

## La simulación como método para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos

### Simulation as a method to improve the teaching-learning process of electrical circuits

Maykop Pérez Martínez<sup>1</sup>. Josnier Ramos Guardarrama.<sup>2</sup> José A. Rodríguez Valdés.<sup>3</sup> Janette Santos Baranda<sup>4</sup>. Zeidy Sandra López Collazo<sup>5</sup>

<sup>1-2</sup> Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE. Cuba.

<sup>1</sup>Correo electrónico: maykop@electronica.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3073-1675>

<sup>2</sup>Correo electrónico: josnier@electronica.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8796-8481>

<sup>3</sup>Estudiante de 2do año de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería Eléctrica Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE. Cuba.

Correo electrónico: joseantro@electronica.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3890-0613>

<sup>4-5</sup>Centro de Referencia para la Educación de Avanzada (CREA), Universidad Tecnológica La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE. Cuba.

<sup>4</sup>Correo electrónico: jsantos@tesla.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0225-5926>

<sup>5</sup>Correo electrónico: zlopez@crea.cujae.edu.cu

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6570-2239>

Recibido: 25 de noviembre de 2021

Aceptado: 25 de febrero de 2022

---

### Resumen

En la actualidad la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE realiza un proceso de perfeccionamiento curricular con la implementación del plan de estudios E, en el que la esencialidad de los contenidos es una de las premisas fundamentales para reducir el tiempo de formación y lograr mayores niveles de independencia y protagonismo del estudiante

En este nuevo escenario las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) desempeñan un papel importante al posibilitar un aprendizaje personalizado, colaborativo y autorregulado en los estudiantes. El objetivo del artículo es proponerla simulación como método para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos mediante la utilización de una aplicación de interfaz gráfica derivada del Scilab como Tecnología para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y para el Empoderamiento y la Participación (TEP). El estudio se basó en una metodología descriptiva en la que se utilizaron los métodos analítico-sintético e inductivo-deductivo y como métodos empíricos se empleó la encuesta. Para el procesamiento y análisis de la información recopilada se utilizó como método estadístico el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas. La investigación se desarrolló en la carrera de Ingeniería Eléctrica con una muestra de 50 estudiantes de segundo año. Los resultados que se obtienen corroboran la importancia de utilizar el método propuesto mediante la utilización de una aplicación de interfaz gráfica derivada del Scilab para la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras clave: simulación, TIC, TAC, TEP, proceso de enseñanza-aprendizaje, circuitos eléctricos, Scilab, aplicación de interfaz gráfica.

Abstract: At present, the Electrical Engineering career at the José Antonio Echeverría Technological University of Havana, CUJAE, carries out a process of curricular improvement with the implementation of the E study plan, in which the essentiality of the contents is one of the fundamental premises for reduce training time and achieve higher levels of independence and protagonism of the student. In this new scenario, Information and Communication Technologies (ICT) play an important role by enabling personalized, collaborative and self-regulated learning in students. The objective of the article is to propose simulation as a method to improve the teaching-learning process of electrical circuits through the use of a graphical interface application derived from Scilab as a Learning and Knowledge Technologies (LKT) and for Empowerment and Participation (TEP). The study was based on a descriptive methodology in which the analytical-synthetic and inductive-deductive methods were used and the survey was

## La simulación como método para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos

---

used as empirical methods. For the processing and analysis of the collected information, the calculation of absolute and relative frequencies was used as a statistical method. The research was developed in the Electrical Engineering career with a sample of 50 2<sup>nd</sup> year students. The results obtained corroborate the importance of using the proposed method through the use of a graphical interface application derived from Scilab for the improvement of the teaching-learning process.

Keywords: simulation, ICT, LKT, TEP, teaching-learning process, electrical circuits, Scilab, graphical interface application.

Licencia Creative Commons



## Introducción

A partir del año 2018 se implementa en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de la Habana José Antonio Echeverría, CUJAE, el plan de estudios E como resultado del proceso de perfeccionamiento curricular que se realiza en la Educación Superior cubana. Este perfeccionamiento concibe entre sus bases conceptuales la necesidad de lograr un mayor nivel de esencialidad de los contenidos en las disciplinas para garantizar una formación integral de los estudiantes y una aplicación de los conocimientos en la resolución de problemas.

Este nuevo plan de estudios promueve el protagonismo del estudiante en los diversos escenarios educativos mediante el vínculo de la universidad con el mundo laboral [1-4].

Una de las premisas orientadas por el Ministerio de Educación Superior para elaborar estos planes y llevar a cabo el perfeccionamiento, especifica la importancia de: "Lograr transformaciones cualitativas en el proceso de formación como consecuencia de un amplio y generalizado empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC)" [5]. La integración de estas tecnologías debe concebirse no solo para facilitar la información y la comunicación, sino para favorecer el aprendizaje, el conocimiento, el empoderamiento y la participación (TIC – TAC - TEP). Ellas son importantes para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje al posibilitar en los estudiantes un aprendizaje personalizado, autorregulado y colaborativo [6, 7].

Para lograr este objetivo en la enseñanza universitaria es necesario emplear software libres profesionales, los cuales favorecen la realización de ejercicios teóricos-prácticos-experimentales para la formación y desarrollo de las habilidades profesionales. Esto posibilita una mejor preparación de los estudiantes con el propósito de lograr profesionales capaces de dar respuesta a los diversos problemas y situaciones relacionadas con la profesión.

La incorporación e integración de las TIC en el ámbito de la educación ha evolucionado a lo largo de los últimos años, pues su empleo ha pasado de ser una posibilidad para establecerse como un medio didáctico necesario en el mejoramiento de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto para los profesores como para los estudiantes [8].

Cabe señalar que la integración de las TIC en los procesos pedagógicos ayuda a reforzar, profundizar y socializar conocimientos, a partir del rol del estudiante como un constructor de saberes y no como un receptor; y del rol del profesor como un orientador y guía mediante la interactividad [9].

Es importante destacar que, en esta relación lo relevante es siempre lo educativo, no lo tecnológico [10]. Las TIC no transforman por sí solas el aprendizaje ni generan automáticamente la innovación educativa. Es el método o estrategia didáctica utilizada para su integración, junto a las actividades planificadas y el resto de los componentes didácticos, los que favorecen el aprendizaje en el estudiante.

En consecuencia, con lo anteriormente planteado se afirma que frente al uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aparece el concepto de las Tecnologías para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y las Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación (TEP) con el objetivo de utilizarlas de manera formativa [11].

Al integrar las tecnologías concibiéndolas como TAC en el proceso de enseñanza-aprendizaje se reorienta el empleo de las TIC y se promueve la apropiación de conocimientos, habilidades y valores como resultado del aprendizaje. Por otro lado, desde la visión de las TEP, estas facilitan la colaboración en el marco de la interacción entre los sujetos actuantes del proceso de enseñanza-aprendizaje, estudiante, grupo y profesor. Se promueve la discusión, reflexión, intercambio y construcción del saber individual y colectivo mediante las actividades que se realizan, así como los métodos y medios utilizados en correspondencia con las metas que se deben lograr.

Por tales razones es necesario que el profesor aplique métodos de enseñanza-aprendizaje apoyados con las TIC – TAC – TEP para lograr un aprendizaje desarrollado en correspondencia con las exigencias sociales relacionadas con la formación profesional. Precisamente uno de esos métodos es la simulación.

“La simulación es un método de enseñanza que se propone acercar a los alumnos a situaciones y elementos similares a la realidad, pero en forma artificial, a fin de entrenarlos en habilidades prácticas y operativas cuando las encaran en el mundo real” [12].

Por otro lado, de acuerdo con las referencias [13-16] a efectos prácticos, la simulación puede definirse como un método de instrucción experiencial que los profesores utilizan para imitar o replicar escenarios reales, problemas, procedimientos o habilidades para conseguir el resultado educativo deseado. El objetivo es que los estudiantes experimenten la situación desde una perspectiva realista, para aplicar o practicar nuevas habilidades y conocimientos, pensar críticamente y obtener significado del escenario simulado.

Aunque la simulación se utiliza desde hace años, la evolución de las TIC favorecen su aplicación como de método de enseñanza-aprendizaje teniendo en cuenta las potencialidades que brindan los software libres.

Por todo lo anteriormente expuesto el objetivo del presente artículo de investigación es proponer la simulación como método para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos mediante la utilización de una aplicación de interfaz gráfica derivada del Scilab como Tecnología para el Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y para el Empoderamiento y la Participación (TEP), teniendo en cuenta las actuales transformaciones curriculares.

## Materiales y Métodos

En correspondencia con el objetivo declarado fue necesario analizar los estudios teóricos existentes en torno al desarrollo y evolución de las TIC – TAC – TEP, el empleo de la simulación como método de enseñanza-aprendizaje y la utilización de software libres profesionales.

El estudio se basó en una metodología descriptiva en la que se utilizaron los métodos del nivel teórico-analítico-sintético e inductivo-deductivo para examinar las posiciones teóricas existentes en cuanto a la utilización de la simulación y el empleo de las TIC – TAC – TEP en el proceso de enseñanza-aprendizaje y sus posibles aplicaciones en las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

Como método del nivel empírico fue aplicada la entrevista estructurada para conocer las opiniones de los estudiantes acerca de la utilidad de la aplicación de interfaz gráfica derivada del Scilab para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos.

La población estuvo compuesta por 50 estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, en el período 2020 -2021.

Como método estadístico se utilizó el cálculo de las frecuencias absolutas y relativas para el procesamiento y análisis de la información obtenida en las entrevistas realizadas.

## Resultados

De acuerdo con los estudios desarrollados [6] Scilab es un software libre que permite visualizar, construir y realizar simulaciones interactivas de circuitos eléctricos mediante una interfaz gráfica. De esta forma es posible aprender cómo funcionan los circuitos eléctricos, cuáles son los parámetros a tener en cuenta para el diseño de un determinado circuito de control y cómo afectan los cambios en los diferentes elementos. Todo esto ayuda a mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje contrastando los conocimientos teóricos estudiados con los prácticos mediante el método de la simulación.

Para desarrollar la aplicación de interfaz gráfica derivada del Scilab se analizaron los objetivos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y se realizaron diferentes actividades metodológicas en la disciplina con el objetivo de identificar cuáles son los aspectos más importantes que deben mejorarse con vistas a implementar el enfoque del aprendizaje basado en problemas mediante el método de la simulación.

De estos análisis, se determinó que el tema para implementar la aplicación son las técnicas circuitales en amplificadores operacionales, para lo cual se determinaron las configuraciones más actualizadas a la hora de diseñar circuitos eléctricos con la utilización de estos.

Es importante destacar que a través de la simulación el estudiante forma y desarrolla habilidades para la solución de problemas profesionales mediante el ensayo-error, aprende de manera sistemática, aplica sus conocimientos en actividades prácticas, además de que puede retroalimentarse para mejorar su aprendizaje y así disminuir de manera significativa los errores.

En ese sentido, la aplicación de interfaz gráfica derivada del Scilab quedó conformada en una primera versión con cuatro configuraciones de amplificadores operacionales, el

Estas clases fueron:

amplificador inversor, no inversor, sumador y diferencial; a partir de la cual se realizaron tres tipos de clases.

- Clase # 1: Conferencia aplicando el método de aprendizaje basado en problemas.

En esta clase el estudiante debe analizar las propiedades del amplificador operacional ideal, a partir de la aplicación desarrollada. Esto le permite apropiarse de una manera interactiva de los conocimientos y habilidades necesarias para aplicarlas a la resolución de casos reales, como por ejemplo fabricar una fuente de corriente controlada por tensión o por corriente.

- Clase # 2: Clase práctica.

En esta clase el estudiante a partir del diseño de amplificadores operacionales conocidos debe desarrollar habilidades teórico-prácticas, como por ejemplo obtener de forma analítica la forma de onda de la tensión de salida del amplificador para su posterior verificación en la herramienta propuesta, lo cual posibilita desarrollar valores profesionales.

- Clase # 3: Laboratorio virtual.

Por último, una vez que el estudiante se ha familiarizado con el empleo de la herramienta propuesta y se ha apropiado de los conocimientos y habilidades relacionadas con el funcionamiento de los amplificadores operacionales debe diseñar con la herramienta las fuentes de tensión controlada por tensión o por corriente y valorar los resultados que obtiene.

Un aspecto importante a considerar después que el estudiante ha transitado por estos tres tipos de clases, es que el software libre Scilab y la aplicación de interfaz gráfica derivada de él, le permita al estudiante programar sus propios diseños de circuitos analógicos mediante el empleo de amplificadores operacionales.

En la figura 1 se muestra a modo de ejemplo la interfaz gráfica para el usuario creada en el software Scilab para el amplificador diferencial, en la cual el estudiante a partir de la selección de las variables de entradas podrá obtener el comportamiento de la variable de salida y determinar si este es el diseño correcto para la implementación física del caso de estudio.

La simulación como método para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos

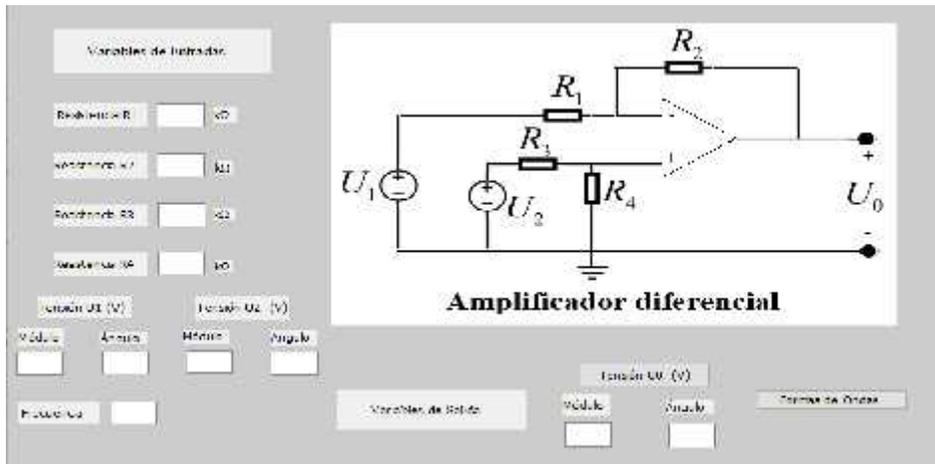


Figura 1. Interfaz gráfica para el usuario del amplificador operacional diferencial.

Fuente: Elaboración propia

Por ejemplo, se pretende obtener el diseño de un amplificador operacional diferencial que a la salida entregue una tensión de 1 V a partir de la correcta selección de las variables de entrada.

En la figura 2 se muestra la interfaz gráfica con los parámetros de entrada que se muestran en la tabla 1 y en la figura 3; y se muestran las señales de las tensiones de entrada y de salida, constatándose que tiene valor de 1 V, por lo que se asegura con la aplicación de la herramienta que esos son los parámetros óptimos para obtener el diseño del amplificador operacional deseado.

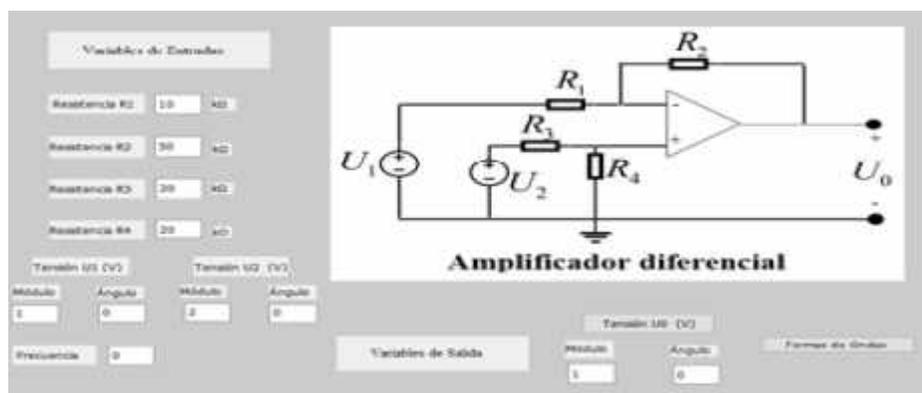


Figura 2. Interfaz gráfica con los parámetros de entrada del amplificador operacional diferencial. Fuente: Elaboración propia

Tabla 1. Valores de los parámetros de entrada.

Parámetro	Valor	Unidad
Resistencia de entrada $R_1$	10	k
Resistencia de retroalimentación $R_2$	50	k
Resistencia de entrada $R_3$	20	k
Resistencia de entrada $R_4$	20	k
Tensión de entrada $U_1$	1	V
Tensión de entrada $U_2$	2	V

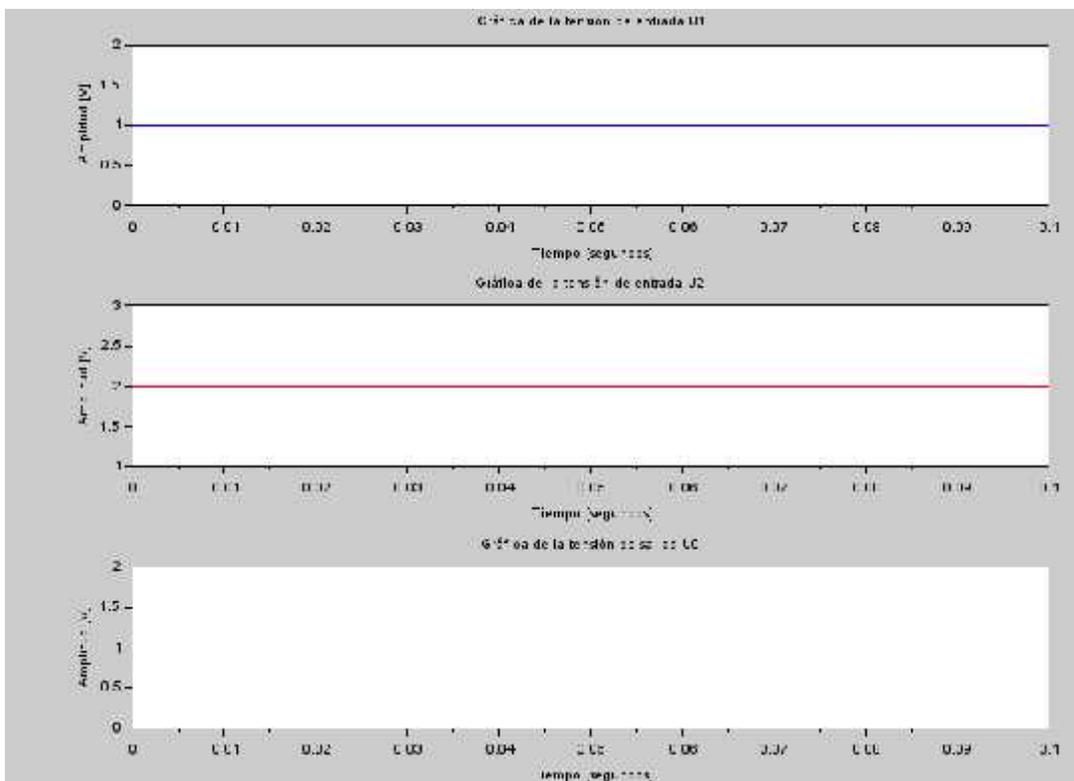


Figura 3. Formas de onda resultante de las tensiones de entrada y la tensión de salida del diseño del amplificador operacional diferencial. Fuente: Elaboración propia

Entre las utilidades didácticas que brinda la aplicación derivada del Scilab desde la concepción de las TAC y el método de la simulación se encuentran:

- Realizar prácticas interactivas con el diseño de los amplificadores operacionales, a partir de las técnicas circuitales estudiadas sin tener que invertir en materiales para prácticas.
- Posibilidad de obtener las mediciones en estado estacionario del cálculo de las variables eléctricas involucradas en el diseño del amplificador.
- Forzar los circuitos en las simulaciones sin miedo a romper materiales.
- Experimentar con mayor libertad los niveles altos de tensión.
- Con el implemento de las TAC se potencia las nuevas posibilidades que ofrece la educación a distancia.
- Se sientan las bases para que el estudiante desarrolle sus propios diseños de amplificadores operacionales.

Por otra parte, el alcance de la aplicación desde la concepción de las TEP permitió desarrollar estrategias tales como:

- Comunicación en tiempo real entre los estudiantes y profesores respecto al análisis de diseño del amplificador operacional en estudio, utilizando las prestaciones de Telegram.
- Coordinar, almacenar, comunicar, planificar y trabajar colaborativamente en los análisis de los amplificadores utilizando la plataforma de teleformación Moodle.
- Crear videos y socializarlos por las diferentes redes sociales, como WhatsApp y Telegram.

### Discusión de resultados

El formulario que sirvió de guía para la realización de la entrevista fue estructurado de la forma siguiente:

Pregunta No. 1. A su criterio, ¿considera que las actividades propuestas a partir de la simulación le ayudaron a reforzar los contenidos teóricos-prácticos, así como el desarrollo de habilidades?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la Pregunta No 1.

	Frecuencia	%
Sí	45	90
No	3	6
En alguna medida	2	4
Total	50	100

Análisis e interpretación: Se observa que el 90% de los estudiantes entrevistados consideran que la aplicación de interfaz gráfica desarrollada a partir de las prestaciones del software libre Scilab los ayudó a comprender los contenidos teóricos impartido en las conferencias y a desarrollar habilidades prácticas. Por otra parte solo el 4% y el 6% plantean que las actividades los ayudó en alguna medida y que no los ayudó respectivamente fundamentando principalmente que es por la falta de destreza a la hora de realizar las simulaciones, aspecto que se debe estudiar en investigaciones futuras para corregirlo. De estos resultados puede inferirse que la aplicación desarrollada ayudó en gran medida al mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.

Pregunta No. 2. A su criterio, ¿la utilización de la aplicación mejoró el interés por la carrera?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la Pregunta No 2.

	Frecuencia	%
Sí	46	92
No	0	-
En alguna medida	4	8
Total	50	100

Análisis e interpretación: El 92 % de los estudiantes plantean que la utilización de la herramienta los ayudó a mejorar el interés y motivación por la carrera, pues además de los conocimientos teórico-prácticos adquiridos con la aplicación, estos también son aplicados a casos de estudios reales de la profesión como por ejemplo el diseño de

circuitos eléctricos analógicos con el empleo de amplificadores operacionales y los ha ayudado a la interpretación de los resultado a partir de la simulación.

Pregunta No. 3. A su criterio, ¿la realización de las actividades a partir de la utilización de la aplicación lo ayudó a intercambiar conocimientos y habilidades con sus compañeros?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la Pregunta No 3.

	Frecuencia	%
Sí	50	100
No	0	-
En alguna medida	0	-
Total	50	100

Análisis e interpretación: El 100 % de los estudiantes enfatizan que la formación de equipos para realizar las actividades con la aplicación propuesta, los ayudó a intercambiar información en cuanto a la utilización y a la implementación de los modelos de amplificadores operacionales propuestos, así como el estudio de otros diseños de amplificadores para comprender su funcionamiento. Este resultado evidencia que la formación de equipos y la integración de las TIC desde la concepción TAC y TEP en el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la simulación, mejoran el aprendizaje colaborativo de los estudiantes, sobre todo cuando se aplican en situaciones problemáticas relacionadas con la profesión.

Del análisis de los resultados de las entrevistas realizadas, después de poner en práctica la aplicación propuesta, se confirma que se logró un vínculo teoría – práctica a partir de la integración de las TIC – TAC – TEP mediante la simulación como método de enseñanza - aprendizaje, lo que potenció el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos con un enfoque basado en problemas y se estimuló el nivel de interés de los estudiantes por la carrera, lo cual se evidenció, en los resultados docentes de los estudiantes si se comparan los cursos 2019 -2020 y 2020-2021, obteniéndose un 25% más de aprobados en este último en el cual se puso en práctica la aplicación. Resultados similares se muestran en las obras de autores desarrolladas en las referencias [4, 6, 9, 17, 18]

## Conclusiones

La realización de prácticas de laboratorios mediante el empleo de la simulación como método de enseñanza-aprendizaje y la utilización de una aplicación de interfaz gráfica derivada del Scilab, mejora los resultados del aprendizaje de los estudiantes en las asignaturas de Circuitos Eléctricos, ya que posibilita mayor vínculo entre la teoría y la práctica.

La aplicación desarrollada se caracteriza por ser un recurso educativo que logra mejorar los resultados del aprendizaje y resulta ser útil para los estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Eléctrica en la asignatura de Circuitos Eléctricos y Electrónica Analógica, tanto en actividades presenciales, así como en actividades a distancia. Además, propicia un aprendizaje personalizado en el que se tiene en cuenta los tiempos de aprendizaje y la colaboración entre los estudiantes del grupo y con el profesor.

## Referencias bibliográficas

1. Sánchez M. La simulación como estrategia didáctica: Aportes y reflexiones de una experiencia en el nivel superior. Argentina: Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco; 2013. 55-60 p.
2. Guerrero MJL, Moya EC. Diseño de cuestionarios (OPPUMAUGR y OPEUMAUGR): La opinión y la percepción del profesorado y de los estudiantes sobre el uso de las metodologías activas en la universidad. Profesorado Revista de Currículum y Formación de Profesorado. 2011; 15(2): 271-98.
3. Ministerio de Educación Superior. Plan de estudio E Facultad de Ingeniería Eléctrica [Web Institucional]. La Habana: Universidad Tecnológica de la Habana "José Antonio Echeverría", Cujae; 2018 [citado 2022]. Disponible en: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewir68mN-sbvAhVO1VkkHSQmAHsQFjAAegQIARAD&url=https%3A%2F%2Fcujae.edu.cu%2Festudio%2Ffacultades%2Fing-electrica&usq=AOvVaw17qY-JIs940dbI\\_v8VXxM34](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewir68mN-sbvAhVO1VkkHSQmAHsQFjAAegQIARAD&url=https%3A%2F%2Fcujae.edu.cu%2Festudio%2Ffacultades%2Fing-electrica&usq=AOvVaw17qY-JIs940dbI_v8VXxM34). Martínez MP, Baranda JS, Fuentefria AS, Collazo ZSL, editors. Potencialidades de la app EveryCircuit en las asignaturas de circuitos eléctricos. II Congreso Virtual Argentino e Iberoamericano de Tecnología y Educación; 2020; Argentina.

5. Pérez Martínez M, López Collazo ZS, Santos Baranda J, Santos-Fuentefria A. Potencialidades de la app EveryCircuit en las prácticas de laboratorio de Circuitos Eléctricos en la carrera de ingeniería eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana. *Modelling in Science Education and Learning*. 2021; 14(2): 43-50.
6. Martínez MP, Collazo ZSL, Guardaramas JR. Potencialidades del software scilab en el proceso de enseñanza–aprendizaje de la asignatura de circuitos eléctricos. *Revista Tecnología Educativa*. 2021; 6(1).
7. Ministerio de Educación Superior. Planes de Estudio Ministerio de Educación Superior [Web Oficial]. La Habana: MES; 2017 [citado 2022]. Disponible en: <http://www.mes.gob.cu/es/planes-de-estudio>.
8. Almenara JC. Las necesidades de las TIC en el ámbito educativo: oportunidades, riesgos y necesidades. *Tecnología y comunicación educativas*. 2007; 21(45): 5-19.
9. Hernández-Suárez CA. Perspectivas de enseñanza en docentes que integran una red de matemáticas: percepciones sobre la integración de TIC y las formas de enseñar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*. 2020; 61: 19-41.
10. Collazo CZSL, Valdés CYD, Santander CMR. Hacia una discusión teórica sobre el lugar de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. *CIENCIAS PEDAGÓGICAS*. 2021; 15(1): 153-64.
11. Tenjo JDPR, Pérez ÓAG. Perfil docente con visión inclusiva: TIC-TAC-TEP y las habilidades docentes. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. 2020.
12. Collazo ZSL, Martínez MP. Empleo del simulador edison como herramienta didáctica para el aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Revista Tecnología Educativa*. 2020; 5(1).
13. Jones JD, Barrett CE. Simulation as a Classroom Teaching Method. *Journal on School Educational Technology*. 2017; 12(4): 49-53.
14. Wulandari D, Narmaditya BS, editors. Using simulation methods to improve student learning. *Proceedings of the 2nd International Conference on Education*; 2016: Citeseer.
15. Garcell KC, de Armas Águila Y, Méndez AB, Ricardo IF, Fraga BA, Pérez JLG, et al. Pertinencia de los laboratorios de simulación como herramienta de educación avanzada en salud. *Revista Cubana de Medicina Militar*. 2022; 51(2): 02201661

16. Pérez Martínez M, García del Sol D, Díaz Alfonso E, Hernández Areu O, Santos Baranda J. Construcción de maquetas para el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de los circuitos eléctricos. *Revista Universidad y Sociedad*. 2022; 14(1): 462-73.
17. Bello S, Ibi MB, Bukar IB. Effect of Simulation Techniques and Lecture Method on Students' Academic Performance in Mafoni Day Secondary School Maiduguri, Borno State, Nigeria. *Journal of Education and Practice*. 2016; 7(23): 113-7.
18. Yin C, McKay A, editors. Introduction to modeling and simulation techniques. *Proceedings of ISCIIA 2018 and ITCA 2018*; 2018: Leeds.

#### Contribución de autoría

Los [cinco] coautores participaron de forma equitativa en las etapas de diseño de la investigación, recolección de datos, procesamiento, análisis y elaboración del texto.

#### Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Todos los autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

#### Autores

Maykop Pérez Martínez. Ingeniero electricista, Máster en Ingeniería Eléctrica, Profesor Auxiliar, jefe de disciplina de Circuitos Eléctricos Facultad de Ingeniería Eléctrica, Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE. Cuba.

Josnier Ramos Guardarrama. Ingeniero electricista, Máster en Ingeniería Eléctrica, Profesor Auxiliar, Facultad de Ingeniería Eléctrica Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE. Cuba.

José Antonio Rodríguez Valdés. Estudiante de 2do año de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería Eléctrica Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE. Cuba.

Janette Santos Baranda. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Titular. Directora del Centro de Referencia para la Educación de Avanzada (CREA), Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE. Cuba.

Zeidy Sandra López Collazo. Doctora en Ciencias Pedagógicas. Profesora Titular. Centro de Referencia para la Educación de Avanzada (CREA), Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE. Cuba.

