

Artículo derivado de experiencia social o didáctica

DOI: <http://doi.org/10.15517/revedu.v50i1.3452>

## Propuesta didáctica basada en una simulación PhET: Integración de laboratorios virtuales en la enseñanza de Ciencias en educación primaria

*Didactic proposal based on a PhET simulation: Integration  
of virtual laboratories in the teaching of Science in primary  
education*

Marco Vinicio López Gamboa  
Dirección Regional de Educación Peninsular, Ministe-  
rio de Educación Pública  
Puntarenas, Costa Rica  
[marco.lopez.gamboa@mep-go.cr](mailto:marco.lopez.gamboa@mep-go.cr)  
<https://orcid.org/0000-0003-4477-6487>

Recepción: 23 de setiembre de 2025

Aceptado: 4 de noviembre de 2025

### ¿Cómo citar este artículo?

López Gamboa, M. V. (2026). Propuesta didáctica basada en una simulación PhET: Integración de laboratorios virtuales en la enseñanza de Ciencias en educación primaria. *Revista Educación*, 50(1). <http://doi.org/10.15517/revedu.v50i1.3452>

Esta obra se encuentra protegida por la licencia Creativa Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional



## RESUMEN

En el contexto de la creciente incorporación de herramientas tecnológicas en la educación, este artículo documenta la experiencia de un taller sobre simulaciones *PhET*, implementado como recurso didáctico en el desarrollo de un planeamiento de Ciencias para quinto grado, alineado con los lineamientos del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. El objetivo del estudio es analizar la implementación de estas simulaciones en la mediación pedagógica en Ciencias para la educación primaria. El diseño metodológico se enmarca en una investigación-acción de enfoque cualitativo, en la que participaron docentes de educación primaria en ejercicio, con más de cinco años de experiencia, quienes compartieron sus percepciones sobre la aplicación de esta herramienta en la enseñanza de Ciencias. Para recolectar la información se utilizó un cuestionario en línea diseñado para capturar las opiniones de los participantes. El análisis de datos se realizó mediante un enfoque temático, identificando patrones y tendencias en las respuestas de los docentes. Las conclusiones evidencian que las simulaciones *PhET* y la propuesta de planeamiento son herramientas versátiles y prácticas; sin embargo, las principales recomendaciones subrayan la importancia de realizar un análisis previo del contexto educativo para asegurar la efectiva implementación de estas herramientas en el aula.

**PALABRAS CLAVE:** Tecnología educativa, Recursos didácticos, Trabajos prácticos, Formación continua de docentes.

## ABSTRACT

This article provides a firsthand account of a workshop on *PhET* simulations held in Costa Rica, aimed at developing a fifth-grade science curriculum that adheres to the requirements established the Ministry of Public Education, given the increasing use of technological resources in education. The main study objective was to examine simulations as instructional tools for teaching science at the primary school level. The methodology was based on qualitative action research among primary school teachers with a minimum of five years of experience. Teachers were asked to submit their viewpoints regarding the use of these tools to teach science. Participant viewpoints were obtained through interviews and questionnaires during the data-gathering phase. A thematic approach was utilized to discern themes and patterns among instructor responses. It is concluded that *PhET* simulations and the proposed lesson plans comprise excellent as well as adaptable educational resources. However, it is important to highlight that a preliminary assessment of the educational context is required to effectively implement these tools in a classroom setting.

**KEYWORDS:** Educational technology, Teaching materials, Practical work, Teacher training.

## INTRODUCCIÓN

La temática por tratar está centrada en el uso de simulaciones virtuales, particularmente las proporcionadas por la plataforma *PhET*. El uso de las simulaciones virtuales ha dinamizado las clases de Ciencias y mediado la realización de experiencias de laboratorio, tanto en contextos de educación primaria como de secundaria. De ahí que, herramientas como las simulaciones *PhET*, potencian el acercamiento del profesorado y estudiantado a no solo comprender de una manera más gráfica los conceptos de la Física, Química, Biología; además, de las ciencias de la tierra y el espacio, matemática y estadística, que los ayudan a comprender y modelar los diferentes fenómenos de la naturaleza, de una forma más interactiva y visual. Como resaltan [Wieman et al. \(2008\)](#), las personas estudiantes desarrollan sus propios modelos mentales y su comprensión de la ciencia, gracias a la interacción con las simulaciones *PhET*. En este orden de ideas, [López-Tavares \(2020\)](#) resalta que las simulaciones en ciencias permiten explorar fenómenos manipulando variables y observando sus efectos de forma inmediata mediante animaciones.

Por eso el objetivo de la investigación es introducir a las personas docentes en el uso de estos recursos, además de lo que lo implementen en su planeamiento didáctico de Ciencias, en el contexto de la educación primaria, a partir de la experiencia de un taller realizado en el IV Congreso de Educación Primaria de la Universidad de Costa Rica, realizado en agosto de 2024. Puesto que, las simulaciones *PhET* son un recurso muy accesible, que involucra el uso de la tecnología educativa, además, de que se pueden trabajar sin la necesidad de conexión a internet, tanto desde dispositivos móviles como desde computadoras, dando así un acercamiento a los laboratorios de Ciencias de una manera virtual.

### Marco teórico

Las simulaciones *PhET* son herramientas, versátiles y dinámicas para el desarrollo de las lecciones de asignaturas asociadas a las Ciencias Naturales, como Física, Química y Biología, inclusive Matemática. Puesto que, a través de ellas, se pueden replicar fenómenos de la naturaleza, en un contexto de aula, como lo indican [López-Tavares y Orozco \(2017\)](#), “las simulaciones computacionales son programas informáticos diseñados con el propósito de comprender o predecir el funcionamiento de un sistema dinámico real, representado por un determinado modelo, mediante la experimentación en entornos virtuales” (p. 3). Además, este tipo de herramientas resultan particularmente adecuadas para investigar y experimentar en Ciencias Naturales ([Bizzio et al., 2024](#)), ya que permiten una exploración más interactiva y visual de los fenómenos, facilitando la comprensión de conceptos complejos de manera más accesible.

*The Physics Educational Technology*, mejor conocidas simulaciones *PhET*, surgen de un proyecto realizado en la Universidad de Colorado Boulder, en el año 2002, a partir de programación en Java y/o Flash, ejecutables desde cualquier navegador, gracias a los aportes de especialistas como Carl

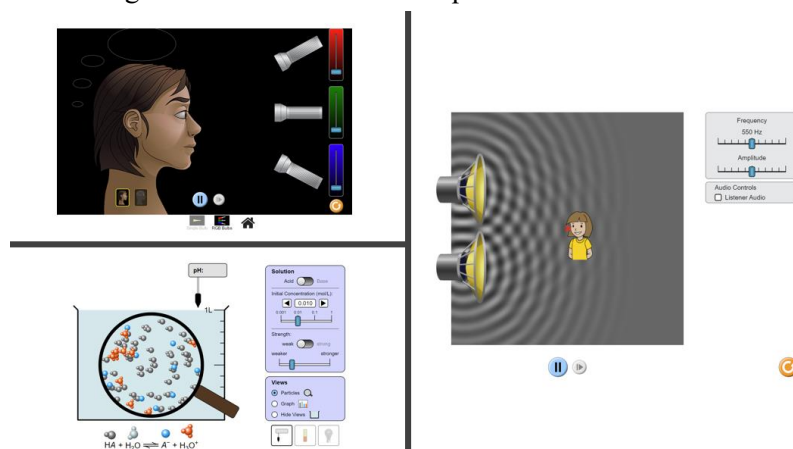
Wieman, Mike Dubson, Ron LeMaster, Chris Malley, Danielle Harlow, entre otros (Albarracín & Ramírez, 2017; Finkelstein et al., 2006). Además, esta herramienta ha migrado en su código de programación de Java al formato HTML-5, permitiendo que sea más accesible y adaptable a las necesidades digitales actuales, siendo, además, multipantalla y multiplataforma, es decir que puede ser utilizada desde cualquier dispositivo móvil, con Android o iOS. Así como, desde cualquier computadora con cualquier sistema operativo, sea Windows, Mac Os o cualquiera de las distribuciones de Linux.

Albarracín y Ramírez (2017) destacan que las simulaciones *PhET* fueron diseñadas para que las personas estudiantes realicen una comprensión conceptual de la Física por medio de la exploración y del aprendizaje activo que estas aportan. Esto debido, a que mediante, este tipo recursos, se puede ir más allá de las ecuaciones y la resolución tradicional de problemas de Física o cualquier explicación teórica, puesto que permiten vivenciar y emular las fundamentaciones que se exponen en el aula.

En la Figura 1, se pueden apreciar algunas simulaciones *PhET* para diferentes áreas del conocimiento

**Figura 1.**

Algunas de las simulaciones que ofrece *PhET*



*Nota.* Corresponden a pantallazos de varias simulaciones *PhET*

Fuente: University of Colorado Boulder (2024), <https://phet.colorado.edu/>

López-Tavares y Orozco (2017), destacan algunas ventajas de utilizar simulaciones, como las siguientes:

- Acepta aportaciones de los usuarios y presenta los resultados en gráficos o tablas, permitiendo a los estudiantes jugar un papel más activo en el proceso educativo.
- Favorece la construcción de modelos mentales adecuados.
- Ayuda al cambio conceptual.
- Permite observar el fenómeno desde diferentes puntos de vista.
- Ayuda a dotar de significado a las expresiones matemáticas y poder interpretar datos.
- Motivan al estudio de las ciencias y son interesantes para los estudiantes (pp. 3-4).

De acuerdo con lo planteado por [Amadeu y Leal \(2013\)](#), el empleo de simulaciones contribuye a una mayor comprensión de ciertos fenómenos físicos. Esto se debe a que las simulaciones posibilitan la incorporación de elementos gráficos y animaciones en un mismo entorno, lo cual facilita la asimilación de conceptos complejos.

Por otro lado, el uso de estos recursos tecnológicos se enmarca en lo que se conoce como Conocimiento Tecnológico Didáctico del Contenido o *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)*, descrito por [Mishra y Koehler \(2006\)](#) como la forma de integrar la tecnología con la mediación pedagógica de uno o varios contenidos. Puesto que, el docente debe analizar de previo, la coherencia de los recursos tecnológicos que vaya a implementar en sus clases con los contenidos a desarrollar, y no simplemente hacer uso de tecnología educativa, solo porque está de moda, como destaca [Warschauer \(2003\)](#), “para así evitar darle a las personas juguetes nuevos a través de tecnologías de alta definición” (p. 45). Por lo tanto, es esencial comenzar con un análisis del entorno educativo, que considere el perfil del estudiantado y los factores relevantes, para garantizar que los recursos educativos promuevan un aprendizaje significativo. Como manifiestan [Arancibia-Olivares et al., \(2024\)](#), la falta de evidencia empírica que vincule los laboratorios con el aprendizaje y la ausencia de intencionalidad pedagógica clara dificulta definir objetivos y perspectivas educativas en su uso.

Asimismo, el uso de estos recursos es afín a la metodología de indagación, descrita como forma alternativa de enseñanza que se atribuyen diversidad de interpretaciones y variaciones ([Retana-Alvarado & Vázquez-Bernal, 2019](#)), como la expuesta por [Pérez-Villalobos et al. \(2017\)](#), en que el estudiantado encuentre soluciones y realice nuevas interrogantes, puesto que se involucran activamente en hacer observaciones, recolectar, analizar y sintetizar información, a la vez que generan conclusiones y van desarrollando habilidades útiles para resolver problemas. Todo lo anterior, en coherencia con lo que promueve el Ministerio de Educación Pública de Costa Rica, en los programas de estudio de Ciencias, donde establece a la metodología basada en la indagación como estrategia a desarrollar en las lecciones de esta asignatura, según el Ministerio de Educación Pública ([MEP, 2016](#)), “en las actas No. 40-2008, No. 54-2008 y No. 06-2009 del Consejo Superior de Educación (CSE), se asume la indagación como una estrategia que permite caracterizar los procesos de enseñanza aprendizaje en la educación científica costarricense” (p. 15), tanto para primaria como secundaria, y que se aprecia en la [Figura 2](#).

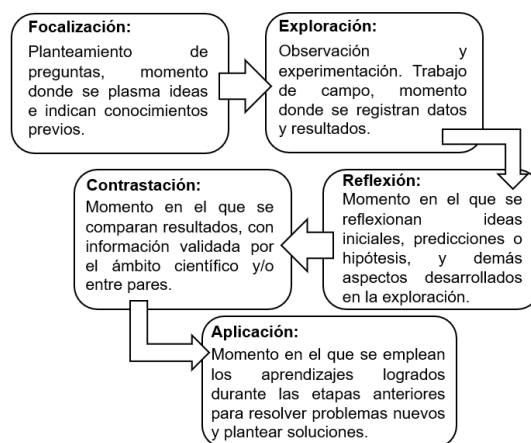
A través, de la etapa de la exploración y reflexión-contrastación se promueven las prácticas de laboratorio, que, en muchos de los centros educativos de Costa Rica, sobre todo públicos, no existen o se carecen de los recursos necesarios para su desarrollo e implementación. De ahí que, por medio de los laboratorios virtuales, definidos por [Maurel et al. \(2014\)](#) como la representación de un entorno con recursos para investigaciones científicas o técnicas, diseñados por un sistema informático; y en particular de las simulaciones *PhET*, se puede dar ese primer acercamiento a las prácticas de labora-

torio. Puesto que permiten, desarrollar habilidades científico-tecnológicas en el estudiantado, como las que destaca [Fernandez-Marchesi \(2018\)](#) al citar a Carrascosa et al. (2006) y Del Carmen (2011):

- Favorecen a la reflexión de los estudiantes, incluyendo las implicancias entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA).
- Conceden la importancia a la elaboración de diseños y a la planificación de la actividad experimental por los propios estudiantes.
- Fomentan la dimensión colectiva del trabajo científico organizando equipos de trabajo.
- Ayudan de forma inestimable para avanzar en la comprensión de los planteamientos teóricos de la ciencia y el desarrollo del razonamiento científico (p. 207).

**Figura 2.**

**Etapas de la metodología de la indagación**



*Nota.* Modificado del Programa de Estudio Ciencias Primero y Segundo Ciclo Educación General Básica

Fuente: Ministerio de Educación Pública (MEP, 2016).

El uso de este tipo de recursos convierte el aula de ciencias en un laboratorio virtual, que puede ser utilizado desde las computadoras o dispositivos móviles. Como destacan [López et al. \(2017\)](#) que “incluso el propio móvil se le considera cada vez más como un ‘pequeño laboratorio de bolsillo’, ya que incorporan sensores internos: cámara fotográfica, micrófono, geolocalización, acelerómetro interno, etc.” (p. 692).

La implementación de laboratorios virtuales en la asignatura de ciencias, mediante estrategias didácticas incluidas en el planeamiento, permite al docente acercar al estudiantado a la investigación y experimentación científica escolar. Además, estos se pueden realizar desde cualquier parte, sin excluir al estudiantado de zonas alejadas ([Ureña-Elizondo & Arguedas-Matarrita, 2018](#)).

Además, ayudan a las personas estudiantes a interpretar y comprender fenómenos de la naturaleza que no pueden representarse de manera adecuada en la pizarra debido a su nivel de abstracción. La virtualidad en las experiencias de ciencias les permite desarrollar la seguridad experimental y ser más rápidas en cuanto a la recolección de datos ([López, 2021](#); [Rutten et al., 2012](#)).

Finalmente, estas herramientas, además de democratizar el acceso a la experimentación científica, fomentan las competencias científicas y de análisis del estudiantado. De ahí que, por medio de los laboratorios en general, promueven aprendizajes conceptuales y procedimentales, al mismo tiempo que integran conocimientos, actitudes y habilidades aplicables en contextos reales (Seery et al., 2019). En este particular, de forma virtual, para así comprender cómo aprende y se desenvuelve el estudiantado en diferentes entornos según destacan Chinn y Jordanou (2023).

## METODOLOGÍA

El objetivo principal se centra en que se integre el uso de las simulaciones PhET en las estrategias didácticas, mediante el planeamiento didáctico, en el contexto de la enseñanza de las Ciencias en educación primaria. La investigación está basada en la investigación y la acción, definida por Bausela-Herreras (2004), como el proceso continuo en el que las personas docentes, van integrando la reflexión y el trabajo intelectual, a la vez que analizan sus experiencias educativas, con un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo. Puesto que, se exponen los aspectos más relevantes del objeto de estudio (Hernández-Sampieri et al., 2014), que, para este caso, son las experiencias de las personas participantes taller. A continuación, en la [Tabla 1](#) se expone la agenda que se desarrolló.

**Tabla 1.**

Cronograma del taller

Actividad	Duración
Presentación del facilitador por parte del moderador(a)	5 min
Exposición conceptual del tema por parte del facilitador	5 min
Instrucciones básicas del taller por parte del facilitador	5 min
Desarrollo del taller	65 min
Clausura del taller, agradecimiento del facilitador hacia las personas participantes y moderador(a).	10 min

Fuente: Elaboración propia.

Las personas participantes del estudio fueron docentes de I y II Ciclo de Educación General Básica (educación primaria) que imparten la asignatura de Ciencias. El grupo estuvo conformado por 8 personas con edades entre los 20 y 49 años, y una experiencia laboral de entre 5 y 13 años. Quienes fueron seleccionados de forma no probabilística, ya que su participación fue voluntaria, representando una pequeña fracción de los más de 50 asistentes al IV Congreso de Educación Primaria.

A continuación, la [Figura 3](#) muestra parte del desarrollo del taller.

Como parte de la dinámica del taller, se presentó un ejemplo de planeamiento didáctico y se desarrollará parte de este, específicamente la sección de exploración y reflexión-contrastación. Además, la actividad se centró en una simulación titulada: Formas y cambios de energía, afín a los criterios

de evaluación (aprendizajes esperados) del programa de estudio de Ciencias del MEP (2016), para el quinto año de primaria, como se presenta en la [Tabla 2](#).

**Figura 3.**

Desarrollo del taller



*Nota.* Taller desarrollado en el IV Congreso de Educación de Educación Primaria, de la Universidad de Costa Rica, en agosto de 2024.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 2.**

Extracto del contenido de Ciencias para el nivel de quinto grado

Nivel	Eje temático	Criterio de evaluación
Quinto año de la Educación General Básica	Uso sostenible de la energía y los materiales, para la preservación y protección de los recursos del planeta.	Identificar las aplicaciones de diferentes clases de energía en las actividades cotidianas que se realizan en la comunidad. Describir algunas transformaciones de la energía, utilizando diferentes materiales presentes en el entorno. Apreciar el uso eficiente de las transformaciones de la energía, que posibilitan la realización de diferentes actividades en la vida cotidiana.

*Nota.* Para el desarrollo de este planeamiento, solo se consideraron 2 de los 3 criterios de evaluación..



Fuente: Tomado y modificado del Programa de Estudio Ciencias Primero y Segundo Ciclo Educación General Básica (MEP, 2016).

Para esto se utilizó la simulación PhET: Formas y cambios de energía, puesto que expone cómo funcionan los diferentes tipos de energías renovables, y permite comprender lo asociado, a sus diferentes clases y transformaciones. Además de sus aplicaciones en la vida cotidiana.

En la **Figura 4** se presenta parte del planeamiento didáctico utilizado.

**Figura 4.**

Parte del planeamiento didáctico, sección exploración

Aprendizajes esperados	Estrategias de mediación	Indicadores
	<p><b>Exploración</b></p> <p>A partir de la simulación PhET "Formas y cambios de energía":</p>  <p><a href="https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=es">https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=es</a></p> <p>También se puede acceder a la simulación a partir de la app de PhET (en Android) con el siguiente logo:</p>  <p>Se dan instrucciones básicas sobre la simulación y se describen sus partes:</p> <p>Nota: esta actividad la puede proponer para realizar en parejas o de forma individual, en función del acceso a dispositivos móviles o computadoras.</p>	<p>Registra información sobre las aplicaciones de las diferentes formas de energía a través de recursos tecnológicos.</p> <p>Describe las diferentes clases de energía que se dan en las actividades cotidianas que se realizan en la comunidad de forma oral y escrita.</p> <p>Analiza las diferentes clases de energía que se dan en las actividades cotidianas que se realizan en la comunidad de forma oral y escrita.</p>

*Nota.* Captura de pantalla tomada de planeamiento didáctico.

Fuente: López-Gamboa (2024a).

Además, se elaboró una guía de trabajo complementaria al planeamiento didáctico, en la que se detalla, paso a paso, lo solicitado durante la etapa de exploración. En la **Figura 5** se puede apreciar parte de esta guía.

**Figura 5.**

Guía de trabajo, paso 1

MINISTERIO DE EDUCACIÓN PÚBLICA | GOBIERNO DE COSTA RICA

Nombre del Centro educativo: \_\_\_\_\_  
Nombre del o la docente: \_\_\_\_\_

Asignatura: \_\_\_\_\_  
Nivel: \_\_\_\_\_  
Ciclo lectivo: \_\_\_\_\_

**Guía de trabajo con simulación: Formas y cambios de energía**

A partir de la simulación PhET "Formas y cambios de energía":



[https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes\\_all.html?locale=es](https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-forms-and-changes/latest/energy-forms-and-changes_all.html?locale=es)

También se puede acceder a la simulación a partir de la app de PhET (en Android) con el siguiente logo:



A continuación, se describen los elementos básicos de simulación y sus partes:

Las fuentes de energía:



Mecánica Mecánica Luminosa Térmica

Los transformadores o generadores de energía:



Generador Panel solar

Y finalmente los dispositivos de salida de energía, es decir tipo de energía que se manifiesta como resultado:



1: calentador  
2: bombillo con filamento  
3: bombillo fluorescente  
4: aspas (abanicón)

Luego se solicita a los estudiantes seguir las siguientes indicaciones<sup>1)</sup> y se les indica que tomen las notas correspondientes.

Paso 1:

A partir de la siguiente figura:



*Nota.* Captura de pantalla tomada de la guía de trabajo.

Fuente: López-Gamboa (2024b).

Los pasos por seguir, según las acciones ejecutadas desde la simulación, acordes a los indicadores del planeamiento (ver [Figura 4](#)) solicitados en la etapa de exploración en el planeamiento didáctico. A través del siguiente código QR (ver [Figura 6](#)), se pueden descargar los archivos del planeamiento y guía de trabajo.

**Figura 6.**

Código QR que da acceso al planeamiento y a la guía de trabajo



*Nota.* Enlace: <https://acortar.link/er3xI3>.

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente, se les facilitó un cuestionario digital, diseñado en Microsoft Forms, para recopilar sus percepciones y aportes (ver [Anexo](#)). Para capturar las percepciones de las personas docentes, respecto al planeamiento, la guía de trabajo y la simulación utilizada, entre otros aspectos.

Previamente las diferentes actividades desarrolladas en el planeamiento didáctico y la guía de trabajo fueron validadas por un grupo piloto de dos personas estudiantes, ver [Figura 7](#), de primer y sexto grado, que trabajaron juntas, parte de las actividades, las cuales destacaron las siguientes apreciaciones:

- Como hacer energía eléctrica.
- Jugar con la computadora.
- Jugar con ciencia.
- Todo nos gustó.

Además, se contó con la validación de un panel de expertos conformado por personas docentes de diversas especialidades, como la enseñanza de las Ciencias, educación primaria y enseñanza del inglés, entre otros, con formación académica a nivel de licenciatura y maestría. Las principales observaciones realizadas por este grupo se presentan en la [Tabla 3](#).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En lo que respecta a los resultados, del cuestionario aplicado a las personas participantes se exponen en la [Tabla 4](#).

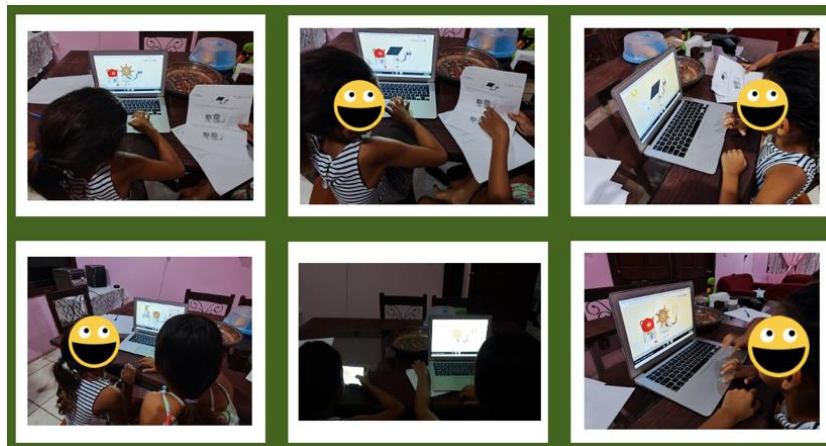
Se puede notar en estas percepciones, que reconocen la utilidad no solo simulación, sino, del planeamiento didáctico propuesto, en cuanto, a su coherencia y que se basa en los lineamientos del MEP. Puesto que, además de fundamentarse en la metodología de la indagación (ver [Figura 2](#)), incorpora

elementos de la educación STEM/STEAM en cuanto al desarrollo de habilidades científico-tecnológicas, así como de educación ambiental, ver sección aplicación en propuesta planeamiento en la [Figura 6](#).

No obstante, queda a la reflexión y a investigaciones futuras analizar los resultados de su implementación, con estudiantado de quinto grado, así como estudiar los demás aspectos asociados, tales como las limitaciones que se encuentren, en los correspondientes contextos educativos.

**Figura 7.**

Personas estudiantes del grupo piloto



Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 3.**

Observaciones de expertos

Observaciones
Excelente elección para evaluar las aplicaciones de diferentes clases de energía.
Muy pertinentes los objetivos con la simulación, ya que abarca las diferentes formas de energía.
Es muy preciso.
Describe el contexto.
Ser más específico en el contexto de aula, en cuanto a las necesidades especiales.
Excelente manera de describir las actividades.
Es significativo y se desarrolla muy bien.
El tiempo propuesto es acertado para cada actividad. Sin embargo, no se menciona cuánto tiempo se destina para la etapa de aplicación.
Puede aportar mucho a la inclusión.
Excelente elección de actividades para la metodología indagatoria.
Veo algunas inconsistencias científicas en la simulación, pero está bien para entender el concepto básico.

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 4.**

## Percepciones de los participantes del taller

Pregunta	Síntesis de respuestas
¿La simulación propuesta fomentará la enseñanza y el aprendizaje centrados en el estudiantado?	Aprendizaje global y significativo; atención del estudiantado mediante dinamismo, movimiento y color; innovación digital; material de apoyo valioso.
¿Considera que el planeamiento didáctico y la guía de trabajo, ayudará al estudiantado a alcanzar los objetivos de aprendizaje previstos?	Planeamiento claro, coherente con normativa; facilita organización docente; promueve aprendizaje significativo mediante tecnología integrada.
¿Considera que el contenido de la actividad es científicamente y/o matemáticamente preciso, además de desarrollar progresivamente la comprensión del estudiantado de manera coherente?	Contenido orientado y ajustado al programa del MEP; precisión variable según contexto, requiere evaluación previa.
¿Recomendaría este tipo simulaciones a colegas?	Simulaciones prácticas, dinámicas, entretenidas, innovadoras y útiles para analizar situaciones; dinamizan las lecciones.
¿Recomendaría este planeamiento y la guía de trabajo a colegas?	Planeamiento claro, práctico, alineado al MEP; permite uso tecnológico, adaptado a necesidades del aula.

Fuente: Elaboración propia.

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Las simulaciones *PhET* demuestran cómo funciona su herramienta didáctica, sobre todo se muestra su compatibilidad con el enfoque indagatorio empleado en la enseñanza de las Ciencias. Puesto que, promueve el aprendizaje más vivencial del estudiantado, acercándolos a la experimentación científica, a las prácticas de laboratorio, a la obtención de datos y al análisis de información, desarrollando así en el estudiantado habilidades y vocaciones científicas. A la vez, que se fomenta el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, y la alfabetización digital, entre otras, que están en sincronía con las dimensiones de la transformación curricular del MEP.

Las personas participantes coinciden, en que la utilización de estas herramientas potencia en el estudiantado un rol más activo, sin embargo, también subrayan la importancia de evaluar el contexto educativo, previa implementación de cualquier innovación o idea educativa. Sin embargo, debido al tamaño limitado de la muestra, estas apreciaciones no pueden considerarse concluyentes ni ex-

trapolables, siendo esta la principal limitación de esta propuesta. Por lo cual, se sugiere utilizar esta propuesta de planificación o desarrollar una similar para llevar a cabo una experiencia parecida con una muestra más amplia de profesorado, e inclusive desarrollar una investigación desde un enfoque cuantitativo, lo que permitiría generar las apreciaciones más robustas e identificar necesidades con un mayor número de personas participantes del estudio.

No obstante, es recomendable que el profesorado este anuente a explorar, analizar e implementar este tipo de herramientas tecnológicas en su práctica educativa, sobre todo, porque estamos ingresando a la era de la Inteligencia Artificial, la cual indudablemente aportará tanto retos como facilidades, en la mediación pedagógica y procesos de enseñanza-aprendizaje. Este fenómeno es comparable al impacto que tuvieron en su momento la llegada de Internet, los smartphones y sus variadas apps, entre otros. En este contexto, es elemental que las personas educadoras fortalezcan su *TPACK*, mientras simultáneamente instruyen a sus estudiantes en el manejo eficaz de la información digital, puesto que las personas docentes son gestoras de los procesos de enseñanza - aprendizaje en este entorno digital en constante evolución.

Finalmente, se recomienda que el profesorado integre simulaciones de este tipo en sus prácticas, evaluando previamente el contexto educativo para garantizar su pertinencia. Es importante ampliar las experiencias con muestras más grandes y estudios cuantitativos para validar los resultados. Asimismo, se insta a fomentar en el estudiantado habilidades digitales y manejo responsable de la información, preparándolos para los retos de la era de la Inteligencia Artificial.

### **Agradecimiento**

A la Dirección Regional de Educación Peninsular, y a M.Sc. Marcenett Villegas Ovares, jefa del Departamento de Asesorías Pedagógicas, por haber apoyado y promovido esta investigación.

### **REFERENCIAS**

- Albarracín, R. H. y Ramírez, M. H. (2017). Aplicación del sistema 4MAT apoyado en las simulaciones PhET para el desarrollo de competencias científicas empleando como eje de aprendizaje el tema de onda. *Latin American Journal of Physics Education*, 11(3), 1-11. [http://www.lajpe.org/sep17/08\\_Albarracin\\_3308.pdf](http://www.lajpe.org/sep17/08_Albarracin_3308.pdf)
- Amadeu, A. y Leal, J. (2013). Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la Física. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(3), 177-188. <https://doi.org/10.5565/REV/EC/V31N3.765>
- Arancibia-Olivares, R. I., Barriga-González, G., y Reyes-González, D. (2024). Aportes latinoamericanos al proceso de aprendizaje dentro del laboratorio de pregrado. *Educación Química*, 35(2), 51-67. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2024.2.84695>
- Bausela-Herrerías, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana*, 35(1), 1-9. <https://doi.org/10.35362/rie3512871>

- Bizzio, M. Á., Guirado, A. M. y Maturano-Arrabal, C. I. (2024). Uso de simulaciones científicas interactivas para fortalecer la formación inicial de docentes de Química. *Revista Educación*, 48(1), 1-20. <http://doi.org/10.15517/revedu.v48i1.56052>
- Chinn, C. A., y Iordanou, K. (2023). Theories of Learning [Teorías del Aprendizaje]. En *Handbook of Research on Science Education*. Routledge.
- Fernandez-Marchesi, N. E. (2018). Actividades prácticas de laboratorio e indagación en el aula. *Tecné, Episteme Y Didaxis: TED*, (44), 203-218. <https://doi.org/10.17227/ted.num44-9001>
- Finkelstein, N. D., Adams, W. K., Keller, C. J. y Perkins, K. K. (2006). High-Tech Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project [Herramientas de alta tecnología para la enseñanza de la física: El Proyecto de Tecnología para la Física Educativa]. *Journal of Online Learning and Teaching*, 2(3), 1-32. <https://jolt.merlot.org/vol-2no3/finkelstein.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. y Baptista-Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw-Hill.
- López, V. (2021). ¿Para qué usar herramientas digitales en el aula de ciencia? *Revista de Educación en Biología*, 3(especial), 27-29. <http://congresos.adbia.org.ar/index.php/congresos/article/view/857>
- López, V., Couso, D., Simarro, C., Garrido, A., Grimalt, C., Hernández, M. y Pintó, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 691-698. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334748>
- López-Gamboa, M. (2024a). *Propuesta de planeamiento didáctico de Ciencias quinto grado, ejemplo mes de agosto*. Asesoría Regional de Ciencias, Dirección Regional de Educación Peninsular. <https://acortar.link/er3xI3>
- López-Gamboa, M. (2024b). *Guía de trabajo con simulación: Formas y cambios de energía*. Asesoría Regional de Ciencias, Dirección Regional de Educación Peninsular. <https://acortar.link/er3xI3>
- López-Tavares, D. (2020). Estrategias didácticas para el uso eficaz de las simulaciones interactivas en el aula. *Latin American Journal of Science Education*, 7(1), 1-13. [https://www.lajse.org/may20/2020\\_12019.pdf](https://www.lajse.org/may20/2020_12019.pdf)
- López-Tavares, D. y Orozco, J. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *Latin American Journal of Physics Education*, 11(2), 2322-1-2322-10. [http://lajpe.org/jun17/2322\\_AAPT\\_2017.pdf](http://lajpe.org/jun17/2322_AAPT_2017.pdf)
- Maurel, M., Dalfaro, N. y Soria, H. (2014, 12-14 de noviembre). *El laboratorio virtual: Una herramienta para afrontar el desgranamiento* [Congreso]. Memorias del Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación 2014. Buenos Aires, Argentina. [https://www.researchgate.net/publication/365797749\\_El\\_laboratorio\\_virtual\\_una\\_herramienta\\_para\\_afrontar\\_el\\_desgranamiento](https://www.researchgate.net/publication/365797749_El_laboratorio_virtual_una_herramienta_para_afrontar_el_desgranamiento)

- Ministerio de Educación Pública [MEP]. (2016). *Programa de Estudio de Ciencias Primero y Segundo Ciclo de Educación General Básica*. MEP. <https://www.mep.go.cr/sites/default/files/media/ciencias1y2ciclo2018.pdf>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge [Conocimiento Tecnológico Didáctico del Contenido: un marco para el conocimiento docente]. *Teacher College Record*, 108(6), 1017-1054. [https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA\\_PUNYA.pdf](https://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf)
- Pérez-Villalobos, H., Torres-Salas, M. y Gómez-Lépiz, A. (2017). El aprendizaje por indagación como opción para desarrollar la unidad de hidrostática del programa de física de décimo año, de la Educación Diversificada de Costa Rica. *Revista Ensayos Pedagógicos*, 12(2), 169-193. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ensayospedagogicos/article/view/10105>
- Retana-Alvarado, D. y Vázquez-Bernal, B. (2019). Educación científica basada en la indagación: análisis de concepciones didácticas de maestros en ejercicio de Costa Rica a partir de un modelo de complejidad. *Revista Educación*, 43(2), 175-192. <https://doi.org/10.15517/revedu.v43i2.32427>
- Rutten, N., van Joolingen, W. y van der Veen, J. (2012). The learning effects of computer simulations in science education [Los efectos de aprendizaje de las simulaciones por computadora en la educación científica]. *Computers & Education*, 58(1), 136-153. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Seery, M. K., Agustian, H. Y., y Zhang, X. (2019). A framework for learning in the chemistry laboratory [Un marco para el aprendizaje en el laboratorio de química]. *Israel Journal of Chemistry*, 59(6-7), 546-553. <https://doi.org/10.1002/ijch.201800093>
- University of Colorado Boulder. (2024, 10 de julio). *PhET Interactive Simulations* [Simulaciones interactivas de PhET]. PhET. <https://phet.colorado.edu/>
- Ureña-Elizondo, F. y Arguedas-Matarrita, C. (2018). Diseño de laboratorios virtuales para la enseñanza de la física. *Revista Internacional de Aprendizaje*, 5(1), 55-64. [https://www.researchgate.net/publication/327602156\\_Diseño\\_de\\_laboratorios\\_virtuales\\_para\\_la\\_enseñanza\\_de\\_la\\_física](https://www.researchgate.net/publication/327602156_Diseño_de_laboratorios_virtuales_para_la_enseñanza_de_la_física)
- Warschauer, M. (2003). Demystifying the digital divide [Desmitificando la brecha digital]. *Scientific American*, 289(2), 42-47. <http://www.jstor.org/stable/26060401>
- Wieman, C. E., Adams, W. K. y Perkins, K. K. (2008). PhET: Simulations That Enhance Learning [PhET: Simulaciones que mejoran el aprendizaje]. *Science*, 322, 682-683. [https://phet.colorado.edu/publications/PhET\\_Simulations\\_That\\_Enhance\\_Learning.pdf](https://phet.colorado.edu/publications/PhET_Simulations_That_Enhance_Learning.pdf)



**ANEXO**

**Figura 8.**

Código QR que da acceso al cuestionario de Microsoft Forms



*Nota.* Enlace: <https://forms.office.com/r/aTKBan2dmk>

Fuente: Elaboración propia.