adecuado de simuladores virtuales aplicados a la electricidad en el sistema de Educación Superior ecuatoriano como herramienta de enseñanza - aprendizaje, con el fin de fortalecer el proceso educativo.

1. Revisión de la literatura

Evolución de las herramientas tecnológicas utilizada en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la carrera de Electricidad

El panorama de la educación tecnológica superior ha experimentado una profunda transformación en las últimas décadas, impulsada en gran medida por los rápidos avances de la tecnología. La integración de herramientas tecnológicas se ha vuelto fundamental para la experiencia de aprendizaje, mejorando la calidad de la educación y preparando a los estudiantes para las demandas de la fuerza laboral moderna (Zhang et al., 2023).

La adopción temprana de herramientas tecnológicas en la educación tecnológica superior se remonta a la introducción de las computadoras en los entornos académicos. En las décadas de 1960 y 1970, las computadoras centrales proporcionaron a estudiantes e investigadores nuevas capacidades para el análisis de datos y tareas computacionales. Sin embargo, el acceso a estos recursos fue limitado y su uso se limitó principalmente a proyectos de investigación especializados (Zhang et al., 2023).

La década de 1980 marcó un importante punto de inflexión con la disponibilidad generalizada de computadoras personales. Estos dispositivos, aunque relativamente primitivos para los estándares actuales, democratizaron el acceso a la potencia informática. Tanto los estudiantes como los educadores comenzaron a utilizar computadoras personales para procesamiento de textos, análisis de datos y programación, ampliando el alcance de las herramientas tecnológicas en la educación.

La llegada de Internet en la década de 1990 revolucionó la educación tecnológica superior. La Red Informática Mundial abrió un vasto depósito de información y permitió la colaboración global. El correo electrónico y los foros en línea se convirtieron en parte integral de la comunicación entre

estudiantes e instructores. Además, surgieron las primeras formas de sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) en línea, que allanaron el camino para la transformación digital del contenido y la entrega educativos.

A principios de la década de 2000 se produjo el auge de las plataformas multimedia interactivas y de aprendizaje electrónico. Las instituciones educativas comenzaron a aprovechar los recursos multimedia, incluidos vídeos, animaciones y simulaciones, para mejorar la experiencia de aprendizaje. Las plataformas de aprendizaje electrónico permitieron a los estudiantes acceder a los materiales del curso, participar en debates y enviar tareas en línea, brindando mayor flexibilidad a los estudiantes.

Las herramientas tecnológicas también han transformado las experiencias de laboratorio. Los laboratorios y simulaciones digitales han ganado popularidad y ofrecen a los estudiantes oportunidades para realizar experimentos y adquirir habilidades prácticas en un entorno virtual (Abdur Rauf Magrabi, 2022). Estas herramientas son especialmente valiosas para disciplinas como la ingeniería, donde la experiencia práctica es crucial (Gong et al., 2022).

La era del Big Data ha marcado el comienzo de una nueva fase en las herramientas tecnológicas para la educación tecnológica superior. Las instituciones educativas recopilan y analizan grandes cantidades de datos para obtener información sobre el desempeño y la participación de los estudiantes (Gong et al., 2022). Las herramientas de análisis de aprendizaje ayudan a los instructores a identificar a los estudiantes en riesgo y adaptar las intervenciones para respaldar su éxito.

La realidad virtual y la realidad aumentada se han convertido en herramientas innovadoras para experiencias de aprendizaje inmersivas. La realidad virtual permite a los estudiantes explorar entornos y escenarios complejos, mientras que la realidad aumentada superpone información digital en el mundo físico. Estas tecnologías son particularmente valiosas para la capacitación técnica y la simulación.

Las tecnologías impulsadas por la inteligencia artificial (IA) se utilizan cada vez más para personalizar las experiencias de aprendizaje. Las plataformas de aprendizaje adaptativo utilizan

algoritmos de inteligencia artificial para evaluar el progreso individual de los estudiantes y ajustar el contenido en consecuencia. Los chatbots y los tutores virtuales brindan apoyo y orientación instantáneos a los estudiantes (Abdur Rauf Magrabi, 2022).

En la educación tecnológica superior el desarrollo de las herramientas tecnológicas se ha caracterizado por un recorrido desde su adopción temprana hasta su integración actual en todos los aspectos de la experiencia educativa. Estas herramientas han democratizado el acceso a la educación, ampliado el alcance del aprendizaje y mejorado la calidad de la instrucción (Abdur Rauf Magrabi, 2022). De cara al futuro, la evolución continua con la tecnología, incluidos los avances en IA, realidad virtual y realidad aumentada, promete transformar aún más la educación tecnológica superior, preparando a los estudiantes para los desafíos y oportunidades de la era digital. A medida que los educadores sigan aprovechando estas herramientas de manera eficaz, tendrán la clave para liberar todo el potencial de la próxima generación de tecnólogos e innovadores.

Simuladores virtuales y su aplicación en la Educación Tecnológica Superior en Electricidad

Los simuladores utilizados en la educación tecnológica superior, aplicados en el campo de la electricidad han experimentado una transformación significativa con la integración de simuladores virtuales en los planes de estudios de las diferentes asignaturas de la malla curricular. Estas herramientas han revolucionado la forma en que se enseñan y aprenden los conceptos del área eléctrica (Liu, 2021).

Los simuladores virtuales como el MULTISIM, VTPCE-PS (Plataforma de enseñanza virtual para experimentos integrales de sistemas de energía) y LVEE (Laboratorio Virtual de Experiencia en Electrónica), a menudo denominados software de simulación de circuitos electrónicos y eléctricos, han ganado importancia en los últimos años como material didáctico esencial en la carrera de electricidad. Estos paquetes de software replican el comportamiento de circuitos, componentes y sistemas eléctricos del mundo real en un entorno virtual (Yu et al., 2016). La tecnología de simulación ofrece una plataforma dinámica, interactiva y segura para que los estudiantes experimenten, analicen y solucionen problemas de circuitos eléctricos, cerrando la brecha entre la teoría y la práctica (Lin & Zhang, 2020).

Los simuladores virtuales brindan a los estudiantes una experiencia práctica en un entorno controlado (Liu, 2021). En este espacio los estudiantes pueden experimentar con diferentes configuraciones de circuitos, componentes y parámetros, lo que los lleva a una comprensión más profunda de los conceptos eléctricos. Por otra parte, es importante indicar que la seguridad al experimentar con circuitos eléctricos físicos puede plantear riesgos durante el desarrollo de las actividades prácticas (Lin & Zhang, 2020). En este aspecto los simuladores virtuales eliminan estos riesgos, al permitir a los estudiantes trabajar con circuitos virtuales.

Es importante indicar que los estudiantes pueden acceder a los simuladores virtuales en cualquier momento y en cualquier lugar, ya que solo requieren una computadora y un software. Esta accesibilidad promueve el aprendizaje autodirigido y la flexibilidad en los horarios de estudio. Volviéndolos rentables al reducir los costos asociados con equipos, mantenimiento y espacio, en comparación, al de tener que construir y mantener laboratorios físicos con componentes eléctricos reales (Simonova et al., 2021).

Estos simuladores permiten al estudiante visualizar circuitos y fenómenos eléctricos, lo que facilita a los estudiantes la comprensión de conceptos complejos y la observación del comportamiento de los circuitos del funcionamiento en tiempo real facilita el aprendizaje experiencial, de esta forma los estudiantes pueden reforzar sus conocimiento teóricos al explorar y experimentar con circuitos eléctricos en un entorno libre de riesgos y sin temor a equivocarse (Bompard et al., 2023).

Los simuladores permiten a los estudiantes analizar y diseñar una amplia gama de circuitos eléctricos, desde circuitos básicos hasta sistemas avanzados. Pueden experimentar con diferentes componentes, configuraciones y parámetros, perfeccionando sus habilidades de diseño de circuitos. En ellos los estudiantes pueden simular circuitos eléctricos y disminuir costos de implementación. Esto es importante porque permite corregir los diseños de circuitos a tiempo antes de su implementación, siendo esto un aspecto crítico de la ingeniería eléctrica (Sousa et al., 2021).

Por tanto, los simuladores virtuales se han convertido en herramientas indispensables en la educación tecnológica superior en electricidad. Porque, ayudan a mejorar la experiencia de aprendizaje, promueven la seguridad y brindan soluciones rentables para enseñar conceptos

complejos del área eléctrica. A medida que la tecnología siga avanzando, la capacidad de los simuladores virtuales se ampliará, lo que permitirá a los estudiantes explorar áreas emergentes de la ingeniería eléctrica. Al integrar estas herramientas en el plan de estudios, las instituciones educativas pueden preparar mejor a los estudiantes para los desafíos y oportunidades en el campo de la electricidad en constante evolución.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación del uso de simuladores virtuales en la enseñanza de electricidad en Educación Superior, se empleó una metodología cuantitativa para obtener datos numéricos que permitan realizar un análisis objetivo y estadísticamente significativo. La cuantificación de variables proporcionó una comprensión detallada de las diferencias y similitudes entre las mismas, contribuyendo así a una evaluación más precisa.

Para el estudio, se utilizó un diseño de investigación cuasiexperimental, donde los participantes se asignarán a grupos de manera no aleatoria, permitiendo así comparar el rendimiento y la percepción de los simuladores virtuales en el proceso de enseñanza-aprendizaje de electricidad en Educación Superior en estudiantes de tres diferentes Institutos Superiores Tecnológicos. Se aplicaron dos cuestionarios estructurados con preguntas específicas diseñadas para medir las variables claves, como la comprensión de conceptos eléctricos, la efectividad en la resolución de problemas, la satisfacción general del uso de simuladores virtuales aplicados a la electricidad y su percepción de los laboratorios físicos.

En los instrumentos se utilizaron la escala tipo Likert la cual fue fundamental en la recopilación de datos, ya que proporcionó una medida cuantificable de las respuestas de los participantes, permitiendo asignar valores numéricos a sus percepciones. Además, se realizó la prueba de confiabilidad de Alpha de Crombach con el fin de conocer el nivel de confianza del instrumento. De igual manera, se consideró la implementación de pruebas no paramétricas de dos muestras relacionadas, tomando para el estudio la Prueba de Kolmogorov-Smirnov con el fin de verificar la distribución normal de los datos obtenidos. Por otra parte, para validar la correlación entre las

variables aprendizaje, simuladores virtuales y laboratorios físicos se utilizó la correlación Rho de Spearman.

También se aplicó la prueba de wilcoxon la cual tiene como objetivo medir la diferencia entre las variables aprendizaje, simuladores virtuales y laboratorios físicos. Este enfoque riguroso permitirá identificar las fortalezas y debilidades de cada método, brindando información valiosa para la toma de decisiones en el ámbito educativo.

Por último, se aplicó la estadística descriptiva la cual permitirá obtener una comprensión más profunda de las variables en juego y contribuirá al avance del conocimiento en la efectividad de estos métodos de enseñanza en el contexto específico de la electricidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de confiabilidad alfa de Cronbach es una técnica estadística utilizada para evaluar la consistencia interna de un conjunto de ítems en una escala o prueba. La confiabilidad de 0.959 indica un alto nivel de consistencia interna en los datos. En el contexto de la confiabilidad de Cronbach, esta puntuación sugiere que los ítems o preguntas que conformen la medida están altamente correlacionados entre sí (Hernández & Mendoza, 2018).

Para este caso de estudio el número de muestras que se considero fue de 102 y al realizar el procesamiento de datos se obtuvo como resultados 102 casos válidos y 0 excluidos, lo que indica que no existieron errores en la aplicación del instrumento. Por otra parte, al aplicar el análisis de confiabilidad se obtuvo un coeficiente de 0.959 lo que indica una consistencia interna extremadamente fuerte, y los resultados de la escalada o prueba son muy confiables para medir el constructo en cuestión. Esto es particularmente importante en la investigación y la evaluación, ya que sugiere que la escala proporciona mediciones consistentes y precisas de la variable que se está evaluando (Tuapanta et al., 2017).

Tabla 1. Alpha de Crombach Instrumento 1

Alfa de Crombach	N de elementos
0,959	15

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra

La prueba de Kolmogorov-Smirnov (KS) se aplica para realizar una prueba no paramétrica en una muestra dada, esto se utiliza para evaluar si una muestra proviene de una distribución específica. Para esto se consideran los siguientes parámetros: la hipótesis nula (h_0) es la muestra que sigue la distribución teórica especificada, la hipótesis alternativa (h_1) es la muestra que no sigue la distribución especificada (Hernández & Mendoza, 2018). Los resultados de ambas pruebas de normalidad, permiten concluir la significancia bilateral es de 0,000 es decir, menor a 0,05 lo que evidencia que los datos de ambos grupos aprendizaje usando simuladores y aprendizaje en laboratorio físico no siguen una distribución normal, lo que sugiere la necesidad de aplicar prueba estadística de Rho Spearman, como se puede ver en la tabla 2.

Tabla 2. Prueba de normalidad

	Kolmogorov-Smirnova			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Aprendizaje usando simuladores	0,164	101	0,000	0,904	101	0,000
Aprendizaje en Laboratorio Físico	0,181	101	0,000	0,863	101	000,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

Correlaciones

En estadística, la correlación de Spearman, también conocida como correlación de rangos de Spearman, es una medida de la correlación entre dos variables aleatorias. Es una medida no paramétrica, lo que significa que no requiere que los datos sigan una distribución normal (Hernández & Mendoza, 2018). La tabla 3 muestra que el coeficiente de correlación de Spearman es positivo y significativo, lo que permite concluir que hay una asociación estadísticamente significativa y positiva entre el aprendizaje utilizando simuladores y el aprendizaje en laboratorio físico. En otras palabras, los estudiantes que tienen un buen desempeño en un entorno de aprendizaje también pueden llegar a tener un buen desempeño en el otro entorno. No obstante, considerando el tamaño de la muestra ($N = 101$) que es relativamente grande, la generalización de resultados es confiable, esto significa que habrá aprendizaje ante el uso tanto de los simuladores

como de los laboratorios físicos. Ahora bien, al analizar la correlación significativa a un nivel del 0.01 sugiere una relación robusta entre las dos variables, y la probabilidad de que esta correlación sea aleatoria es muy baja, esto respalda la idea que el desempeño en uno de estos entornos está asociado con el desempeño en el otro, lo que sugiere que si se emplean ambos se logrará un mayor aprendizaje.

Tabla 3. Correlaciones

				Aprendizaje usando simuladores	Aprendizaje en Laboratorio Físico
Rho de Spearman	Aprendizaje usando simuladores	Coefficiente de correlación		1,000	0,522**
		Sig. (bilateral)		-	0,000
		N		101	101
	Aprendizaje en Laboratorio Físico	Coefficiente de correlación		0,522**	1,000
		Sig. (bilateral)		0,000	-
		N		101	101

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Aprendizaje obtenido usando simuladores y el aprendizaje obtenido en el laboratorio físico

Al analizar el aprendizaje obtenido usando simuladores y el aprendizaje obtenido en el laboratorio físico se pudo evidenciar que el diagrama de caja y bigotes muestra que los estudiantes que aprenden usando simuladores tienen un rendimiento ligeramente mejor que los estudiantes que aprenden en laboratorio físico.

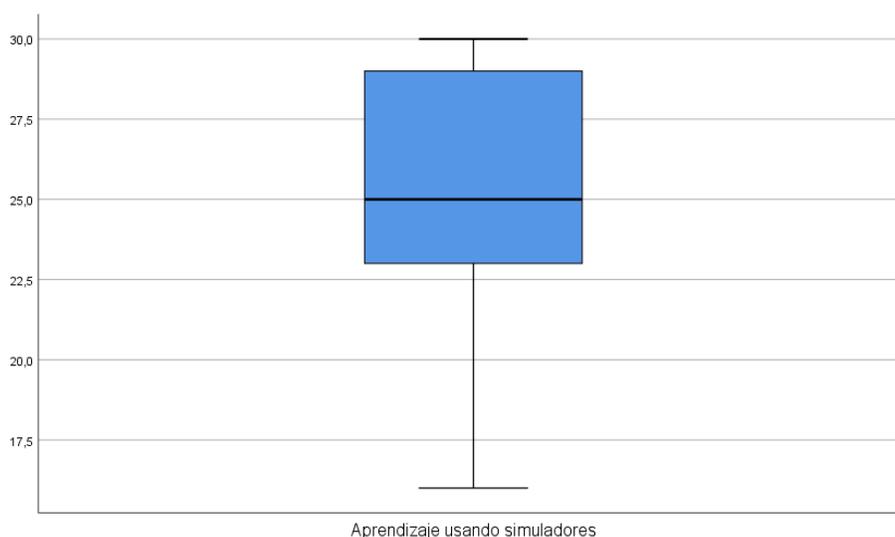


Figura 1. Aprendizaje usando simuladores

Al ejecutar el análisis de la prueba no paramétrica de dos muestras relacionadas, en rangos se obtuvieron los siguientes datos como se muestra en la tabla 4. Luego de aplicar la prueba de Wilcoxon demuestran las diferencias significativas existentes entre las variables aprendizaje en laboratorio físico y el aprendizaje usando simuladores, en base a la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. La estadística de prueba Z negativa y el valor $p = ,003$ bajo respaldan la conclusión de que hay una diferencia significativa, lo que permite demostrar que existe mayor aprendizaje ante el uso de simuladores respecto a los laboratorios físicos.

Tabla 6. Estadísticos de prueba

	Aprendizaje en Laboratorio Físico - Aprendizaje usando simuladores
Z	-2,959b
Sig. asintótica(bilateral)	0,003

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Discusión

La tendencia general es que el uso de simuladores virtuales es bien recibido por los estudiantes y contribuye positivamente a su experiencia de aprendizaje en electricidad. Los estudiantes del Instituto 1 tienden a tener las percepciones más positivas en todos los aspectos evaluados. El Instituto 2, muestra una percepción positiva, tiende a tener porcentajes menores en comparación con los otros institutos en la mayoría de los aspectos. El Instituto 3 presenta percepciones positivas, aunque con porcentajes variables en diferentes aspectos.

En conclusión, el análisis revela que el uso de simuladores virtuales es percibido como beneficioso para el aprendizaje en electricidad en instituciones de Educación Superior, siendo crucial considerar estas percepciones para mejorar y adaptar las prácticas educativas.

La educación tecnológica superior juega un papel fundamental en la preparación de los estudiantes para carreras en campos como la ingeniería eléctrica, la electrónica y disciplinas relacionadas. Para enseñar en la carrera de electricidad de forma eficaz en la educación tecnológica superior, los educadores deben combinar una comprensión profunda del contexto real, de este modo cuando se complementa la teoría con la experiencia práctica, se fomenta el entendimiento de los principios eléctricos. De manera que, en la búsqueda de mejorar la praxis docente en la enseñanza de la

electricidad se consideró el estudio de los simuladores que de acuerdo con Liu (2021) se ha constituido en una herramienta innovadora para la enseñanza del área.

En otro orden de ideas y de acuerdo con los resultados obtenidos, se pudo determinar la existencia de un coeficiente de correlación de Spearman positivo y significativo, lo que permite concluir que hay una asociación estadísticamente significativa y positiva entre el aprendizaje utilizando simuladores y el aprendizaje en laboratorio físico. En otras palabras, los estudiantes que tienen un buen desempeño en un entorno de aprendizaje también pueden llegar a tener un buen desempeño en el otro entorno. En ese sentido, Mohammed (2020) manifestó que la tecnología y las metodologías de enseñanza están en continua evolución. Por ello, los instructores deben mantenerse actualizados con los avances en tecnología eléctrica y estrategias educativas. De igual forma, Zhang et al. (2023); Haleem et al. (2022) manifestaron que a raíz de las transformaciones en el campo de la educación tecnológica superior, se ha hecho necesario el uso de la tecnología, como una manera de mejorar la calidad educativa.

En lo que respecta a las simulaciones Abdur (2022) expresó que se ha evidenciado transformación en el uso de laboratorios a partir de su uso, lo que beneficia a los estudiantes al ofrecerle oportunidades para experimentar en entornos virtuales demostrando de esa manera las competencias que han adquirido. De manera, que se puede afirmar que los resultados obtenidos son cónsonos con la realidad que se experimenta en algunos Institutos Tecnológicos Superiores que han optado por adentrarse al uso de los simuladores, fortaleciendo de esa manera el proceso de aprendizaje de los estudiantes, especialmente del área de electricidad.

Ahora bien, al analizar la correlación significativa a un nivel del 0.01 sugiere una relación robusta entre las dos variables, y la probabilidad de que esta correlación sea aleatoria es muy baja, esto respalda la idea que el desempeño en uno de estos entornos está asociado con el desempeño en el otro, lo que sugiere que si se emplean ambos se logrará un mayor aprendizaje. Al respecto Yu et al. (2016) manifestaron que los paquetes de software de simulación de circuitos eléctricos han ido cobrando importancia durante los últimos años, hasta el punto que se consideran un material didáctico necesario.

Por su parte Simonova et al. (2021) resaltó la utilidad de los simuladores virtuales y destacó que además que son de fácil acceso, promueven el aprendizaje. Así mismo Liu (2021); Gong et al. (2022) afirmaron que estos ofrecen experiencias de aprendizaje exitosas además que le garantizan seguridad. En el mismo orden de ideas Bompard et al. (2023) también señaló que partir del uso de estos se facilita la adquisición del conocimiento a los estudiantes.

Al analizar el aprendizaje obtenido usando simuladores y el aprendizaje obtenido en el laboratorio físico se pudo evidenciar que el diagrama de caja y bigotes muestra que los estudiantes que aprenden usando simuladores tienen un rendimiento ligeramente mejor que los estudiantes que aprenden en laboratorio físico. Lo que representa una invitación a los docentes de esta área a desarrollar este tipo de prácticas que además fortalecen la adquisición de competencias que les permitirán resolver situaciones eléctricas (Sousa et al., 2021). También es un llamado a motivar a los estudiantes a participar de este tipo de experiencias (Mendoza Diaz & Sotomayor, 2023).

A modo de reflexión es importante destacar que la enseñanza de la carrera electricidad en la educación tecnológica superior exige un enfoque integral que combine conocimientos teóricos con habilidades prácticas y relevantes en el mundo real. Al adoptar los fundamentos descritos anteriormente, los instructores pueden dotar a los estudiantes de una base sólida en el área eléctrica y capacitarlos para sobresalir en sus futuras carreras. En última instancia, la enseñanza eficaz en este campo no sólo imparte conocimientos, sino que también fomenta la resolución de problemas.

CONCLUSIONES

En este estudio se analizó la percepción de los estudiantes de Institutos Tecnológicos Superiores sobre el uso de simuladores virtuales en la enseñanza de la electricidad. Los resultados mostraron que en general, los estudiantes tienen una percepción mayoritariamente positiva hacia el uso de simuladores virtuales. Para la mejora en la comprensión de conceptos eléctricos, se encontró que el Instituto 1 lidera con un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje menor en este aspecto. En relación con el enriquecimiento de la experiencia de aprendizaje, nuevamente el Instituto 1 obtuvo un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje más bajo en este aspecto.

Por otra parte, la valoración de los simuladores como herramienta valiosa, el Instituto 1 destacó con un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje menor en este aspecto. De igual manera, la efectividad para aprender sobre dispositivos y componentes eléctricos, el Instituto 1 lideró con un alto porcentaje de respuestas "Totalmente de Acuerdo", seguido por el Instituto 3. El Instituto 2 mostró un porcentaje más bajo en este aspecto.

En general, se puede concluir que el uso de simuladores virtuales es percibido como beneficio para el aprendizaje en electricidad en instituciones de Educación Superior. Los estudiantes del Instituto 1 tienden a tener las percepciones más positivas en todos los aspectos evaluados. El Instituto 2, mientras muestra una percepción positiva, tiende a tener porcentajes menores en comparación con los otros institutos en la mayoría de los aspectos. El Instituto 3 presenta percepciones positivas, aunque con porcentajes variables en diferentes aspectos. Además, estos resultados sugieren que el uso de simuladores virtuales puede mejorar la comprensión de conceptos eléctricos, enriquecer la experiencia de aprendizaje y ser percibido como una herramienta valiosa en la enseñanza de la electricidad. Así como, los simuladores virtuales pueden ser efectivos para aprender sobre dispositivos y componentes eléctricos.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que este estudio se basó en la percepción de los estudiantes y no se evaluó directamente el impacto de los simuladores virtuales en el rendimiento académico. Por lo tanto, se recomienda realizar estudios adicionales que incluyan medidas objetivas del aprendizaje y el rendimiento académico.

REFERENCIAS

- Abdur Rauf Magrabi, S. (2022). Technology Enabled Active Learning in Electrical Engineering. In *Active Learning - Theory and Practice*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.95930>
- Ben Ouahi, M., Ait Hou, M., Bliya, A., Hassouni, T., & Al Ibrahmi, E. M. (2021). The Effect of Using Computer Simulation on Students' Performance in Teaching and Learning Physics: Are There Any Gender and Area Gaps? *Education Research International*, 2021, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2021/6646017>

- Bompard, E., Estebarsari, A., Mazza, A., Pons, E., & Solida, L. (2023). Innovative Higher Education Approaches for Power System Courses. *Education Sciences*, 13(1), 92. <https://doi.org/10.3390/educsci13010092>
- Campos, N., Nogal, M., Caliz, C., & Juan, A. A. (2020). Simulation-based education involving online and on-campus models in different European universities. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s41239-020-0181-y>
- Dayagbil, F. T., Palompon, D. R., Garcia, L. L., & Olvido, M. M. J. (2021). Teaching and Learning Continuity Amid and Beyond the Pandemic. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.678692>
- Gong, W., Deng, F., Wang, X., & Chen, F. (2022). Discussion on the Reconstruction of Electrical Engineering Undergraduate Teaching Scheme Facing the New Generation Power System. *Frontiers in Energy Research*, 10. <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.880444>
- Haleem, A., Javaid, M., Qadri, M. A., & Suman, R. (2022). Understanding the role of digital technologies in education: A review. *Sustainable Operations and Computers*, 3, 275–285. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2022.05.004>
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (M. G. H. Education (ed.)).
- Kabigting, L. D. C. (2021). Computer Simulation on Teaching and Learning of Selected Topics in Physics. *European Journal of Interactive Multimedia and Education*, 2(2), e02108. <https://doi.org/10.30935/ejimed/10909>
- Lin, J., & Zhang, Y. (2020). Research on the Application of Virtual Simulation Technology and Vocational Education Teaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1544(1), 012089. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1544/1/012089>
- Liu, J. (2021). Application Analysis of Virtual Simulation Training Platform in Practical Teaching. *Journal of Physics: Conference Series*, 1961(1), 012035. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1961/1/012035>
- Mendoza Diaz, N. V., & Sotomayor, T. (2023). Effective teaching in computational thinking: A bias-free alternative to the exclusive use of students' evaluations of teaching (SETs). *Heliyon*, 9(8), e18997. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18997>
- Mohammed, C. (2020). Teaching Electricity Between Pedagogy and Technology (pp. 304–314). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-1492-4.ch015>
- Simonova, O., Barashyan, V., Gampartsumov, A., & Khlebnikova, M. (2021). The application of reality simulators for improving the education quality at universities. *E3S Web of Conferences*, 273, 12081. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127312081>
- Sousa, R., Campanari, R., & Rodrigues, A. (2021). Virtual reality as a tool for basic and vocational education. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223–241. <https://doi.org/https://doi.org/10.21830/19006586.728>

- Strapasson, A., Ferreira, M., Cruz-Cano, D., Woods, J., do Nascimento Maia Soares, M. P., & da Silva Filho, O. L. (2022). The use of system dynamics for energy and environmental education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 5. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00309-3>
- Tuapanta, J., Duque, M., & Mena, A. (2017). ALFA DE CRONBACH para validar un cuestionario de uso de tic en docentes universitarios. *Revista MktDescubre*, 10, 37–48.
- Yu, P., Li, C., & Du, X. (2016). Application Study on the Virtual Reality Teaching Method of Electrical and Electronic Courses. *DEStech Transactions on Environment, Energy and Earth Science*, peee. <https://doi.org/10.12783/dteees/peee2016/3852>
- Zhang, D., Rong, C., Goh, H. H., Liu, H., Li, X., Zhu, H., & Wu, T. (2023). Reform of Electrical Engineering Undergraduate Teaching and the Curriculum System in the Context of the Energy Internet. *Sustainability*, 15(6), 5280. <https://doi.org/10.3390/su15065280>
- Zhao, Y. (2019). Construction of Virtual Simulation Laboratory in Higher Vocational Colleges (pp. 645–651). https://doi.org/10.1007/978-3-030-15740-1_86