

## Impacto del Simulador PhET en la Capacidad de Indagación con Estudiantes Universitarios

**Rafael Vásquez Alegría<sup>1</sup>**

[rafael.vasquez@unapiquitos.edu.pe](mailto:rafael.vasquez@unapiquitos.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0002-1835-7978>

Universidad Nacional  
de la Amazonia Peruana  
Iquitos – Perú

**Linda Priscilla López Alvarado**

[linda.lopez@unapiquitos.edu.pe](mailto:linda.lopez@unapiquitos.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0001-6342-6189>

Universidad Nacional  
de la Amazonia Peruana  
Iquitos – Perú

**Luis Enrique Capcha Vega**

[Luis.capcha@unapiquitos.edu.pe](mailto:Luis.capcha@unapiquitos.edu.pe)  
<https://orcid.org/0009-0004-5157-5418>

Universidad Nacional  
de la Amazonia Peruana  
Iquitos – Perú

**Lita Macedo Torres**

[lita.macedo@unapiquitos.edu.pe](mailto:lita.macedo@unapiquitos.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0003-1587-1573>

Universidad Nacional  
de la Amazonia Peruana  
Iquitos – Perú

**Jack Vela Orbe**

[jack.vela@unapiquitos.edu.pe](mailto:jack.vela@unapiquitos.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0002-2878-5925>

Universidad Nacional  
de la Amazonia Peruana  
Iquitos – Perú

**Susy Karina Dávila Panduro**

[susy.davila@unapiquitos.edu.pe](mailto:susy.davila@unapiquitos.edu.pe)  
<https://orcid.org/0000-0001-5235-532X>

Universidad Nacional  
de la Amazonia Peruana  
Iquitos – Perú

### RESUMEN

Es estudio se fundamentó en evaluar el impacto que tiene el uso de los simuladores PhET en el área de las ciencias, para ser usado como una estrategia de enseñanza-aprendizaje y poder ver mejorado la capacidad de indagación en estudiantes de nivel universitario, desde su inicio como cachimbos hasta sus últimos niveles en la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, de esta manera poder analizar la efectividad que puede tener los simuladores PhET, cuando son puestos a prueba en muestra los cuales fueron 64 estudiantes. La investigación se desarrolló en forma experimental y su diseño fue de tipo pre-experimento con un pre-test y post-test, aplicado a un solo grupo. Para realizar la ejecución del trabajo se utilizó la técnica de la observación indirecta y el instrumento fue un test. Como resultados importantes se pudo obtener que del 100% de estudiantes; cuando se hizo el levantamiento de la información antes del uso del simulador PhET, se obtuvo que el 75,4% de los estudiantes obtuvieron una calificación de Regular, y después de realizar el test, el resultado final fue que el 58,4 % de los estudiantes obtuvieron una calificación de Bueno, por lo que se puede afirmar que hubieron diferencias significativas entre los momentos donde se realizaron el levantamiento de la información y se puede decir que el simulador PhET, tiene un impacto positivo en la capacidad de indagación en los estudiantes universitarios..

**Palabras Claves:** *software educativo; simulador; interactivo.*

---

<sup>1</sup> Autor principal

Correspondencia: [rafael.vasquez@unapiquitos.edu.pe](mailto:rafael.vasquez@unapiquitos.edu.pe)

# **Impact of the PhET Simulator on Inquiry Skills With Undergraduate Students**

## **ABSTRACT**

This study was based on evaluating the impact of the use of PhET simulators in the area of science, to be used as a teaching-learning strategy and to improve the capacity of inquiry in university level students, from their beginning as cachimbos to their last levels in the Faculty of Education Sciences and Humanities of the National University of the Peruvian Amazon, in order to analyze the effectiveness of PhET simulators, when they are tested in a sample of 64 students. The research was developed in experimental form and its design was of pre-experiment type with a pre-test and post-test, applied to a single group. To carry out the work, the indirect observation technique was used and the instrument was a test. As important results it could be obtained that of the 100% of students; when the information was collected before the use of the PhET simulator, 75.4% of the students obtained a grade of Fair, and after the test, the final result was that 58.4% of the students obtained a grade of Good, so it can be affirmed that there were significant differences between the moments when the information was collected and it can be said that the PhET simulator has a positive impact on the inquiry capacity of university students.

*Key words: educational software; simulator; interactive.*

*Artículo recibido 18 agosto 2023  
Aceptado para publicación: 26 setiembre 2023*

## INTRODUCCIÓN

La investigación es una estrategia fundamental para los estudiantes universitarios, ya que les permite desarrollar habilidades críticas y analíticas, adquirir conocimientos en profundidad sobre un tema específico y contribuir al avance del conocimiento en su campo de estudio. Por lo que se puede afirmar que algunos aspectos clave de la investigación en estudiantes universitarios son:

(1) Desarrollo de habilidades: La investigación promueve el desarrollo de habilidades fundamentales como la búsqueda de información, el análisis crítico, la síntesis de ideas, la resolución de problemas y la toma de decisiones basadas en evidencias. Estas habilidades son transferibles y beneficiosas en diversos contextos académicos y profesionales. (2) Profundización en el conocimiento: A través de la investigación, los estudiantes tienen la oportunidad de sumergirse en un tema específico y adquirir un conocimiento en profundidad sobre el mismo.

Esto les permite comprender los aspectos teóricos y prácticos relacionados con su área de estudio, identificar lagunas en el conocimiento existente y formular nuevas preguntas de investigación.

(3) Pensamiento crítico y análisis: La investigación implica analizar y evaluar información proveniente de diversas fuentes. Los estudiantes aprenden a cuestionar las afirmaciones, a evaluar la calidad y fiabilidad de las fuentes de información, y a desarrollar argumentos fundamentados en evidencias. Esto fomenta el pensamiento crítico y la capacidad de análisis, habilidades esenciales en el ámbito académico y profesional. (4) Participación activa en el proceso de aprendizaje: La investigación permite a los estudiantes ser protagonistas de su propio aprendizaje.

En lugar de limitarse a recibir información pasivamente, los estudiantes se involucran de manera activa en la búsqueda de respuestas, la generación de conocimiento y la resolución de problemas.

Esto fomenta su motivación intrínseca y su compromiso con el aprendizaje. (5) Contribución al conocimiento existente: La investigación universitaria puede generar nuevos conocimientos y contribuir al avance de un campo determinado. Los estudiantes tienen la oportunidad de realizar descubrimientos, plantear nuevas teorías o enfoques, y compartir sus hallazgos a través de publicaciones académicas o presentaciones en conferencias. Esto no solo enriquece su propia formación, sino que también contribuye al crecimiento y desarrollo de la comunidad académica.

(Schwartz et al., 2004)

La falta de espacios experimentales o laboratorios adecuados para realizar prácticas en ciencias es una limitación común en muchas instituciones educativas, especialmente en aquellas con recursos limitados o en situaciones donde el acceso a equipos y materiales especializados es difícil. Sin embargo, los simuladores se presentan como una alternativa valiosa para suplir este problema. En este sentido los simuladores permiten recrear entornos virtuales realistas que imitan las condiciones y características de un laboratorio físico. Los estudiantes pueden interactuar con estos entornos de manera similar a como lo harían en un laboratorio convencional, lo que les brinda una experiencia práctica cercana a la realidad; estos simuladores ofrecen una amplia gama de experimentos y escenarios que pueden ser difíciles de reproducir en un laboratorio físico debido a restricciones de tiempo, costo o disponibilidad de equipos. Los estudiantes pueden explorar diferentes situaciones y realizar experimentos virtuales en áreas como la física, la química, la biología y muchas otras disciplinas científicas. Por otro lado los simuladores son una herramienta complementaria a los laboratorios físicos, ya que estos últimos ofrecen una experiencia tangible y la oportunidad de trabajar directamente con equipos y materiales reales. Sin embargo, los simuladores pueden ser una solución efectiva y eficiente para superar las limitaciones de acceso a espacios experimentales o laboratorios y brindar a los estudiantes la oportunidad de practicar y experimentar en el ámbito científico. (Díaz, 2017)

En el año 2020, se desarrolló una investigación donde se estudió el uso de la tecnología de la información y comunicación porque se podía percibir un bajo nivel de manejo y uso de simuladores en los estudiantes, es por ello que se buscó identificar las mejoras que el uso de los simuladores PhET podrían realizar en la carrera de educación, poniéndolo a prueba en las especialidades de química y biología; en especial cuando los estudiantes llevaban la asignatura de química inorgánica, el trabajo que se realizó fue no experimental y no se manipularon las variables por lo que se elaboró una guía de diversas actividades utilizando el simulador PhET que estuvo dirigida a docentes y estudiantes para poder utilizar el sistema en forma óptima. Para obtener los resultados se utilizó una encuesta virtual con diez ítems de respuesta múltiple, donde se trabajó con un total de veintiocho estudiantes y se llegó a la conclusión que el 7% de los estudiantes lograron complementar su aprendizaje a través del uso del simulador PhET, lo que

mostró el poco conocimiento que tienen los estudiantes en esta herramienta y se recomendó que se deben aplicar esos sistemas ya que mejoran la creatividad, motivación, comprensión dentro de las actividades que realiza el docente en el aula. (Velásquez, 2020)

En el año 2018, se llevó a cabo un estudio donde se trabajó el uso de los simuladores educativos para mejorar la formación de los estudiantes del área de ingeniería; en la investigación se dio énfasis en la importancia del uso de estos sistemas en la parte educativa como parte complementaria en la formación del futuro profesional, el estudio también describió amplio análisis de los antecedentes de los sistemas virtuales lo cual dio una buena base teórica sobre e, particular, el trabajo se desarrolló en la asignatura de control y automatización, y tuvo como objetivo poder identificar cuáles son las ventajas y desventajas que tienen estos sistemas simuladores según diversos autores, según su propia experiencia vivida en aula, por otro lado se buscó determinar cuáles sistemas son más adecuados según la naturaleza de la asignatura y el tema tratado. Los resultados obtenidos demostraron que existe una amplia variedad de sistemas ofertados en la web, que pueden usar su potencial didáctico en la ingeniería y que son de fácil acceso para los estudiantes y que permite formar recursos humanos con una formación más integral en estos tiempo de alta competitividad profesional y culmina indicando que los simuladores son una forma de poder subsanar los lugares donde no existen los laboratorios adecuados para realizar las prácticas, por motivos económicos o de infraestructura. (Hurtado Moreno, 2019)

El simulador interactivo Physics Education Technology (PhET) es una herramienta educativa desarrollada por la Universidad de Colorado Boulder que ofrece una amplia gama de simulaciones interactivas en el campo de la física y otras disciplinas científicas. PhET fue creado con el objetivo de mejorar la enseñanza y el aprendizaje de la física, y ha sido utilizado por estudiantes y educadores en todo el mundo. Entre sus características se puede mencionar: (1) Variedad de simulaciones: PhET ofrece una amplia gama de simulaciones interactivas que cubren diversos conceptos de física, desde mecánica y termodinámica hasta electricidad y magnetismo. Además de la física, también cuenta con simulaciones en áreas como química, matemáticas, biología y ciencias de la Tierra. (2) Interfaz interactiva y amigable: Cada simulación de PhET presenta una

interfaz intuitiva y fácil de usar. Los usuarios pueden interactuar con los elementos virtuales en pantalla, ajustar variables, realizar mediciones y observar cómo los cambios afectan el comportamiento del sistema simulado. Esto permite una experiencia práctica y experimental similar a un laboratorio físico real. (3) Visualizaciones realistas: PhET se destaca por sus visualizaciones realistas y detalladas. Los simuladores ofrecen gráficos de alta calidad, animaciones y representaciones visuales que ayudan a los estudiantes a comprender conceptos abstractos y visualizar fenómenos científicos complejos. (4) Experimentación y personalización: Los usuarios pueden llevar a cabo experimentos virtuales en PhET al manipular diferentes variables y condiciones. Pueden cambiar parámetros, ajustar valores, realizar mediciones y observar los resultados en tiempo real. Esto fomenta el espíritu científico de experimentación y permite a los estudiantes explorar distintos escenarios y conceptos. (5) Retroalimentación y guías didácticas: PhET ofrece retroalimentación inmediata y detallada sobre las acciones de los usuarios. Si los estudiantes cometen errores o realizan cambios incorrectos, el simulador les brinda indicaciones y explicaciones para corregir sus acciones y comprender los conceptos subyacentes. Además, el sitio web de PhET proporciona guías didácticas, actividades y recursos adicionales para ayudar a los educadores a integrar de manera efectiva los simuladores en sus planes de estudio. (6) Acceso gratuito y disponibilidad en múltiples plataformas: Los simuladores de PhET están disponibles de forma gratuita a través de su sitio web oficial. Además, se pueden utilizar en una amplia gama de dispositivos y sistemas operativos, incluyendo computadoras de escritorio, tabletas y dispositivos móviles. Es por ello que el simulador interactivo PhET es una herramienta educativa valiosa que proporciona simulaciones interactivas en el campo de la física y otras disciplinas científicas. Con su interfaz amigable, visualizaciones realistas y capacidad de experimentación, PhET ofrece a estudiantes y educadores una experiencia práctica y experimental que ayuda a comprender y visualizar conceptos científicos complejos. (Mallma, 2021)

La capacidad de indagación científica, también conocida como habilidades de investigación científica o pensamiento científico, se refiere a la capacidad de realizar investigaciones de manera sistemática y rigurosa para responder preguntas, resolver problemas y generar conocimiento en el ámbito científico. Esta capacidad implica seguir un enfoque metódico basado en el método

científico y utilizar habilidades críticas y analíticas para obtener y evaluar evidencias. (Posada & Uzuriaga, 2018)

La capacidad de indagación científica es fundamental en la educación, ya que promueve el aprendizaje significativo y profundo. Permite a los estudiantes no solo adquirir conocimientos científicos, sino también desarrollar habilidades y actitudes que son transferibles a otras áreas de estudio y a la vida cotidiana. Al involucrarse en la indagación científica, los estudiantes son partícipes de su aprendizaje, lo que aumenta su motivación y compromiso con la ciencia. (Rodríguez, 2000)

Una de las ventajas de fomentar la capacidad de indagación científica es que ayuda a los estudiantes a desarrollar un pensamiento crítico y analítico. Les enseña a formular preguntas significativas, a evaluar la validez de la información y a tomar decisiones informadas basadas en evidencia. Estas habilidades son esenciales en un mundo donde la información está en constante cambio y donde es crucial discernir entre hechos científicos y pseudociencia. (Acuña, 2021)

Además, la capacidad de indagación científica promueve la forma que tiene los estudiantes para resolver algún problema. Los estudiantes aprenden a enfrentar desafíos, a identificar obstáculos y a buscar soluciones creativas utilizando métodos científicos. Estas habilidades son aplicables en diversas situaciones de la vida real, tanto dentro como fuera del ámbito científico. (Vergara, 2018)

Otro beneficio de la capacidad de indagación científica es que fomenta el pensamiento crítico y la toma de decisiones éticas. Los estudiantes aprenden a evaluar las implicaciones sociales, económicas y ambientales de los problemas científicos y a tomar decisiones informadas considerando diferentes perspectivas. Esto promueve una ciudadanía responsable y consciente de los desafíos globales, alentando a los estudiantes a ser agentes de cambio en su comunidad. (Isaacs, 2018)

Es importante destacar que la capacidad de indagación científica no solo se limita a la adquisición de conocimientos y habilidades científicas, sino que también implica el desarrollo de actitudes y valores. Los estudiantes aprenden a valorar la importancia de la curiosidad, la perseverancia, la colaboración y el respeto por la evidencia científica. Estas actitudes son fundamentales para un

enfoque científico riguroso y dar cimiento a una sociedad que se desarrolla en base a la ciencia objetiva. (Cipagauta, 2017)

## **METODOLOGÍA**

Se utilizó un enfoque de investigación experimental cuantitativo, el cual se caracteriza por la adecuada manipulación y control de las variables involucradas en el estudio. El diseño de investigación adoptado fue pre-experimental, ya que se manipuló de manera explícita la variable X, que en este caso fue el sistema PhET, con el objetivo de analizar su efecto en la variable Y, que se refiere al desarrollo de la indagación científica. Se buscó generar un estímulo específico y luego calcular la diferencia entre las observaciones realizadas.

El método empleado fue el diseño pre-test y post-test con un solo grupo, el cual es utilizado para evaluar el impacto de una intervención o tratamiento en un grupo de participantes. Este diseño implica la medición de una variable antes y después de la intervención para determinar si ha habido cambios significativos. (Hernández & Mendoza, 2018). La población de estudio estuvo conformada por todos los estudiantes de la especialidad de Ciencias Naturales de la Facultad de Ciencias de la Educación y Humanidades de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, contando con un total de 71 estudiantes, en el año 2022.

La técnica utilizada fue la observación indirecta aplicada a los estudiantes antes y después de la aplicación del Simulador PhET en el grupo de estudio; esto permitió identificar el desarrollo de la capacidad de indagación en los estudiantes que formaron parte de la muestra y como instrumento de recolección de datos se empleó una prueba escrita, el cual fue sometido a una validación de contenido mediante el juicio de expertos, obteniendo su aprobación para su aplicación, por otro lado se realizó una prueba piloto para evaluar su confiabilidad, la cual arrojó un resultado de excelente confiabilidad.



## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 1**

La capacidad de indagación antes de utilizar el Simulador PhET.

Capacidad de indagación (Pre-Test)	Deficiente		Regular		Bueno		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Formulación adecuada de la problematización.	15	21.1%	52	73.2%	4	5.6%	71	100%
Estrategias adecuadas para diseñar el estudio.	16	22.5%	51	71.8%	4	5.6%	71	100%
Manejo de sistema para generar resultados y análisis de datos.	17	23.9%	52	73.2%	2	2.8%	71	100%
Realiza la evaluación del trabajo y comunica sus resultados.	14	19.7%	54	76.1%	3	4.2%	71	100%
<b>Promedio</b>	<b>15.5</b>	<b>21.8%</b>	<b>52.3</b>	<b>73.6%</b>	<b>3.3</b>	<b>4.6%</b>	<b>71</b>	<b>100%</b>

Fuente: Obtenido por los autores.

En la Tabla 1, se observa el desarrollo de la capacidad de Indagación en estudiantes universitarios, antes de la implementación del Simulador PhET, y los resultados obtenidos en el 100% de los estudiantes que formaron parte de la muestra, se presentan a continuación: Para la dimensión (1) Formulación adecuada de la problematización, fueron calificados de la siguiente manera: el 21,1% (deficiente), el 73,2% (regular) y el 5,6% (bueno); para la dimensión (2) Estrategias adecuadas para diseñar el estudio, fueron calificados de la siguiente manera: el 22,5% (deficiente), el 71,8% (regular) y el 5,6% (bueno); para la dimensión (3) Manejo de sistema para generar resultados y análisis de datos, fueron calificados de la siguiente manera: el 23,9% (deficiente), el 73,2% (regular) y el 2,8% (bueno); y para la dimensión (4) Realiza la evaluación del trabajo y comunica sus resultados, fueron calificados de la siguiente manera: el 19,7% (deficiente), el 76,1% (regular) y el 4,2% (bueno). Estos resultados reflejan la situación del Desarrollo de la Indagación en los estudiantes antes de la implementación del Simulador PhET y se puede notar que la mayoría de los estudiantes obtuvieron calificaciones en la categoría "Regular" en todas las dimensiones, mientras que un porcentaje más bajo obtuvo calificaciones de "Bueno". Estos hallazgos proporcionan una base para evaluar y medir el impacto del Simulador PhET en el desarrollo de la capacidad de indagación científica en futuros análisis comparativos.

**Tabla 2**

La capacidad de indagación después de utilizar el Simulador PhET.

Capacidad de indagación (Post-Test)	Deficiente		Regular		Bueno		Total	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Formulación adecuada de la problematización.	2	2.8%	30	42.3%	39	54.9%	71	100%
Estrategias adecuadas para diseñar el estudio.	3	4.2%	27	38.0%	41	57.7%	71	100%
Manejo de sistema para generar resultados y análisis de datos.	5	7.0%	26	36.6%	40	56.3%	71	100%
Realiza la evaluación del trabajo y comunica sus resultados.	3	4.2%	25	35.2%	43	60.6%	71	100%
<b>Promedio</b>	<b>3.3</b>	<b>4.6%</b>	<b>27.0</b>	<b>38.0%</b>	<b>40.8</b>	<b>57.4%</b>	<b>71</b>	<b>100%</b>

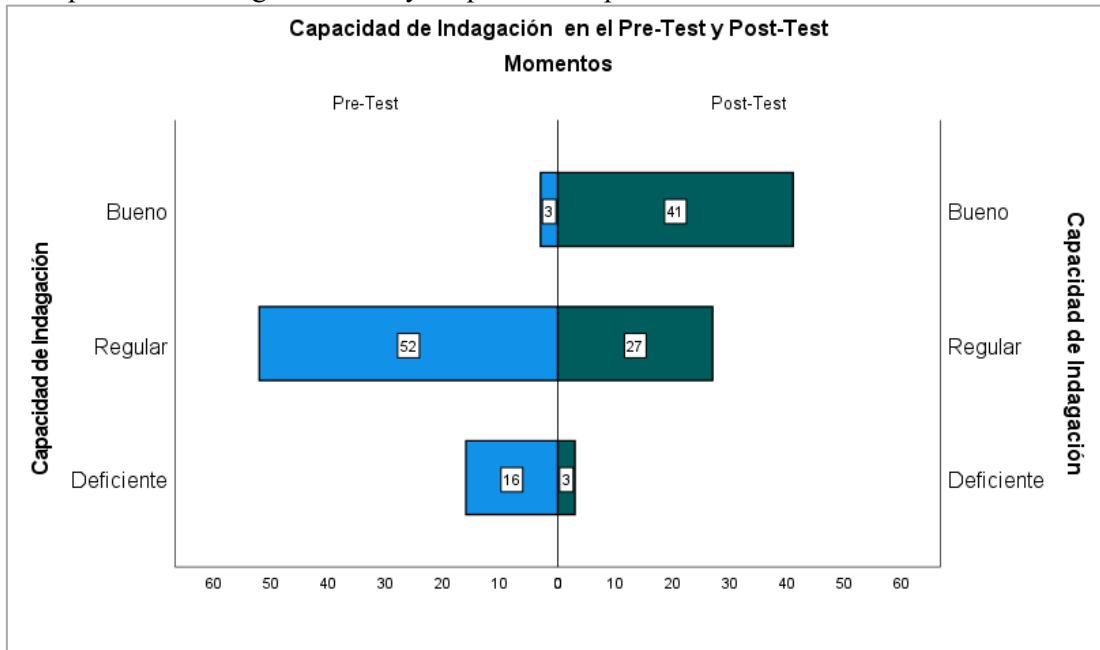
Fuente: Obtenido por los autores.

En la Tabla 2, se observa el desarrollo de la capacidad de Indagación en estudiantes universitarios, después de la implementación del Simulador PhET, y los resultados obtenidos en el 100% de los estudiantes que formaron parte de la muestra, se presentan a continuación: Para la dimensión (1) Formulación adecuada de la problematización, fueron calificados de la siguiente manera: el 2,8% (deficiente), el 42,3% (regular) y el 54,9% (bueno); para la dimensión (2) Estrategias adecuadas para diseñar el estudio, fueron calificados de la siguiente manera: el 4,2% (deficiente), el 38,0% (regular) y el 57,7% (bueno); para la dimensión (3) Manejo de sistema para generar resultados y análisis de datos, fueron calificados de la siguiente manera: el 7,0% (deficiente), el 36,6% (regular) y el 56,3% (bueno); y para la dimensión (4) Realiza la evaluación del trabajo y comunica sus resultados, fueron calificados de la siguiente manera: el 4,2% (deficiente), el 35,2% (regular) y el 60,6% (bueno). Estos resultados reflejan el impacto de la aplicación del Simulador PhET en el desarrollo de la capacidad de Indagación en los estudiantes y se observa que la mayoría de los estudiantes mejoraron su rendimiento en todas las dimensiones después de la intervención, con un aumento significativo en las calificaciones de "Bueno". Estos hallazgos sugieren que el programa simulador interactivo ha sido efectivo para mejorar la capacidad de indagación científica en los estudiantes, proporcionándoles herramientas y recursos que les permiten mejorar

la forma de lograr problematizar alguna situación, elaborar y diseñar las estrategias necesarias para realizar el trabajo, poder gestionar la forma de presentar sus resultados y realizar los análisis de datos, así como poder evaluar todo el trabajo y realizar la difusión de sus hallazgos de manera más efectiva.

**Figura 1**

La capacidad de indagación antes y después de la aplicación del Simulador PhET.



Fuente: Tabla 1 y 2

Como se puede apreciar en la Figura 1, los estudiantes universitarios cuando fueron evaluados antes del uso del Simulador PhET, tuvieron menores capacidades indagativas al momento de desarrollar sus trabajos pero luego de ser capacitado en el sistema y teniendo la oportunidad de utilizarlo en sus clases durante los diferentes temas en la ciencias naturales, pudieron mejorar notablemente sus calificaciones donde en su mayoría obtuvieron una evaluación de “bueno” a diferencia de la primera observación que en su mayoría obtuvieron “regular” con una buena cantidad de evaluaciones “deficientes”, lo que disminuyó en el post-test, pudiendo afirmar que el uso del Simulador PhET, mejora las capacidades de indagación en los estudiantes universitarios, información que coincide con lo reportado por (Díaz, 2017), donde indica que la aplicación del programa interactivo Physics Education Technology PhET, hizo que se mejorara los aprendizajes de los estudiantes en el grupo experimental con relación al grupo de control, concluyendo que es factible de ser utilizado en las clases presenciales y semi-presenciales, de igual manera se puede

mencionar a (Hurtado Moreno, 2019), donde indica que los programas simuladores son herramientas modernas para poder realizar diversas tareas dentro y fuera del aula, brindando un apoyo importante a la mejor formación de estudiantes y la opción más adecuada para implementar en los lugares, donde no es posible tener los laboratorio debidamente implementados y hacer demostraciones a los estudiantes en prácticas dirigidas.

De esta manera, y para poder confirmar los resultados descriptivos obtenidos se aplicará el análisis estadístico inferencial; siendo el siguiente:

**Hipótesis Estadísticas**

H<sub>0</sub>: El Simulador PhET no tiene un impacto positivo en la capacidad de indagación de estudiantes universitarios.

H<sub>1</sub>: El Simulador PhET tiene un impacto positivo en la capacidad de indagación de estudiantes universitarios.

**Estadístico de Prueba**

Con un nivel de significancia de  $\alpha = 5\%$ , se utilizó el estadístico de prueba Z estandarizada cuya expresión estadística se detalla a continuación:

$$Z = \frac{T - \mu_T}{\sigma_T}$$

Donde:

$\mu_T$  = Promedio de las diferencias de los rangos negativos.

$\sigma_T$  = Desviación típica de las diferencias de los rangos negativos.

T = Menor de los valores absolutos de la suma de los rangos positivos y negativos

**Estadísticos de prueba<sup>a</sup>**

	Capacidad de Indagación - Momentos
Z	-9,233 <sup>b</sup>
Sig. asin. (bilateral)	<.001

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

### **Valor de Estadístico Z**

Se tiene un valor de:  $Z_{\text{Calculado}} = -9,233$ , con una estimación del **p-valor = 0,001** (0,1%) y se rechaza la hipótesis nula si: **p-valor < 0,05** (p = significación asintótica bilateral)

Por lo que se toma la decisión que a un nivel de error del 0,1% la capacidad de indagación de estudiantes universitarios, después de la aplicación del Simulador PhET, demostrándose con un nivel de confianza del 95% la hipótesis planteada: “El Simulador PhET tiene un impacto positivo en la capacidad de indagación de estudiantes universitarios”.

### **CONCLUSIONES**

Los softwares educativos libres, como el Simulador PhET, son una opción valiosa y gratuita que ha cobrado aún más relevancia después de la pandemia del Covid-19. Estos programas contribuyen a mejorar las actividades de aprendizaje de los estudiantes, han demostrado ser eficaces para desarrollar la indagación en los estudiantes universitarios.

El Simulador PhET proporciona a la universidad una herramienta confiable y válida para su uso en clases virtuales, semi-presenciales o convencionales, donde se busca mejorar el desarrollo de la indagación de los estudiantes.

Después de la evaluación realizada, se puede confirmar que al utilizar el simulador PhET como estrategia de enseñanza-aprendizaje, se observa un efecto positivo en el desarrollo de la indagación en los estudiantes.

Se ha comprobado que el uso del Simulador PhET como estrategia de enseñanza-aprendizaje mejora la habilidad de los estudiantes en la formulación adecuada de la problematización, estrategias adecuadas para diseñar el estudio, manejo de sistema para generar resultados y análisis de datos y realiza la evaluación del trabajo y comunica sus resultados.

Al evaluar el impacto del Simulador PhET en el desarrollo de la indagación mediante el pre-test y el post-test, se ha observado una mejora significativa. Los resultados muestran una reducción notable en el porcentaje de estudiantes con calificación deficiente y un aumento sustancial en los estudiantes que obtienen una evaluación de bueno. Estos hallazgos respaldan la afirmación de que el PhET tiene un efecto positivo en el desarrollo de la indagación, lo cual coincide con los resultados obtenidos por otros autores.

Las conclusiones finales del estudio indican que la aplicación del Simulador PhET ha tenido un efecto positivo en el desarrollo de la capacidad de indagación científica en los estudiantes de la especialidad en Ciencias Naturales de la FCEH-UNAP. Después de la aplicación del programa, se observó una mejora significativa en las cuatro dimensiones evaluadas: problematización de situaciones, diseño de estrategias, generación y análisis de información, y evaluación y comunicación. Los resultados indican que un mayor número de estudiantes obtuvo una calificación de "bueno" después de la aplicación del programa en comparación con los resultados obtenidos antes de la aplicación. Por lo tanto, se puede afirmar que la aplicación de este programa educativo contribuye al desarrollo de la capacidad de indagación científica en los estudiantes de Ciencias Naturales de la FCEH-UNAP.

### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Acuña, M. (2021). Enseñanza en Línea (1ra ed.). Internacional.
- Cipagauta, Y. (2017). Los estilos de aprendizaje y su relación con el rendimiento académico de los estudiantes de básica secundaria y media de la Institución Educativa San Agustín del municipio de Villanueva Casanare. Colombia en el año 2016 [Tesis de Maestría]. Universidad Privada Norbert Wiener.
- Díaz, J. (2017). Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y el aprendizaje de fracciones equivalentes [Tesis de Maestría]. Universidad de Santander.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta. (1ra.). McGrawHill Education.
- Hurtado Moreno, W. A. (2019). Software educativo para apoyar la relación enseñanza-aprendizaje de grado décimo en el área de química. Congreso Internacional de Investigación y Pedagogía, 1(1), 2-22.
- Isaacs, R. (2018). Juegos como actividades de Aprendizaje (7ma ed.). Europea.
- Mallma, H. (2021). PhET: Simulaciones gratuitas en línea de física, química, biología, ciencias de la tierra y matemáticas. PhET. [https://phet.colorado.edu/es\\_PE/](https://phet.colorado.edu/es_PE/)

- Posada, L., & Uzuriaga, V. (2018). Cambios en la práctica docente en la enseñanza de las matemáticas aplicando la metodología de indagación. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 14(1), 15. <https://doi.org/10.17151/rlee.2018.14.1.7>
- Rodriguez, A. (2000). *Técnicas de Enseñanza. Modernización en el Aprendizaje* (1ra ed.). Limuxa SA.
- Schwartz, D., Freedman, J., & Linney, E. (2004). Genómica ambiental: Una clave para comprender la biología, la fisiopatología y la enfermedad. *Artículo de revista*, 13(2), 14. <https://doi.org/10.1093/hmg/ddh228>
- Velásquez, K. (2020). *Simulador phet como recurso didáctico para el aprendizaje de química inorgánica con los estudiantes de tercer semestre de la carrera de la pedagogía de la química y biología periodo abril- agosto del 2020* [Tesis de título]. Universidad Nacional de Chiborazo.
- Vergara, M. (2018). *Los simuladores virtuales en la capacidad de indagación-experimentación en estudiantes del II ciclo de Educación Primaria de la Universidad Autónoma—2017* [Tesis de Maestría]. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle.