

# Empleo del simulador PhET como recurso educativo en el aprendizaje de los circuitos eléctricos

## *Use of the PhET simulator as an educational resource in the learning of electrical circuits*

Recibido: 05/07/2022 | Aceptado: 21/08/2022 | Publicado: 19/09/2022

**Maykop Pérez Martínez<sup>1\*</sup>**

**Zeidy Sandra López Collazo<sup>2</sup>**

**Josnier Ramos Guardarrama<sup>3</sup>**

1\* Ingeniero electricista, Máster en Ingeniería Eléctrica, Profesor Auxiliar, jefe de Disciplina de Circuitos Eléctricos, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, CUJAE. Cuba. e-mail: [maykop@electronica.cujae.edu.cu](mailto:maykop@electronica.cujae.edu.cu) ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3073-1675>

2 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. e-mail: [zlopez@tesla.cujae.edu.cu](mailto:zlopez@tesla.cujae.edu.cu) ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6570-2239>

3 Ingeniero electricista, Máster en Ingeniería Eléctrica, Profesor asistente, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría, Cujae. Cuba. e-mail: [josnier@electronica.cujae.edu.cu](mailto:josnier@electronica.cujae.edu.cu) ID ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8796-8481>

### Resumen:

La incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Educación Superior ha sido una de las premisas orientadas por el Ministerio de Educación Superior a raíz de la revisión exhaustiva de los programas de formación y desarrollo de los profesionales cubanos, en consecuencia el perfeccionamiento curricular realizado en la carrera de Ingeniería Eléctrica en la Universidad Tecnológica de la Habana, CUJAE, ha conllevado a un nuevo plan del proceso docente, en el que la esencialidad de los contenidos constituye un aspecto fundamental para reducir el tiempo de formación y lograr mayores niveles de independencia, autonomía, motivación y protagonismo del estudiante. En ese sentido se pretende incrementar el uso de software libres como herramientas didácticas que posibiliten el mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje a través de la experimentación con instrumentos de medición que no necesitan estar físicamente implementados. El objetivo del artículo es proponer el simulador PhET como recurso educativo para mejorar

el proceso de enseñanza–aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos. Se emplearon los métodos analíticos – sintético y entrevista. En el resultado principal se reconocen las potencialidades del simulador tanto para el rol del estudiante como un constructor de saberes como para el rol del profesor en su función de orientador y guía mediante la interactividad, también los criterios favorables emitidos por los estudiantes que corroboran que es útil para contrastar la teoría con la práctica y para verificar la veracidad resultante de los ejercicios teóricos.

**Palabras clave:** software, PhET, proceso de enseñanza – aprendizaje, TIC, circuitos eléctricos

### Abstract:

*The incorporation of information and communication technologies in the teaching-learning process of Higher Education has been one of the premises guided by the Ministry of Higher Education as a result of the exhaustive review of the training and development programs of the Cuban professionals, consequently, the curricular improvement carried out in the Electrical Engineering career at the Technological University of Havana, CUJAE, has led to a new plan*



*of the teaching process, in which the essentiality of the contents constitutes a fundamental aspect to reduce the training time and achieve higher levels of independence, autonomy, motivation and role of the student. In this sense, it is intended to increase the use of free software as didactic tools that enable the improvement of the teaching-learning process through experimentation with measurement instruments that do not need to be physically implemented. The objective of the article is to propose the PhET simulator as an educational resource to improve the teaching-learning process of Electric Circuits subjects. Analytical*

*methods were used - synthetic and interview. In the main result, the potentialities of the simulator are recognized both for the role of the student as a constructor of knowledge and for the role of the teacher in his role as counselor and guide through interactivity, as well as the favorable criteria issued by the students that corroborate that it is useful to contrast theory with practice and to verify the veracity resulting from the theoretical exercises.*

**Keywords:** *software, PhET, teaching-learning process, ITC, electrical circuits*

---

## Introducción

Como consecuencia del perfeccionamiento curricular llevado a cabo en la Educación Superior cubana, a partir del año 2018 en la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría", CUJAE, se comenzó a implementar el plan de estudios "E", el cual tiene dentro de sus premisas fundamentales de acuerdo con el Ministerio de Educación Superior, perfeccionar la formación de pregrado en carreras de perfil amplio, reenfoicándolas hacia la solución de los problemas generales y frecuentes de la profesión en el eslabón de base, en este nuevo escenario las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) tienen mayor importancia en el logro de este objetivo, al posibilitar un aprendizaje personalizado y autorregulado en los estudiantes, particularmente con el empleo de los softwares libres en la enseñanza universitaria.

En ese sentido, (Pérez, Santos, Santos, & López, 2020), (Pérez M. M., López, Santos, & Santos, 2021) y (Pérez, López, & Ramas, 2021) plantean que la simulación computacional y el trabajo teórico – experimental son dos actividades del proceso de enseñanza – aprendizaje (PEA), las cuales los estudiantes de ingeniería realizan en el laboratorio y/o en el aula, observando los efectos, los analizan para entender el impacto de sus actos en un contexto particular, evalúan si en otros escenarios o situaciones se podrían reproducir iguales resultados, estableciendo una conexión entre lo abstracto y la realidad. Las simulaciones generan un ambiente de aprendizaje activo e interactivo, lo que permite a los estudiantes explorar la dinámica de los procesos.

Por otro lado, (Colón, Lazo, & Cabocolo, 2018), (Cuenca, de Armas, Bello, Figueira, & Areña, 2022) y (Pérez, Ramos, & Santos, 2022) afirman que el software de simulación tiene gran importancia para el laboratorio. Podrá proporcionar habilidades, y como consecuencia permitirán la preparación de los estudiantes con el propósito de lograr universitarios con perfiles técnicos capaces de dar respuesta a los diversos problemas que se pueden proporcionar en la profesión de la ingeniería, lo que constituye una herramienta fundamental en el desarrollo del contenido teórico – práctico. Este método de aprendizaje se caracteriza por ser muy seguro debido a que los estudiantes no se exponen a ningún riesgo de choque eléctrico y también al energizar equipamientos eléctricos estos se rompan por mala manipulación, lo que le permite al estudiante ganar tiempo en adquirir habilidades y experiencia en el aprendizaje de las medidas de seguridad eléctrica. Claramente, a través de los años y de la experiencia durante su implementación, se corregirán errores, se perfeccionará el contenido y las habilidades a desarrollar; pero en estos momentos, la



simulación virtual es la herramienta más eficaz para mejorar el proceso de enseñanza – aprendizaje de las carreras de ingeniería.

Por su parte, (López & Pérez, 2020) afirman que el uso pedagógico de las TIC en el currículo 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 de las TIC.

En correspondencia (Pérez, López, & Ramas, 2021) afirman que la enseñanza y el aprendizaje constituyen un proceso, de cuya calidad depende el desarrollo de los estudiantes, que lleguen a pensar y actuar con independencia e iniciativa, que busquen solución a los problemas, a la vez que escuchen, valoren y respeten las opiniones ajenas y puedan trabajar en colectivo.

Las TIC exigen que los docentes desempeñen nuevas funciones y también, requieren nuevas metodologías y nuevos planteamientos en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Lograr la integración de las TIC en el proceso de enseñanza – aprendizaje (PEA) dependerá de la capacidad de los docentes para estructurar el ambiente de aprendizaje de forma no tradicional, fusionar las TIC con el pensamiento creativo y fomentar clases dinámicas en el plano social, estimulando el aprendizaje interactivo, colaborativo, autónomo y autorregulado. Esto implica conocer la diversidad de herramientas, saberlas seleccionar y utilizar adecuadamente para la apropiación de conocimientos en función de las diferentes necesidades y perfiles.

El uso del simulador PhET como recurso educativo para contrastar la teoría con la práctica ayudará al mejoramiento del PEA de las asignaturas Circuitos Eléctricos siendo de gran utilidad práctica, por un lado, por la compatibilidad con los sistemas operativos de Windows y Linux y por otro lado, le permite a los estudiantes comprender visualmente los fenómenos físicos, que con este fin incluyen instrumentos de medición como reglas, cronómetros, voltímetros, amperímetros, elementos activos y pasivos de circuitos eléctricos y termómetros, facilitando que a medida que los estudiantes experimentan y manipulan estas herramientas, los resultados aparecen en forma animada representando relaciones de causa y efecto.

Debido a todo lo planteado anteriormente, el objetivo del artículo es proponer el simulador PhET como recurso educativo para el mejoramiento del proceso de enseñanza–aprendizaje de las asignaturas Circuitos Eléctricos, a estudiantes de segundo año, adaptado a los contenidos que se imparten en dichas asignaturas en el departamento de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana.

## **Materiales y métodos**

En consonancia con el objetivo declarado en el apartado anterior, se utilizan métodos del nivel teórico y empírico. El método del nivel teórico analítico-sintético permitió llegar a síntesis conclusivas en el plano teórico y determinar las particularidades del simulador PhET para mejorar el PEA de las asignaturas Circuitos Eléctricos.

Como método del nivel empírico fue aplicada la entrevista para indagar las percepciones y prácticas de profesores y estudiantes acerca del trabajo desplegado con el simulador PhET en el contenido, obteniéndose como resultado que los aspectos más importantes que deben de potenciarse, donde los estudiantes confrontan mayor grado de dificultad, son la comprobación de los conceptos de circuito eléctrico, corriente directa, corriente alterna, tensión y ley de ohm.

La población estuvo compuesta por 30 estudiantes de segundo año de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría”.



El estudio tuvo sus inicios en el curso 2019-2020 y se le ha dado continuidad en el contexto actual caracterizado por la situación sanitaria convulsa de pandemia ocasionada por el COVID-19, todo lo cual ha permitido minimizar el impacto negativo que impone el aislamiento social y los costos tecnológicos asociados a ello para favorecer el PEA de la asignatura Circuitos Eléctricos sin necesidad de la presencialidad en los laboratorios.

Paralelo a la situación descrita se desarrollaron reuniones metodológicas en la Disciplina en las cuales se adoptaron acuerdos dirigidos a la determinación y aprobación de las prácticas y ejercicios teórico-prácticos a desarrollar con la implementación del simulador PhET, así como las orientaciones metodológicas para ejecución.

Teniendo en cuenta como premisa fundamental que las TIC no transforman por sí solas el aprendizaje ni generan automáticamente innovación educativa, sino es el método o estrategia didáctica utilizada para su integración, junto a los ejercicios planificados, las que promueven un tipo u otro de aprendizaje en el estudiante universitario y con ello su autonomía.

## Resultados y discusión

### El uso de simuladores en la Educación Superior

Son diversos los autores, tales como (Rodríguez, 2014),(Blay & Pérez, 2017), (Pérez , Ramas, & Rodríguez, 2019),(López & Pérez, 2020),(Llamo, Santos, & Pérez, 2020), (Pérez M. M., López, Santos, & Santos, 2021),(Pérez, López, & Ramas, 2021) y (Pérez , Ramos , & Santos, 2022), que consideran que el desarrollo tecnológico es un proceso cultural, social y psicológico, al cual corresponden varios cambios con respecto a la actitud y comportamientos del ser humano, sus pensamientos y sus valores.

Para enfrentar el desarrollo tecnológico no solo se requiere de la aplicación de principios conocidos, sino de la ocasión para adquirir nuevos conocimientos y aprender con la tecnología, lo que se concreta en las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC).

De acuerdo con(Suazo, 2015) el acelerado desarrollo en las últimas décadas de las computadoras, ya sean personales o en los últimos cinco años con la incorporación de los Smartphone, máquinas con gran capacidad de cálculo, trae consigo la integración de programas matemáticos que sirven para resolver problemas que demandan mucho tiempo si se hace de forma manual.

Dicha integración ha sido lenta en Cuba, lo cual ha ocasionado que existan razones por las que no se explota todo el potencial que ofrece esta tecnología en el PEA como son:

- Hasta hace poco tiempo, la inexistencia de software sencillo, potentes y de libre acceso.
- El esfuerzo adicional que supone al profesorado diseñar asignaturas que integren los conceptos teóricos a la práctica, aplicaciones y problemas orientados a estos softwares.
- El temor de muchos docentes que provoca la automatización, pensar que si la computadora lo hace todo *¿Qué aprenderán los estudiantes?*

Actualmente se dan las condiciones para integrar estos programas con buena capacidad de cálculo, desarrollo de la alta definición, diseño gráfico y con aplicaciones con aspecto agradable al usuario a las diferentes disciplinas de las carreras de ingeniería.

El progreso del software libre, potente y gratis, facilita el acceso a estudiantes de todos los niveles sociales y educativos. Por otra parte, una cuota de responsabilidad queda a cargo del profesor que es la de planificar



correctamente la asignatura, con el objetivo que un programa específico se integre perfectamente a los objetivos planteados.

En reciprocidad con el análisis anterior, existen diferentes autores, tanto nacionales como internacionales, que aportan elementos de manera significativa en cuanto a la implementación del uso de simuladores en la Educación Superior, afirmando que el uso de este ayuda a mejorar la participación del estudiante, invitándolo al trabajo individual y colectivo, dando espacio para que piensen, mejorando la participación activa, aumentando el interés, la motivación y el rendimiento académico respecto a la enseñanza tradicional, entre estos se destacan;(Rodríguez, 2014), (Rosales, Mercado, Monasterolo, & Ribotta, 2016), (González, 2017), (Rodríguez G. , 2017) y (Buksman, Oliveira, Barbieri, & Ferreira, 2019).

Todos estos autores han reconocido la importancia de investigar y realizar estudios que enriquezcan el PEA mediante el uso de software, sin embargo, se valora la necesidad de realizar investigaciones referentes a la concepción didáctica del PEA relacionado con la asignatura de Circuitos Eléctricos y el uso de software en la resolución de problemas propios de la disciplina a partir de los cambios curriculares.

Por su parte (López & Pérez, 2020) afirman que no basta enseñar las TIC, sino que deben venir acompañadas del conocimiento didáctico metodológico necesario para aprender a generar con ellas un aprendizaje autónomo y significativo. La unión de TIC más metodología es lo que se ha dado en denominar TAC.

Este binomio TIC/TAC en la enseñanza universitaria, particularmente en la formación del Ingeniero Electricista posibilita la percepción del comportamiento de los Circuitos Eléctricos, de los parámetros circuitales asociados a estos y hacer suyo un nuevo conocimiento, lo que demanda nuevas perspectivas en la concepción del PEA.

### **El simulador PhET**

El simulador PhET es un proyecto desarrollado por la Universidad de Colorado, que proporciona varias simulaciones gratis, fáciles de instalar y usar, permitiendo la colaboración de los profesores en la propuesta de actividades. En varias simulaciones el simulador PhET permite al estudiante configurar el experimento, variando los parámetros, como si estuviera en un laboratorio real.

Como ya se mencionó el simulador PhET es compatible con los sistemas operativos Windows y GNU/Linux y se requiere tener las versiones gratuitas de Java y Flash instaladas para acceder a las simulaciones.

Entre las utilidades didácticas que brinda el software PhET se encuentran:

- Realizar prácticas interactivas a partir del diseño de circuitos eléctricos sencillos sin tener que invertir en materiales para prácticas.
- Posibilidad de obtener las mediciones en estado estacionario y dinámico del cálculo de las variables eléctricas involucradas en los diseños circuitales.
- 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 circuitales a partir de los contenidos impartidos en las asignaturas



Por otra parte, el alcance de la aplicación permitió desarrollar estrategias como:

- Comunicación en tiempo real entre los estudiantes y profesores respecto al análisis de los diseños circuitales, utilizando las prestaciones de Telegram.
- Coordinar, almacenar, comunicar, planificar y trabajar colaborativamente en los análisis de los circuitos eléctricos utilizando la plataforma de teleformación Moodle.
- Crear videos y socializarlos por las diferentes redes sociales, como WhatsApp y Telegram.

### **Propuesta metodológica de las actividades teórico - prácticas utilizando el simulador PhET como recurso didáctico.**

Después de analizar las potencialidades del simulador PhET y en correspondencia con (Pérez, Santos, Santos, & López, 2020), (Pérez, López, & Ramas, 2021), (Pérez M. M., López, Santos, & Santos, 2021) y (Pérez, López, & Ramas, 2021) para realizar las propuestas de las diferentes actividades utilizando el software PhET como recurso didáctico se analizaron los objetivos de las asignaturas de Circuitos Eléctricos y se realizaron diferentes actividades metodológicas en la disciplina, para así identificar cuáles son los aspectos más importantes que deben mejorarse a través de la simulación con el software.

Partiendo de estos criterios se propuso realizar los siguientes ejercicios teórico-prácticos, por solo citar algunos ejemplos en aras de mejorar el PEA de las asignaturas Circuitos Eléctricos:

- Comprobar el concepto de circuito eléctrico evidenciando los efectos de la corriente eléctrica.
- Analizar las formas de onda de los circuitos de corriente directa y corriente alterna.
- Analizar el concepto tensión eléctrica a través de la simulación.
- Analizar a través de la simulación el concepto de la ley de ohm.

Todo ello sustentado en referentes teóricos como son las obras de (Pérez , Ramas, & Rodríguez, 2019), (Mariña & Pérez , 2020) y (Mariña, Pérez , & Anta , 2020), quienes han desarrollado materiales didácticos que permiten ilustrar los métodos matemáticos empleados en la resolución de circuitos eléctricos.

La metodología para la propuesta didáctica con el fin de desarrollar los contenidos relacionados con los ejercicios teórico-prácticos propuestos fue implementada en tres fases en correspondencia con lo planteado por (Martínez, 2016).

Primera fase: En una clase demostrativa se mostró a los estudiantes el funcionamiento del simulador. El profesor era quien manejaba el simulador para que los estudiantes observaran las características más relevantes. Promoviendo de esta manera el aprendizaje colaborativo.

Segunda fase: se preparó un video digital instructivo donde se le indicaba al estudiante el uso instrumental del simulador. Este video se colocó en la plataforma de *Moodle* donde se tiene desarrollado todo el contenido de la asignatura.

Tercera fase: se les entregó a los estudiantes una guía metodológica con la propuesta de las actividades a desarrollar con el simulador.

### **Actividades desarrolladas**

A continuación, se mostrará a modo de ejemplo, las orientaciones metodológicas de dos de las actividades propuestas.



### Actividad # 1: Comprobar el concepto de circuito eléctrico evidenciando los efectos de la corriente eléctrica.

En esta actividad virtual el estudiante será capaz de:

- Reconocer componentes básicos de un circuito eléctrico.
- Representar esquemáticamente un circuito eléctrico.
- Analizar efectos de la corriente eléctrica en un circuito eléctrico.

Con el apoyo del simulador el profesor orientará a los estudiantes abrir el fichero "Concepto de circuito eléctrico" en el cual está conformado por un bombillo incandescente, una batería y un interruptor; se les orienta a los estudiantes abrir y cerrar el interruptor observándose que cuando está abierto, como se muestra en la figura 1, no se enciende el bombillo debido a que no circula corriente y cuando se cierra el bombillo se ilumina debido a la circulación de corriente, como se muestra en la figura 2.

El desarrollo de esta actividad permite al estudiante comprobar el concepto de circuito eléctrico brindado en la conferencia, ya que al abrir y cerrar el interruptor se evidencia que para que el bombillo se ilumine se necesita la interconexión de todos los dispositivos (batería, bombillo e interruptor, en este caso) y al menos una trayectoria cerrada por la cual pueda circular la corriente eléctrica.

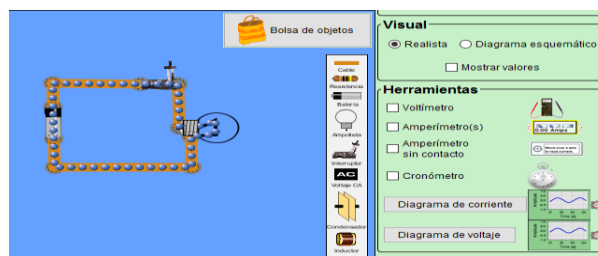


Fig. 1. Simulación del circuito propuesto con el interruptor abierto. (Fuente: Elaboración propia)



Fig. 2. Simulación del circuito propuesto con el interruptor cerrado. (Fuente: Elaboración propia)

Otras de las ventajas del simulador es que muestra el diagrama esquemático del circuito simulado, lo que le ofrece al estudiante reforzar el aprendizaje de la norma de símbolos propuesta por las *normas NC IEC (Norma Cubana – International Electrical Committee)* de estricto cumplimiento. Este diagrama se muestra en a figura 3.

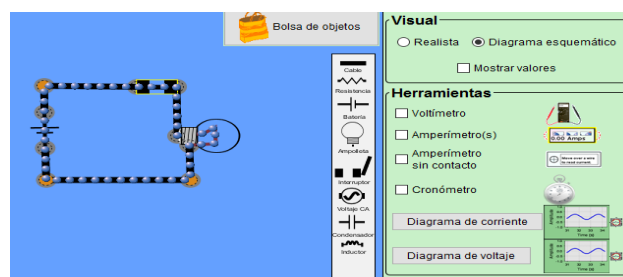


Fig. 3. Diagrama esquemático del circuito propuesto con el interruptor cerrado. (Fuente: Elaboración propia)

### Actividad # 2 Analizar las formas de onda de los circuitos de corriente directa y corriente alterna.



En esta actividad virtual el estudiante será capaz de:

- Construir circuitos eléctricos de corriente directa(CD) y corriente alterna(CA) con instrumentos de medición
- Analizar las formas de onda de circuitos eléctricos de CD y CA

En esta actividad se pretende analizar los conceptos de CD y CA en los circuitos eléctricos utilizando el simulador PhET, para lo cual se debe construir los circuitos mostrados en las figuras 4 y 5 respectivamente, las cuales constan de una batería de CD, para el caso de la figura 4, una batería de CA, para la figura 5, una bombilla incandescente, un interruptor, un amperímetro y un voltímetro ambos muestran la forma de onda de la corriente y la tensión respectivamente. Durante el desarrollo de esta actividad se debe enfatizar en la lectura de los instrumentos observándose por ejemplo la forma de las características de corriente y tensión, valores máximos, para el caso de la tensión se orienta abrir y cerrar el interruptor y observar la lectura del instrumento de medición. Se le orienta al estudiante investigar ¿Por qué en el caso de la simulación de CA el bombillo incandescente se apaga y se enciende? ¿Por qué en la práctica no es visible por el ojo humano este efecto?

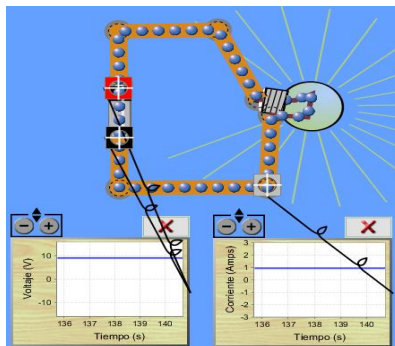


Fig. 4. Circuito propuesto como ejemplo para comprobar el concepto de CD. (Fuente: Elaboración propia)

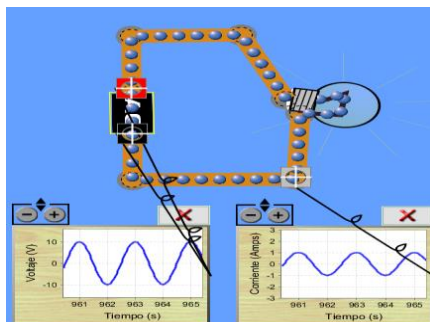


Fig. 5. Circuito propuesto como ejemplo para comprobar el concepto CA. (Fuente: Elaboración propia)

### Análisis de los 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 con el software PhET le ayudaron a reforzar los contenidos teóricos–prácticos, así como el desarrollo de habilidades?

Las respuestas de esta pregunta se muestran en la tabla 1.

**Tabla 1.** Resultados de la Pregunta No 1.

	Frecuencia	%
Si	28	94
No	2	6
Total	30	100



**Análisis e interpretación:** Se observa que el 94 % de los estudiantes entrevistados consideran que el empleo del simulador PhET los ayudó al entendimiento de los contenidos teóricos impartido en las conferencias y a desarrollar habilidades prácticas. Por otra parte, solo el 6% plantean que las actividades no los ayudó, fundamentando principalmente por la falta de destreza a la hora de realizar las simulaciones. De estos resultados puede inferirse el empleo del simulador PhET ayudó en gran medida al mejoramiento del proceso de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.

**Pregunta No. 2.** ¿La realización de las actividades con el empleo del simulador PhET lo ayudó a intercambiar conocimientos y habilidades con sus compañeros?

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

Tabla 2. Resultados de la Pregunta No 2.

	Frecuencia	%
Si	30	100
No	0	-
Total	30	100

**Análisis e interpretación:** El 100 % de los estudiantes enfatizan que con el empleo del simulador PhET y la formación de equipo para la realización de las actividades propuestas, los ayudó a intercambiar información entre ellos propiciando el debate científico tengo y desarrollando el conocimiento de los contenidos teóricos impartidos en las conferencias. Este resultado evidencia que la formación de equipos y la integración de las TIC en los procesos docentes a través de la simulación, mejoran el aprendizaje colaborativo de los estudiantes, sobre todo cuando se aplican situaciones problémicas de 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 del empleo del simulador PhET lo que potenció el mejoramiento del proceso de enseñanza–aprendizaje de las asignaturas de Circuitos Eléctricos, lo que puede inferirse que se estimuló el nivel de interés de los estudiantes por la carrera.

## Conclusiones

En el trabajo presentado se exponen de forma breve las experiencias y resultados alcanzados con el simulador PhET en las asignaturas de Circuitos Eléctricos, el cual es de gran ayuda en las demostraciones teórico - prácticas de los circuitos eléctricos motivando al estudiante a interesarse por estas asignaturas, y ayudándolo a su comprensión mediante la simulación con instrumentos de medición que no necesitan estar físicamente implementados.

En entrevistas realizadas a los estudiantes todos confirmaron que es un recurso didáctico útil para la comprensión de las asignaturas pues sin necesidad de utilizar instrumentos reales se pueden realizar ejercicios que ayuden a contrastar la teoría con la práctica, además motiva la impartición de las clases pues no son clases puramente teóricas lográndose ejercitar la utilización de instrumentos de medición y la interpretación de los resultados alcanzados en dichas mediaciones. Se constató también que con el simulador se pueden verificar los resultados de los ejercicios teóricos. Por lo que su utilización responde a los cambios curriculares actuales, mejorando el PEA, garantizando un adecuado uso de la simulación posibilitando una mejor preparación de los estudiantes para enfrentar las disciplinas siguientes.

Las Tecnologías de Información y Comunicaciones ayudan a mejorar el proceso enseñanza - aprendizaje, en donde se generan espacios virtuales que facilitan interacciones entre profesores y estudiantes potenciándose así el aprendizaje colaborativo. Específicamente, el simulador PhET permitió un aprendizaje activo, participativo y colaborativo,



desarrollando el nivel de participación del estudiante, cumplimiento de tareas y actividades, y el interés por las asignaturas de circuitos eléctricos.

La metodología propuesta puede adaptarse fácilmente a la enseñanza a distancia o la semi presencialidad añadiendo asistencia por parte del profesor, por ejemplo: videos de conferencias.

## Referencias Bibliográficas

- Blay, R., & Pérez, S. (2017). *Laboratorio Virtual como Herramienta para Comprender el Funcionamiento de las Líneas de Alta Tensión*. Recuperado el 2022, de Modelling in Science Education and Learning. Vol 10. ISSN 1988-3145: <http://dx.doi.org/10.4995/mse1.2017.5902>
- Buksman, E., Oliveira, A., Barbieri, L., & Ferreira, C. (2019). *Experimentando con Arduino y Scilab: propagación de calor en una barra metálica*. Recuperado el 2022, de Revista Brasileira de Ensino de Física. Vol. 41, No. 4. ISSN:1806-1117: 10.1590/1806-9126-rbef-2018-0356
- Colón, A., Lazo, L., & Cabocolo, P. (2018). *Conjunto de prácticas de laboratorio de electrónica analógica y digital. VISimposio Internacional de Electrónica: Diseño, Aplicaciones, Técnicas Avanzadas y Retos Actuales*. Recuperado el 2022, de <http://www.informaticahabana.cu/sites/default/files/ponencias2018/ELE30.pdf>
- Cuenca, G. K., de Armas, Á. Y., Bello, M. A., Figueira, R. I., & Areña, F. B. (2022). *Pertinencia de los laboratorios de simulación como herramienta de educación avanzada en salud*. Obtenido de Revista Cubana de Medicina Militar. Vol. 51. No. 2. ISSN: e02201661: <http://www.revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/1661/1293>
- González, H. (2017). *Implementación de circuitos eléctricos para facilitar el aprendizaje de sistemas algebraicos lineales*. Recuperado el 2022, de RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo. Vol 7, No. 14: <http://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/272>
- Llamo, L., Santos, F., & Pérez, M. (2020). *Propuesta didáctica de una maqueta interactiva para explicar el comportamiento de las líneas de transmisión de energía eléctrica*. Recuperado el 2022, de Modelling in Science Education and Learning. Vol. 13, No.2, ISSN 1988-3145: <https://doi.org/10.4995/mse1.2020.13339>.
- López, C., & Pérez, M. (2020). *Empleo del simulador Edison como herramienta didáctica para el aprendizaje de los circuitos eléctricos*. Obtenido de Tecnología Educativa. Vol. 5, No. 1, ISSN: 2519-9436: <https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/article/view/205>
- Mariña, L., & Pérez, M. (2020). *Matemática aplicada a los circuitos eléctricos en la carrera de Ingeniería Eléctrica*. Recuperado el 2022, de ISBN: 978-959-261-604-2: [https://www.researchgate.net/publication/344930624\\_Monografia\\_Matematica\\_aplicada\\_a\\_los\\_circuitos\\_electricos\\_en\\_la\\_carrera\\_de\\_Ingenieria\\_Electrica](https://www.researchgate.net/publication/344930624_Monografia_Matematica_aplicada_a_los_circuitos_electricos_en_la_carrera_de_Ingenieria_Electrica)
- Mariña, L., Pérez, M., & Anta, V. (2020). *Método de frecuencia para el análisis de los circuitos eléctricos en la carrera de Ingeniería Eléctrica*. Recuperado el 2022, de ISBN: 978-959-261-605-9: [https://www.researchgate.net/publication/348199622\\_Metodo\\_de\\_frecuencia\\_para\\_el\\_analisis\\_de\\_los\\_circuitos\\_electricos\\_en\\_la\\_carrera\\_de\\_Ingenieria\\_Electrica](https://www.researchgate.net/publication/348199622_Metodo_de_frecuencia_para_el_analisis_de_los_circuitos_electricos_en_la_carrera_de_Ingenieria_Electrica)
- Martínez, P. (2016). *PhET. Percepciones y contribución del uso de simulaciones en el aprendizaje de los conceptos de energía para un curso de física general de la enseñanza técnica*. Recuperado el 2022, de Instituto



Universitario de Tecnología del Estado Bolívar, Edf. IUTEB. Casco Histórico, Ciudad Bolívar, 8001. Venezuela. Universidad Nacional Experimental de la Fuerza Armada.:  
<https://www.researchgate.net/publication/303749900>

Pérez , M., Ramas, G., & Rodríguez, D. (2019). *Simulación con Matlab*. ISBN: 978-959-261-346-1. Recuperado el 2022, de [https://www.researchgate.net/publication/331438458\\_Simulacion\\_con\\_matlab](https://www.researchgate.net/publication/331438458_Simulacion_con_matlab)

Pérez , M., Ramos , G., & Santos, B. (2022). *Integración de las tecnologías en las asignaturas de Circuitos Eléctricos*. Recuperado el 2022, de Revista Pedagogía Profesional. Vol. 20, No. 1. ISSN 1684-5765: [https://www.researchgate.net/publication/360407777\\_Integracion\\_de\\_las\\_tecnologias\\_en\\_las\\_asignaturas\\_de\\_Circuitos\\_Electricos](https://www.researchgate.net/publication/360407777_Integracion_de_las_tecnologias_en_las_asignaturas_de_Circuitos_Electricos)

Pérez, M. M., López, C. Z., Santos, B. J., & Santos, F. A. (2021). *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*. Recuperado el 2022, de Modelling in Science Education and Learning. Vol. 14, No. 2. ISSN:1988-3145: <https://polipapers.upv.es/index.php/MSEL/article/view/15005>

Pérez, M., López, C., & Ramas, G. (2021). *Potencialidades del software Scilab en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura de circuitos eléctricos*. Recuperado el 2022, de Tecnología Educativa, Vol. 6, No. 1, ISSN: 2519-9436: <https://tecedu.uho.edu.cu/index.php/tecedu/article/view/259/201>

Pérez, M., Santos, B., Santos, F., & López, C. (2020). *Potencialidades de la app EveryCircuit en las asignaturas de circuitos eléctricos*. . Obtenido de III Congreso Virtual Argentino e Iberoamericano de Tecnología y Educación:  
[https://www.researchgate.net/publication/353273445\\_III\\_Congreso\\_Virtual\\_Argentino\\_e\\_Iberoamericano\\_de\\_Tecnologia\\_y\\_Educacion\\_Potencialidades\\_de\\_la\\_app\\_EveryCircuit\\_en\\_las\\_asignaturas\\_de\\_circuitos\\_electrico](https://www.researchgate.net/publication/353273445_III_Congreso_Virtual_Argentino_e_Iberoamericano_de_Tecnologia_y_Educacion_Potencialidades_de_la_app_EveryCircuit_en_las_asignaturas_de_circuitos_electrico)

Rodríguez, D. (2014). *Software libre para educación e investigación en ingeniería*. Revista Educación en Ingeniería. Vol. 9, No. 11. ISSN 1900-8260. Recuperado el 2022, de <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/383/205>

Rodríguez, G. (2017). *Repensando la enseñanza de las matemáticas para futuros ingenieros: actualidades y desafíos*. Recuperado el 2022, de IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH. Vol. 8, No. 15. ISSN:2007-4336: [https://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/ie\\_rie\\_rediech/article/view/55](https://www.rediech.org/ojs/2017/index.php/ie_rie_rediech/article/view/55)

Rosales, F., Mercado, V., Monasterolo, R., & Ribotta, S. (2016). *Implementación de un Laboratorio de Física en Tiempo Real para el Aprendizaje Activo de Circuitos Eléctricos*. Formación universitaria. Vol. 9, No. 6. ISSN: 0718-5006. Recuperado el 2022, de 10.4067/S0718-50062016000600002

Suazo, E. (2015). *El uso de Scilab como una estrategia alternativa a la enseñanza de la variable compleja: un estudio realizado en UNAH - VS. Tesis de Maestría*. Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán. Recuperado el 2022, de <http://www.cervantesvirtual.com/nd/ark:/59851/bmc08869>



## Contribución de los autores

No.	Roles de la contribución	Autor 1	Autor 2	Autor 3
1.	Conceptualización:	40%	30%	30%
2.	Curación de datos:	40%	30%	30%
3.	Investigación:	40%	30%	30%
4.	Metodología:	40%	30%	30%
5.	Administración del proyecto:	40%	30%	30%
6.	Recursos:	40%	30%	30%
7.	Software:	40%	30%	30%
8.	Supervisión:	40%	30%	30%
9.	Validación:	40%	30%	30%
10.	Visualización:	40%	30%	30%
11.	Redacción – borrador original:	40%	30%	30%
12.	Redacción – revisión y edición:	40%	30%	30%

Autor principal

**Maykop Pérez Martínez**

Coautor

**Zeidy Sandra López Collazo**

Coautor

**Josnier Ramos Guardarrama**

## Declaración de originalidad y conflictos de interés

**El/los autor/es declara/n que el artículo: Empleo del simulador PhET como recurso educativo en el aprendizaje de los circuitos eléctricos**

- Que el artículo es inédito, derivado de investigaciones y no está postulando para su publicación en ninguna otra revista simultáneamente.
- Que se acepta tanto la revisión por pares ciegos como las posibles correcciones del artículo que deban hacerse tras comunicarle/s la oportuna disconformidad con ciertos aspectos pertinentes en su artículo.
- Que en el caso de ser aceptado el artículo, hará/n las oportunas correcciones en el tiempo que se estipule.
- No existen compromisos ni obligaciones financieras con organismos estatales ni privados que puedan afectar el contenido, resultados o conclusiones de la presente publicación.

A continuación, presento los nombres y firmas de los autores, que certifican la aprobación y conformidad con el artículo enviado.

Autor principal

**Maykop Pérez Martínez**

Coautor

**Zeidy Sandra López Collazo**

Coautor

**Josnier Ramos Guardarrama**

