

El Simulador PhET como Alternativa de Aprendizaje en la Materia de Circuitos Eléctricos a Nivel Técnico

The PhET Simulator as a Learning Alternative in the Subject of Electrical Circuits at Technical Level

Ezequiel Villarreal Villarreal

Universidad Ciudadana de Nuevo León

<https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0001-1308-0244>

DOI: <https://doi.org/10.59721/rinve.v2i2.21>

Resumen

El simulador PhET ha logrado posicionarse como una herramienta educativa innovadora y eficaz en la enseñanza de circuitos eléctricos. Este software interactivo permite a los estudiantes experimentar y comprender conceptos complejos de la electricidad de una manera práctica y visual, lo cual es crucial en el ámbito técnico donde la aplicación de teorías a situaciones reales es fundamental. Uno de los mayores beneficios del simulador PhET es su capacidad para ofrecer una representación visual y manipulable de los circuitos eléctricos. Los estudiantes pueden construir y modificar circuitos virtuales, observando en tiempo real cómo las diferentes configuraciones afectan el comportamiento del circuito. Esta interactividad facilita la comprensión de conceptos abstractos como la corriente, el voltaje y la resistencia, los cuales pueden ser difíciles de entender a través de métodos tradicionales de enseñanza. El uso de PhET en el aula promueve un aprendizaje activo, donde los estudiantes no son meros receptores de información, sino participantes activos en su proceso de aprendizaje. Pueden realizar experimentos virtuales, probando distintas hipótesis y viendo los resultados de inmediato. Esta metodología no solo mejora la retención de conocimientos, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades de resolución de problemas y pensamiento crítico, esenciales en cualquier formación técnica. Además, el simulador PhET ofrece la ventaja de ser accesible y gratuito, lo que permite a estudiantes y educadores de todo el mundo utilizar esta herramienta sin restricciones económicas. Su disponibilidad en múltiples idiomas, incluyendo el español, lo hace aún más inclusivo y útil en contextos educativos diversos. En la enseñanza de circuitos eléctricos, los experimentos prácticos son esenciales para la comprensión total del material. Sin embargo, en muchos casos, las limitaciones de recursos y la necesidad de equipos costosos pueden restringir las oportunidades para llevar a cabo experimentos físicos.

Palabras clave: simulador, simulación, ambientes de aprendizaje virtual, aprendizaje de adultos

Abstract

The PhET simulator has achieved the best position as innovative and effective educational tool in teaching of electrical circuits. This interactive software allows students to experience and understand complex concepts of electricity in a practical and visual way, which is crucial in the technical field where the application of theories to real situations is essential. One of the greatest benefits of the PhET simulator is its ability to offer a visual and manipulable representation of electrical circuits. Students can build and modify virtual circuits, observing in real time how different configurations affect the behavior of the circuit. This interactivity facilitates the understanding of abstract concepts such as current, voltage and resistance, which can be difficult to understand through traditional teaching methods. The use of PhET in the classroom promotes active learning, where students are not mere recipients of information, but active participants in their learning process. They can perform virtual experiments, testing different hypotheses and seeing the results immediately. This methodology not only improves knowledge retention, but also encourages the development of problem-solving and critical thinking skills, essential in any technical training. In addition, the PhET simulator offers the advantage of being accessible and free, allowing students and educators around the world to use this tool without financial restrictions. Its availability in multiple languages, including Spanish, makes it even more inclusive and useful in diverse educational contexts. In teaching electrical circuits, hands-on experiments are essential for a full understanding of the material. However, in many cases, resource limitations and the need for expensive equipment can restrict opportunities to conduct physical experiments.

Keywords: simulator, simulation, virtual learning environments, adult learning

Introducción

El fenómeno del uso de los simuladores como tecnología educativa ha sido ampliamente investigado, sin embargo, el enfoque de la presente investigación del uso de un simulador específico como lo es PhET en una materia específica como lo es Circuitos Eléctricos a un nivel de tipo Técnico resulta novedoso e innovador.

El simulador PhET (Physics Education Technology o Tecnología para Educación de la Física) es un grupo de simuladores desarrollados por la Universidad de Colorado en Boulder. El sitio web de PhET, en la sección “Acerca de PhET” establece que:

PhET proporciona simulaciones científicas y matemáticas divertidas, gratuitas, interactivas y basadas en la investigación. Probamos y evaluamos exhaustivamente cada simulación para garantizar su eficacia educativa. Estas pruebas incluyen entrevistas con estudiantes y observación del uso de simulación en las aulas. Las simulaciones están escritas en HTML5 (con algunas simulaciones antiguas en Java o Flash) y pueden ejecutarse en línea o descargarse. Todas las simulaciones son de código abierto (consulte nuestro código fuente). Múltiples patrocinadores apoyan el

proyecto PhET, lo que permite que estos recursos sean gratuitos para todos los estudiantes y profesores (PhET, 2024).

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) mediante su Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional (CINTERFOR) define la competencia laboral de la siguiente forma: “capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral plenamente identificada. La competencia laboral no es una probabilidad de éxito en la ejecución de un trabajo; es una capacidad real y demostrada” (OIT/CINTERFOR, 2012, p. 1).

¿Cuáles son las competencias laborales más demandadas en la actualidad por la industria? La IOE (International Organisation of Employers) en un reporte elaborado en conjunto con Deloitte, establecen las competencias laborales requeridas por diversas empresas internacionales en la actualidad (ver figura 1).

Figura 1

Encuesta internacional. Competencias laborales requeridas en la actualidad



Nota: El gráfico representa los resultados de la encuesta internacional efectuada por IOE/Deloitte. Tomado de Las competencias del futuro: informe de evaluación (p. 10), por International Organisation of Employers y Deloitte, 2020.

De la figura anterior, se observa que las competencias laborales más requeridas a nivel internacional, a la fecha de elaboración del estudio en comento, son las siguientes: (a) comunicación y colaboración, (b) pensamiento analítico y resolución de problemas, (c) capacidad de adaptación/flexibilidad y curiosidad, (d) creatividad e innovación, (e) liderazgo, (f) competencias de tipo digital y (g) inteligencia emocional.

Por lo que, a criterio del que investiga, las competencias (a), (b), (c), (d), (e) y (f) pueden ser desarrolladas y/o potenciadas mediante el uso del simulador PhET en la materia de Circuitos Eléctricos.

En lo relacionado con las competencias laborales demandadas por la industria metalmeccánica local, el autor Castillo (2020, p. 75) determina que son requeridas las siguientes: (a) trabajo en equipo, (b) capacidad en la solución de problemas, (c) compromiso con el entorno, (d) orientación a la calidad total y (e) multihabilidad técnica.

Considerando el que investiga que las competencias laborales (a), (b), (d) y (e) pueden ser desarrolladas y/o potenciadas con el uso del simulador PhET en la materia propuesta.

Con respecto a la educación de los adultos, Ha sido de explorada investigación documental las diferencias en los procesos de aprendizaje de niños (pedagogía) y adultos (andragogía) según Martínez (2009), por lo que, la andragogía persigue dos principales metas: (a) formular los planes de estudio conforme a las características de aprendizaje de los adultos y (b) diseñar las experiencias de aprendizaje que consideren las características de personalidad y aprendizaje de los adultos.

Por otra parte, Ruíz (2001) estableció que las principales características del aprendizaje de los adultos son las siguientes: (a) aplican pensamiento crítico-analítico, (b) tienen una conexión entre cognición y afecto, (c) requieren de tareas significativas, (d) tienden a aprender fácilmente por modelado y (e) requieren poner en práctica lo aprendido de inmediato a efecto de retención.

En el mismo orden de ideas, Tokuhama-Espinosa (2005) menciona que los adultos requieren de los siguientes aspectos para aprender: (a) prefieren la autodirección, aplicando análisis y toma de decisiones; (b) tienden a aprender y retener información cuando tienen la oportunidad de concatenarla con experiencias previas; (c) requieren de poner en práctica de forma inmediata lo aprendido y (d) se enfocan en el contenido práctico mientras se les dificulta el contenido teórico.

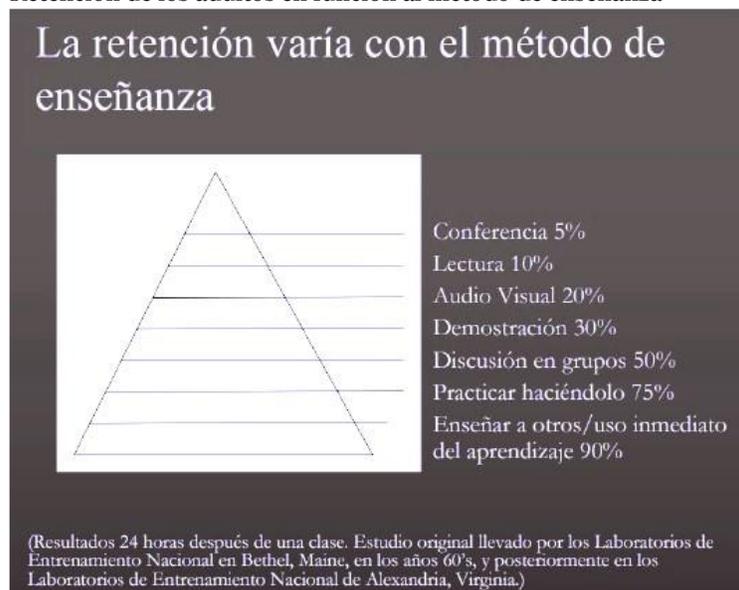
El mismo autor, Tokuhama-Espinosa (2005), terminó su explicación sobre el aprendizaje de adultos de la siguiente forma: “La persona que realiza el trabajo es la persona que aprende” (p. 26), agregando que el medio ambiente de aprendizaje debe reunir los siguientes factores: (a) debe tener un ambiente seguro, (b) el tutor debe mantener una libertad intelectual, (c) respeto, (d) estrategias de autodirección educativa, (e) el tutor debe generar retos paulatinos, (f) fomentar aprendizaje activo y (g) dar retroalimentación inmediata.

El autor en comento, Tokuhama-Espinosa (2005), expuso que el nivel de retención del aprendizaje del adulto depende del método de enseñanza, compartiendo la información que se muestra en la figura 2.

Por lo tanto, los autores que sustentan la forma de aprender de los adultos concuerdan en que: (a) aplican pensamiento crítico-analítico, este aspecto los hace idóneos para comprender los conceptos abstractos de la materia propuesta en la presente investigación; (b) aprenden más fácilmente los contenidos prácticos, este aspecto los hace idóneos para el modelado como técnica de instrucción; (c) requieren de autodirección, este aspecto los hace idóneos para utilizar Unidades Didácticas en vez de libros de texto y (d) requieren de aprendizaje activo, este aspecto los hace idóneos para potenciar habilidades.

Figura 2

Retención de los adultos en función al método de enseñanza



Nota: Retención de aprendizaje de adultos en función al método de enseñanza. Se observa un 90% de retención cuando se pone en práctica de inmediato el aprendizaje. Tomado de: ¿Cómo aprenden los adultos?, (p. 25), por Tokuhama-Espinosa. 2005.

Por lo tanto, los autores que sustentan la forma de aprender de los adultos concuerdan en que: (a) aplican pensamiento crítico-analítico, este aspecto los hace idóneos para comprender los conceptos abstractos de la materia propuesta en la presente investigación; (b) aprenden más fácilmente los contenidos prácticos, este aspecto los hace idóneos para el modelado como técnica de instrucción; (c) requieren de autodirección, este aspecto los hace idóneos para utilizar Unidades Didácticas en vez de libros de texto y (d) requieren de aprendizaje activo, este aspecto los hace idóneos para potenciar habilidades.

En resumen, los 4 principales aspectos del aprendizaje de adultos son alcanzables y aplicables al uso del simulador propuesto utilizándose tal y como se propone en la presente investigación.

Con respecto al uso del simulador PhET como generador de conocimiento significativo, David Ausubel, uno de los clásicos de la Psicología del Aprendizaje, en su libro “The psychology of meaningful verbal learning” (La psicología del aprendizaje verbal significativo) describió el aprendizaje significativo de la siguiente manera: “Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: de todos los factores que influyen en el aprendizaje, el más importante es lo que el alumno ya sabe. Averígüese esto y enséñese tomándolo en cuenta”. (Ausubel, 1963 en Moreira, 2000, p. 8).

Se hace notar que el aprendizaje significativo consta de las siguientes fases:

- **“Lo que el alumno ya sabe”**.- Conocimiento que se encuentra en la estructura cognitiva del alumno (Moreira, 2000).

- **“Averígüese esto”**.- Indagar, explorar, conocer lo que el alumno tiene en su estructura cognitiva (Moreira, 2000).
- **“Enséñese tomándolo en cuenta”**.- Enseñar sobre lo que el alumno sabe, esto es, construir el conocimiento sobre conceptos anteriormente colocados (Moreira, 2000). Este precepto del aprendizaje significativo es conocido como “constructivismo”, esto es, construir el nuevo aprendizaje sobre conceptos anteriormente aprendidos.

Si se concatena lo expresado por Ausubel (1963) con respecto al aprendizaje significativo con las investigaciones anteriormente citadas de Ruíz (2009) y Tokuhamma-Espinosa (2005) con respecto a la forma en que aprenden los adultos, se infiere que el aprendizaje significativo es también alcanzable por los adultos, siempre y cuando se asegure que se sigue la metodología correcta que fomente el proceso adecuado entre este tipo de aprendices.

Se estima que el uso de simuladores en el proceso de aprendizaje de adultos ayudará a fomentar la adquisición de aprendizaje significativo.

Así mismo, con referencia al uso del simulador PhET como Medio Ambiente de Aprendizaje, Daza y Becerra (2015) definieron el “ambiente de aprendizaje” de la siguiente forma: “El ambiente de aprendizaje no se limita a las condiciones materiales o relaciones interpersonales básicas entre los actores del proceso educativo. Este se instaura en las dinámicas que constituyen dicho proceso” (p. 151).

Por lo tanto, para Daza y Becerra (2015) el ambiente de aprendizaje va más allá del aula o la interacción de los alumnos entre sí y con los maestros. El ambiente de aprendizaje es la interacción de cada uno de los elementos del proceso: contenidos, materiales, herramientas, tecnología educativa, método de enseñanza y método de aprendizaje con la finalidad de lograr aprendizaje significativo.

Siguiendo la misma línea de razonamiento, Williams (2014) en Castro (2019) definió ambiente de aprendizaje como: “...aquél lugar, contexto y cultura en el que los estudiantes aprenden, que comprende las interacciones entre los diferentes elementos que confluyen en él. Es así que este puede ser físico, remoto, virtual, en la escuela, fuera de ella” (p. 43).

Por lo tanto, Williams (2014) en Castro (2019) concordó con Daza y Becerra (2015) en que el ambiente de aprendizaje es una interacción de cada uno de los elementos que conforman el proceso de aprendizaje, lo que incluye la tecnología educativa, por lo que, no debe existir ningún inconveniente en utilizar el simulador PhET como parte del ambiente de aprendizaje.

Finalmente, utilizando el simulador PhET como complemento a la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), El Simulador PhET y el Aprendizaje Basado en Problemas

Barrows (1986) en Morales y Landa (2004), definió el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP en adelante) de la siguiente forma: los problemas planteados por el docente son el eje y partida de la construcción de todo nuevo aprendizaje. Este método se considera idóneo como estrategia de aprendizaje para materias de ciencia con alto contenido abstracto, como Matemáticas, Física, Química, Economía y otras similares.

Por lo tanto, Barrows (1986) en Morales y Landa (2004), explicó las características más importantes que tiene el ABP: (a) aprendizaje centrado en el alumno, (b) aprendizaje mediante grupos pequeños, (c) los profesores son guías, (d) los problemas son el centro del aprendizaje, (e)

los problemas son vehículos para el desarrollo de habilidades, (e) nueva información se adquiere mediante la resolución de los problemas y (f) fomenta el aprendizaje significativo.

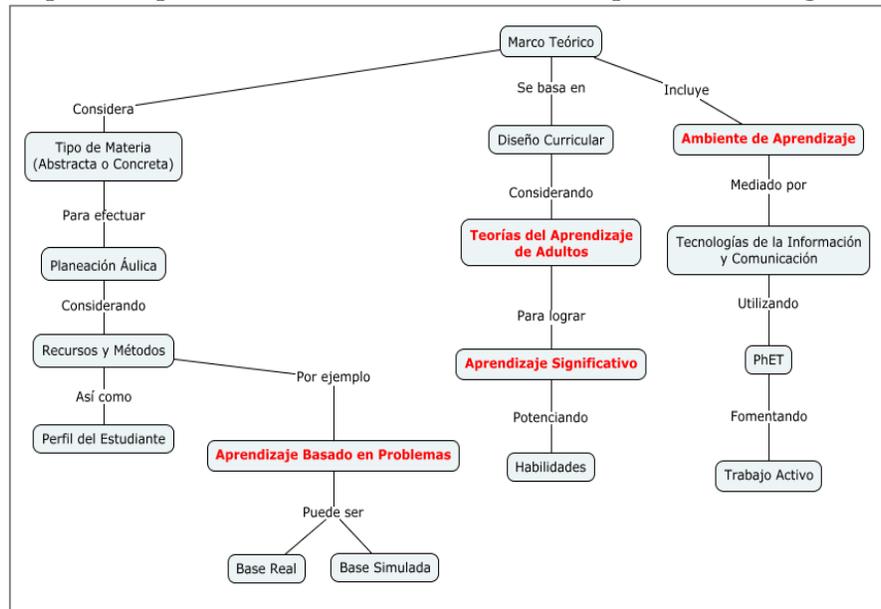
Los autores Morral, Bou, Cabot, Capitán, Díaz, Fatjó, Macaya, Montmany y Romero (2002) establecieron que el ABP ayuda a desarrollar las siguientes habilidades personales o competencias laborales: (a) trabajo en equipo, (b) apego a procedimientos, (c) aprendizaje en y para la comunidad, (d) pensamiento abstracto, (e) pensamiento crítico y (f) lectura comprensiva.

Siendo trabajo en equipo, apego a procedimientos y pensamiento crítico habilidades personales que se consideran competencias laborales y que son buscadas en la industria local.

En resumen, las bases teóricas de la presente investigación y su interacción se muestran en la figura 3.

Figura 3

Mapa Conceptual, muestra el Marco Teórico de la presente investigación

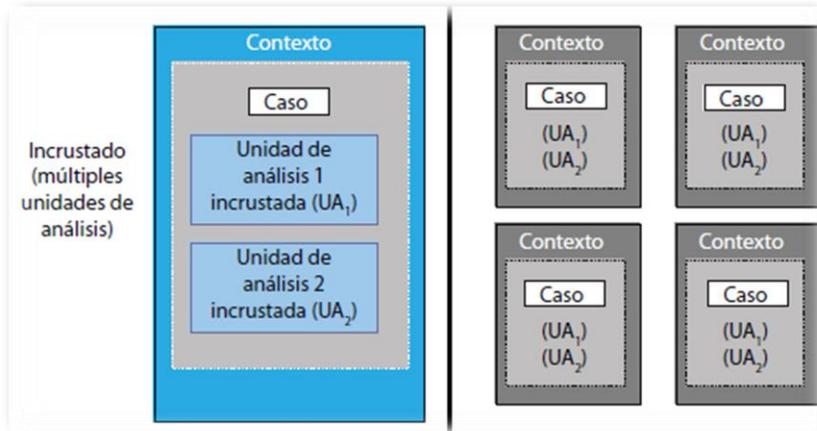


Nota: Se muestran en color rojo los conceptos más importantes del Marco Teórico de la presente investigación. Fuente: autor de la investigación.

Metodología/ Análisis teórico

El diseño de la presente investigación se basa en un análisis cualitativo de tipo estudio de caso intrínseco de unidades incrustadas, que según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) se conforma por la secuencia mostrada en la figura 4. Diseño de Análisis Cualitativo de Tipo Estudio de Caso Intrínseco de Unidades Incrustadas

Figura 4



Nota: Descripción del diseño metodológico de la presente investigación. Tomado de: Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta, (Recursos en Línea, Capítulo 4, p. 25), por Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008.

La investigación se desarrolló siguiendo las fases mostradas en la figura 5.

Figura 5



Nota: Se muestran las fases del desarrollo de la presente investigación. Fuente: autor de la investigación.

Con la finalidad de dar certeza, validez y confiabilidad a la investigación, se utilizó la herramienta de *Google Forms* para recolectar información y dar tratamiento matemático a los datos, además de triangular la información con diversos autores para evitar el sesgo natural del investigador (ver tabla 1).

Tabla 1.

Certeza, validez y confiabilidad de la presente investigación

Criterio	Definición	Cumplimiento en la investigación
Certeza	Tiene que ver con la forma en que los datos han sido interpretados y que se encuentren libres del sesgo del investigador. (Sandín, 2000).	Los datos fueron procesados por una aplicación electrónica evitando la manipulación consciente o inconsciente del investigador.
Validez	Tiene que ver con la forma en que los datos han sido validados contra otras fuentes de información. (Sandín, 2000).	Se trianguló la información recabada entre las fuentes así como contra documentos para evitar el sesgo del investigador.
Confiabilidad	Tiene que ver con la forma en que los datos han sido recolectados y no han sido distorsionados por el investigador. (Sandín, 2000).	Los participantes alimentaron los datos directamente a un procesador electrónico evitando la manipulación consciente o inconsciente del investigador.

Nota: Muestra las bases de certeza, validez y confiabilidad de la presente investigación. Fuente: autoría propia.

Las encuestas aplicadas a los docentes, dicentes así como el material diseñado para prácticas piloto, pueden ser analizados en los apéndices de la presente investigación.

El análisis cualitativo no es de tipo muestreo matemático según lo estipulado por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) por lo que la muestra está abierta a lo que considere conveniente el investigador. Con esta base, la muestra seleccionada por el investigador se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Tabla de Muestreo de Participantes

Participante	Población sujeta a Estudio	Muestra Seleccionada
Docentes	6	5
Dicentes	30	14

Nota: Muestreo de la presente investigación. Fuente: autoría propia.

Si bien Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) recomiendan para el tipo de estudios cualitativos como el que se propuso, una muestra para el caso de los Alumnos de al menos 10 individuos, el que investiga consideró que el hecho de aumentar la muestra 40% (aumentar de 10 a 14 personas) no demerita los resultados del estudio, al contrario, ayuda a profundizar el entendimiento de los fenómenos en análisis.

La Tabla 3 muestra los conceptos desarrollados en la presente investigación y demuestra la idoneidad de la metodología planteada en la presente investigación.

Tabla 3

Tabla de Conceptos en la Presente Investigación

Concepto	Tipo	Clasificación	Definición
Simulador PhET (Medio Ambiente de Aprendizaje mediado por TIC).	Variable Independiente	Cualitativa	No hay un valor intrínseco asociado, depende de la vivencia de cada individuo.
Método de Aprendizaje (Recursos y Métodos).	Variable Dependiente	Cualitativa	No hay un valor intrínseco asociado, depende de la vivencia de cada individuo.
Circuitos Eléctricos.	Control	No Aplica	Delimitación del fenómeno.
Nivel Técnico.	Delimitación	No Aplica	Delimitación del fenómeno.

Nota: Conceptos que interactúan en la presente investigación. La interacción de éstos hace idónea la presente investigación según la metodología planteada. Fuente: autoría propia.

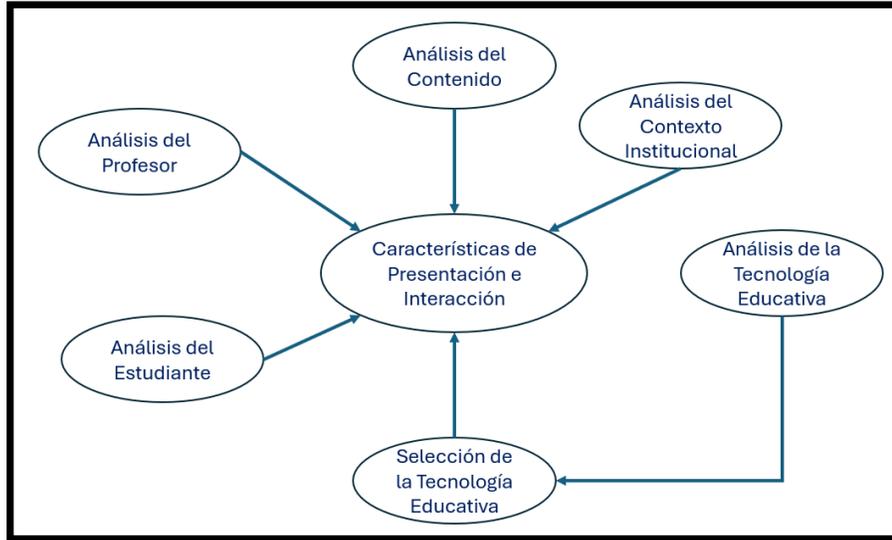
Análisis de resultados

Con la finalidad de establecer un método de evaluación para justificar racionalmente la selección de cualquier tipo de tecnología educativa, el autor Escamilla (1998) propone el siguiente proceso (ver figura 6): (a) Análisis del contenido, (b) análisis del contexto institucional, (c) análisis de la tecnología educativa. (Selección de la Tecnología Educativa), (d) análisis del estudiante y (e) análisis del Profesor.

Al efectuar cada una de las etapas sugeridas por el autor en comentario, el simulador PhET resulta idóneo para ser utilizado en la materia de Circuitos Eléctricos tal y como se propone en la presente investigación.

Con la finalidad de no perder objetividad por un sesgo inconsciente o consciente del que investiga, se procedió a efectuar la comparación o triangulación proporcionada por los dos grupos involucrados, docentes y dicentes, con respecto a sus experiencias vivenciales por el uso del simulador propuesto denominado PhET durante las prácticas piloto.

Figura 6
Metodología de justificación de tecnología educativa



Nota: Modelo de justificación de tecnología educativa. Tomado de: Selección y uso de Tecnología Educativa, (p. 13), por Escamilla, 1998.

Para efectuar la triangulación de información, se procede a efectuarla mediante la herramienta denominada “Cuadro Comparativo”, resultando la información que se muestra en la tabla 4:

Tabla 4
Cuadro comparativo entre información proporcionada por docentes y dicentes con respecto al simulador PhET.

Docentes	Dicentes
4-cuatro docentes están a favor con que el uso del simulador propuesto ayuda a potenciar conocimientos, habilidades y competencias.	Los 14-catorce participantes establecen que: Las prácticas de prueba del simulador PhET les ayudó a cumplir los objetivos de aprendizaje.
No hay una preferencia de los docentes hacia algún particular uso del simulador propuesto con alguno de los temas del contenido de la materia de Circuitos Eléctricos.	El simulador PhET tiene alto contenido real y les ayuda a comprender y entender los fenómenos eléctricos así como potenciar habilidades.
Cuatro docentes han tenido experiencia utilizando con anterioridad simuladores como herramienta de aprendizaje en los alumnos sin consultarlo con el área de Diseño Curricular.	El simulador PhET es una herramienta útil a su formación técnica.
	13-trece de los 14-catorce participantes considera que el uso del simulador PhET les ayudó a desarrollar trabajo en conjunto con sus compañeros.

Nota: Muestra la triangulación de la información proporcionada por los grupos sometidos al fenómeno de estudio. Autoría propia.

Conclusiones

Tratando de conjuntar la totalidad de la información recabada, mostrando los conceptos involucrados en la presente investigación, se presenta el resumen mostrado en la tabla 5.

Tabla 5

Resumen de la información recabada en la presente investigación.

Concepto	Docentes	Dicentes
El simulador PhET ayuda a desarrollar y potenciar habilidades y competencias.	A favor	A favor
El simulador PhET ayuda a conceptualizar los conceptos abstractos de la materia de Circuitos Eléctricos.	A favor	A favor
El simulador PhET es una herramienta útil para el aprendizaje de Circuitos Eléctricos	A favor	A favor
El simulador PhET ayuda al cumplimiento de objetivos de aprendizaje de Circuitos Eléctricos.	A favor Justificado por la metodología de Escamilla (1998)	A favor Justificado por la metodología de Escamilla (1998)

Nota: Muestra un resumen general de los conceptos que se han planteado en la presente investigación desde las perspectivas de los participantes. Autoría propia.

Con esta triangulación de información proveída por docentes y dicentes comparando los factores de análisis para justificar el simulador PhET como tecnología educativa, así como al triangular la información recabada en la presente investigación con las investigaciones que sirvieron de sustento a la misma, esto es, las investigaciones de Martínez, Collazo y Guardarrama, (2022); González, Jordán y Palmar (2020); Cortines (2021) y Blanquicett (2020), se tiene por comprobado que el simulador propuesto es idóneo para su aplicación en la materia de Circuitos Eléctricos en el nivel educativo de Técnico también propuesto.

Adicionalmente, no fueron encontradas discrepancias entre la información proporcionada por los docentes y los practicantes con respecto al uso del simulador PhET como complemento al aprendizaje en la materia de Circuitos Eléctricos según los datos que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6

Comentarios de los involucrados con respecto al uso del simulador PhET

Docentes	Dicentes
“A favor, practicidad e interactuar con el simulador aprenden mas (sic) rápido”.	“El uso de simuladores me parece una parte fundamental para aprender ya que es lo más parecido a la realidad eso (sic) en conjunto con las herramientas y partes mecánicas, hidráulicas etc, con la que vamos a trabajar (sic) son un punto clave para el desarrollo de las habilidades”.
“Favor, debido que contribuye al alumno a un mayor aprendizaje y entendimiento en los fenómenos eléctricos, el cual fomenta a tener bases en la física (sic) y electricos (sic) bien cimentados, y así a su vez un mejor desarrollo en proyectos”.	“Es una forma de no hacer un daño físicamente a los dispositivos o equipos de la empresa”.
“A favor. Son herramientas de alto impacto y bajo costo en los estudiantes”.	“Porque no gastamos en material”.

Nota: Muestra un resumen general de los puntos de vista de los participantes del estudio con respecto al uso del simulador PhET como complemento al aprendizaje en Circuitos Eléctricos. Autoría propia.

Por lo tanto, el que investiga recomienda el uso del simulador PhET como se establece en la presente investigación en la materia de Circuitos Eléctricos a nivel Técnico.

Se concluye la investigación con las siguientes recomendaciones: No existe inconveniente alguno para que se utilice el simulador PhET como estrategia de aprendizaje en la materia de Circuitos Eléctricos a nivel técnico en la Escuela Industrial PTS.

Se recomienda que la implementación de la tecnología educativa de simuladores sea debidamente seleccionada, justificada y aplicada como parte integral de una Política de la Institución y una planificación tanto del área de Diseño Curricular como del docente, utilizando estrategias de aprendizaje activo en los educandos adultos, por lo que es importante destacar 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 (Martínez et al., 2022, p. 4).

Si bien el simulador PhET es interactivo, versátil y económico, no es la solución para todo tipo de materias, por lo que, en caso de que se desee hacer extensivo el arreglo a otras materias, se recomienda basar las decisiones de selección y uso de la tecnología educativa en métodos racionales que consideren a los dos principales actores del uso: docentes y dicentes así como el tipo de materia y la tecnología educativa potencial que podría desplegar el simulador en análisis.

Formar un equipo de 2-dos ó 3-tres docentes para trabajar en conjunto con las áreas de Diseño Instruccional y Tecnologías de la Información para mantener un proceso de monitoreo constante y aplicación de criterios de selección de tecnología educativa de punta.

Y por último, con la finalidad de mantener el curso o materia en un proceso de mejora continua, se recomienda establecer un sistema de métricos para determinar la eficiencia y eficacia educativa de los simuladores utilizados, con la finalidad de utilizar los simuladores idóneos con tecnología de punta de manera constante.

Referencias

- Blanquicett, W. (2020). Incorporación de un simulador para el diseño y comprensión de Circuitos Electrónicos en el área de T&I Grado Décimo, en el Municipio de Cereté. [Tesis para obtener el grado de Magister en Tecnologías Digitales Aplicadas a la Educación]. Universidad de Santander Campus Virtual. Tomado de: <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/3240c129-3653-42c7-b197-a316295dc4f9/content>
- Castillo, J. (2020). Competencias clave que favorecen el desempeño laboral del trabajador técnico de la industria metalmecánica en Nuevo León. [Tesis para obtener el grado de Doctor en Filosofía con Especialidad en Administración]. Universidad Autónoma de Nuevo León. Tomado de: <http://eprints.uanl.mx/19594/>
- Castro, M. (2019). Ambientes de aprendizaje. *Sophia*, 15(2), pp. 40-54. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1794-89322019000200040&script=sci_arttext
- Cortines, L. (2021). Uso de simuladores en la Enseñanza-Aprendizaje de la Electricidad de 1º de Bachillerato. [Tesis de Doctorado]. Escuela de Máster y Doctorado de la Universidad de La Rioja.
- Daza, J. y Becerra, W. (2015). Ambientes de aprendizaje o ambientes educativos.: Una reflexión ineludible. *Revista de Investigaciones UCM*, 15(25), pp. 144-158. Recuperado de: <https://revistas.ucm.edu.co/index.php/revista/article/view/39>
- Escamilla, J. (1998). Selección y uso de tecnología educativa. Editorial Trillas, S. A. de C.V.: Ciudad de México.
- González, C., Jordán, R. y Palmar, L. (2022). Uso de los Simuladores Industriales como Alternativa Educativa y su Influencia en la Educación Técnica. *RECITIUTM*, 8(2), pp.c56-75. Tomado de: <http://201.249.78.46/index.php/recitiutm/article/view/200>
- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Editorial McGraw Hill: México.
- IOE/Deloitte. (2020). Las competencias del futuro: informe de evaluación. Recuperado de: <https://www.ioe-emp.org/index.php?eID=dumpFileyt=fyf=147698ytoken=8f13cbdc83aabdoc9e5a3767898561e6f9181e97>
- Martínez, M., Collazo, Z. y Guardarrama, J. (2022). Empleo del simulador PhET como recurso educativo para mejorar el aprendizaje de los Circuitos Eléctricos. *Horizonte Pedagógico*, 11(3), pp. 23-33. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Maykop-Perez-Martinez/publication/364214073_Empleo_del_simulador_PhET_como_recurso_educativo_en_el_aprendizaje_de_los_circuitos_electricos/links/633f70a7ff870c55ce06bcc8/Empleo-del-simulador-PhET-como-recurso-educativo-en-el-aprendizaje-de-los-circuitos-electricos.pdf

- Martínez, R. (2009). *Modelo Andragógico. Fundamentos*. Universidad del Valle de México: Ciudad de México.
- Morales, P. y Landa, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Revista Teoría*. Vol. 13. Pp. 145-157. Recuperado de:
<http://148.202.167.116:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/574/Aprendizaje%20basado%20en%20problemas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Moreira, M. (2000). Aprendizaje Significativo. *Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) Setor Técnico da Biblioteca Professora Ruth de Souza Schneider Instituto de Física/UFRGS*. Recuperado de: https://www.if.ufrgs.br/public/tapf/tapf_v30n3.pdf
- Morral, A., Bou, T., Cabot, A., Capitán, A., Díaz, J., Fatjó, J., Macaya, J., Montmany, A. y Romero, D. (2002). Aprendizaje basado en problemas. *Revista de fisioterapia*, núm. 1, pp. 26-32. Recuperado de: <https://dau.url.edu/handle/20.500.14342/752>
- OIT/ Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional. (2012). 1. ¿Qué es competencia laboral?. Recuperado de:
<https://www.oitcinterfor.org/p%C3%A1gina-libro/1-%C2%Bfqu%C3%A9-competicencia-laboral>
- PhET. (2024). *Simuladores de la Universidad de Colorado*. Recuperado de:
<https://phet.colorado.edu/es/>
- Ruiz, C. (2001). ¿CÓMO APRENDEN LOS ADULTOS?. *CARACTERÍSTICAS DEL PENSAMIENTO*. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 1(1). Recuperado de:
<https://revistas.um.es/red/article/view/25151>
- Sandín, P. (2000). *CRITERIOS DE VALIDEZ EN LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA: DE LA OBJETIVIDAD A LA SOLIDARIDAD*. *Revista de Investigación Educativa*, 18(1), pp. 223-242. Recuperado de:
<https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/45190/1/Criterios%20de%20validez%20en%20la%20investigacion%20cualitativa%20de%20la%20objetividad%20a%20la%20solidaridad.pdf>
- Tokuhama-Espinosa, T. (2005). *¿Cómo aprenden los adultos?*. Presentación Power Point. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Tracey-Tokuhama-Espinosa/publication/228952834_Como_aprenden_los_adultos/links/0f317531cec879835d000000/Como-aprenden-los-adultos.pdf