

Edición
14

ISSN: 2953-769X

SOSTENIBILIDAD DE LAS
ORGANIZACIONES INTELIGENTES DESDE LA

5ta REVOLUCIÓN INDUSTRIAL



REVISTA SEMESTRAL



Universidad San Marcos
Revista Académica Institucional



ACADEMIA

En esta sección podrás encontrar artículos académicos y artículos científicos de la comunidad universitaria en general, los cuales son originales, y describe resultados experimentales, nuevos conocimientos o experiencias basadas en hechos conocidos de sus autores.



APRENDIZAJE DE MATEMÁTICA Y SIMULADOR PHET (PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY) EN LOS CURSOS VIRTUALES DE MATEMÁTICA I DE LA UNIVERSIDAD SAN MARCOS Y SU INFLUENCIA EN LA SOSTENIBILIDAD DE LAS ORGANIZACIONES INTELIGENTES EN LA QUINTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

MBA. Vera León Bolívar, vleon@usam.ac.cr

Docente investigador, Universidad San Marcos, San José, Costa Rica.

Código ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0517-0954>

DOI: <https://doi.org/10.64183/vp0j2830>

Recibido: 17 de octubre de 2025

Aceptado: 14 de noviembre de 2025

Resumen. La investigación analiza el proceso de enseñanza-aprendizaje de estudiantes de la Universidad San Marcos en la modalidad virtual, mediante el uso del simulador interactivo PhET en el curso de Matemática I. El estudio se centra en el aprendizaje de las Funciones Matemáticas, especialmente la función lineal y su representación gráfica, destacando cómo la manipulación de variables en el simulador favorece la comprensión de conceptos abstractos. El objetivo principal es identificar los factores internos y externos que inciden en el rendimiento académico y explorar cómo el uso de esta herramienta fortalece competencias digitales, pensamiento sistémico y sostenibilidad, en concordancia con los retos de la Quinta Revolución Industrial. El simulador, de

acceso libre y gratuito, se presenta como una alternativa innovadora y económica que promueve un aprendizaje flexible, ético y ambientalmente responsable, contribuyendo al desarrollo de organizaciones inteligentes y sostenibles. Este estudio se enmarca en un enfoque cuantitativo descriptivo, con diseño no experimental y corte transversal. Dada la muestra intencional y reducida, se considera de carácter exploratorio y estudio de caso, orientado a describir percepciones de uso y aprendizaje con el simulador PHET. Concluyendo que el uso de simuladores en el entorno virtual de Matemática aporta dinamismo al aprendizaje al transformar conceptos abstractos en experiencias visuales y manipulables. Esto incrementa la motivación del estudiantado, favorece la comprensión y fortalece la resolución de problemas mediante la exploración activa en un entorno seguro que promueve el pensamiento crítico sin temor al error.

Palabras clave. Simulador PHET – Aprendizaje- Funciones, Matemáticas-Función Lineal

LEARNING MATHEMATICS AND THE PHET (“PHYSICS EDUCATION TECHNOLOGY”) SIMULATOR IN VIRTUAL MATHEMATICS I COURSES AT THE UNIVERSITY OF SAN MARCOS AND ITS INFLUENCE ON THE SUSTAINABILITY OF INTELLIGENT ORGANIZATIONS IN THE FIFTH INDUSTRIAL REVOLUTION

MBA. Vera León Bolívar, vleon@usam.ac.cr

Received: **October 17, 2025**

Accepted: **November 14, 2025**

Abstract. This research analyzes the teaching–learning process of students at San Marcos University in a virtual modality through the use of the interactive PhET simulator in the Mathematics I course. The study focuses on the learning of Mathematical Functions, particularly the linear function and its graphical representation, highlighting how variable manipulation within the simulator supports the understanding of abstract concepts. The main objective is to identify the internal and external factors that influence academic performance and to explore how the use of this tool strengthens digital competencies, systems thinking, and sustainability, in alignment with the challenges of the Fifth Industrial Revolution. The simulator, freely accessible and cost-free, is presented as

an innovative and economical alternative that promotes flexible, ethical, and environmentally responsible learning, contributing to the development of intelligent and sustainable organizations. This study follows a descriptive quantitative approach with a non-experimental, cross-sectional design. Given the intentional and small sample, it is considered exploratory and framed as a case study aimed at describing perceptions of use and learning with the PHET simulator. The findings conclude that using simulators in the virtual mathematics environment brings dynamism to learning by transforming abstract concepts into visual and manipulable experiences. This increases student motivation, enhances comprehension, and strengthens problem-solving skills through active exploration in a safe environment that fosters critical thinking without fear of error.

Keywords. PHET Simulator, Learning, Functions, Mathematics, Linear Function

1. INTRODUCCIÓN

La investigación se centra en analizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes de la Universidad San Marcos en la modalidad virtual a través del simulador PhET, para lo cual se hizo un seguimiento del rendimiento académico del cursado en las actividades que requieren el uso del simulador; cabe destacar que el trabajo realizado se centró en personas estudiantes que llevan el curso de Matemática I en la modalidad virtual.

El simulador Physics Education Technology (PhET, por sus siglas en inglés) es una herramienta interactiva que, de forma dinámica, permite al estudiantado su manipulación de forma segura. En dicho simulador se pueden realizar actividades propias de Matemática y Ciencias y presenta una interfaz gráfica casi intuitiva y muy amigable con el estudiantado de diversos niveles educativos. En esta ocasión el análisis gira en torno a la temática de las Funciones matemáticas, particularmente la Función Lineal y su análisis gráfico. El simulador también ofrece la virtud de plantear otras temáticas al estudiante propias del curso de Matemática, tales como la función cuadrática, o incluso, ejercicios para comprender la simplificación algebraica de una forma no tan abstracta como tradicionalmente se presenta en una pizarra.

Gracias al simulador las personas estudiantes pueden repasar cómo se comportan las variables si se modifican los parámetros, además de poder estudiar el comportamiento gráfico de esa manipulación, permitiendo establecer conclusiones a partir del análisis hecho. En el presente trabajo se analizó el uso del simulador en una de las tareas del curso, ya que se tiene la visión de extender su empleo a otras actividades del programa. Cabe destacar que la evaluación está conformada por aproximadamente 8 tareas y 3 exámenes parciales.

Bajo el estudio presente se tiene como objetivo analizar los factores internos y externos que inciden en el aprendizaje de las Funciones Matemáticas y cómo se podrían tomar acciones que giren en torno al beneficio del estudiantado.

El simulador PhET representa una iniciativa económica para cualquier persona estudiante, ya que es de acceso libre y su uso no está restringido en los centros educativos; sin embargo, en el presente estudio se analizarán los factores que incidieron en el aprendizaje y que por ende repercutieron en su rendimiento académico.

El simulador PhET ha sido ampliamente utilizado en diferentes países, y Costa Rica no es la excepción. A pesar de ello, su uso en cursos bajo la modalidad virtual es novedoso en el país; en otros países latinoamericanos se ha usado en disciplinas afines a las

Ciencias Exactas, como lo es Física o Cálculo Diferencial.

El uso del simulador fortalece las competencias digitales en el estudiantado y la quinta revolución industrial (5RI) busca que las organizaciones promuevan el uso de tecnología avanzada con el fin de encontrar la eficiencia generando aprendizaje ético, social y ambientalmente responsable.

A través del uso del simulador en el curso de Matemática es posible trabajar competencias y habilidades que buscan primordialmente el análisis, además de la interacción con sistemas digitales y la comprensión de modelos matemáticos que fortalezcan la sostenibilidad de las organizaciones en la 5RI. Sumado a ello, las organizaciones inteligentes basan la toma de decisiones en modelos matemáticos y el objeto de estudio permite manipular variables, observar resultados en tiempo real y analizar patrones, siendo esta una forma en que las organizaciones reproducen los procesos analíticos de una organización inteligente y sostenible.

Una forma en la cual se pueden reducir costos y el impacto ambiental por el uso de recursos como papel y plástico es a través del uso del Simulador, obteniéndose así un aprendizaje más sostenible y promoviendo una experimentación más ética, con la creación de un sentido más ecológico. Se busca la flexibilidad y la adaptabilidad por medio de la personalización del aprendizaje, ya que el

simulador es una forma de aprender a ritmo propio y repetir experimentos por medio del ajuste de las respectivas variables, virtudes necesarias en las organizaciones inteligentes.

También se busca fortalecer el pensamiento sistémico, pues permite al estudiante visualizar sistemas: cómo una variable afecta a otra, cómo un cambio genera impactos, y cómo funcionan los modelos con el fin de tomar decisiones sostenibles.

De acuerdo con Díaz (2019), el simulador PhET puede ayudar al estudiantado a desarrollar sus habilidades de investigación científica por medio de la exploración de causa y efecto; es así como el estudiantado puede comprobar dichos elementos de las funciones matemáticas gracias a la mediación en la cual se dé la creación de un escenario en la simulación y predicción de la manipulación de las variables, característica típica del pensamiento sistémico y parte fundamental en las organizaciones inteligentes de la Quinta Revolución Industrial.

2. MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo, utilizando un diseño no experimental y de corte transversal. La población de estudio estuvo constituida por doscientos estudiantes, de los cuales se seleccionó una muestra a conveniencia de

treinta estudiantes. El estudio se caracterizó por manejar una variable a la vez.

Población

El proyecto se centró en estudiantes del cursado de Matemática I bajo la modalidad virtual durante el tercer cuatrimestre del 2025.

Muestra

La muestra de treinta personas se realizó a conveniencia de acuerdo con la disponibilidad, proximidad o disposición de las personas estudiantes para participar.

Hipótesis

En la hipótesis de la investigación se plantearon las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál es el rendimiento académico del estudiantado del cursado de Matemática I bajo la modalidad virtual?
2. ¿Cuál es el tiempo de uso del simulador?
3. ¿Qué factores internos influyeron en el aprendizaje?
4. ¿Qué factores externos influyeron en el aprendizaje?
5. ¿Qué habilidades o conocimientos desarrollarán los estudiantes?
6. ¿Cómo contribuye el simulador al logro de los objetivos de aprendizaje del curso?
7. ¿Qué competencias (matemáticas, digitales, cognitivas) puede potenciar el uso del simulador?
8. ¿Cómo interactúan los estudiantes con el simulador?
9. ¿Qué dificultades encuentran durante su uso?
10. ¿Qué tipo de apoyo necesitan para comprender mejor los conceptos modelados?
11. ¿El simulador despierta interés, curiosidad o motivación?
12. ¿De qué manera el simulador facilita la comprensión de conceptos abstractos?
13. ¿Qué nuevas conexiones realiza el estudiante entre la teoría y la práctica a través del simulador?
14. ¿Cómo influye el aprendizaje visual y manipulación de variables en la comprensión matemática?
15. ¿El simulador permite corregir ideas erróneas? ¿Cómo?
16. ¿Es claro e intuitivo el simulador?
17. ¿Es accesible?
18. ¿Las consignas hacen posible explorar y manipular parámetros relevantes para el concepto?
19. ¿Se dan limitaciones técnicas que inciden en la calidad del aprendizaje?

20. ¿Los estudiantes muestran una mayor comprensión del tema después de utilizar el simulador?
21. ¿Mejora la capacidad de interpretar gráficas, modelos o ecuaciones?
22. ¿Se observan mejoras en el rendimiento académico en comparación con métodos tradicionales?

3. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN

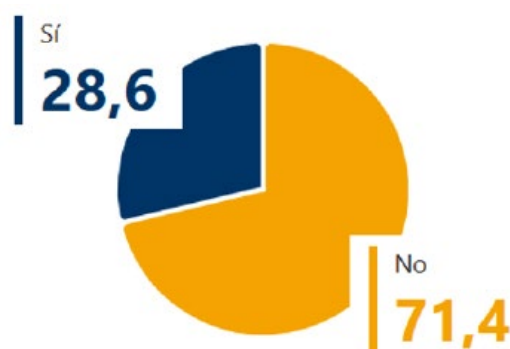
Se procedió a aplicar una encuesta compuesta por 22 preguntas con el fin de conocer en detalle los factores internos y externos que inciden en el aprendizaje de una persona estudiante de la Universidad San Marcos bajo la modalidad virtual en el curso de Matemática I durante el tercer cuatrimestre del 2025, aplicándose un muestreo a conveniencia por facilidad de acceso a la información; también se procedió a realizar un análisis del rendimiento académico del estudiantado al realizar trabajos que conllevan el uso del simulador, y entre otras cosas, se procedió a realizar un análisis de las percepciones del estudiantado al utilizar el simulador.

Resultados del uso del simulador

Análisis de los factores internos y externos que inciden en el aprendizaje del estudiantado

Se brindará un análisis de los factores internos y externos que inciden en el aprendizaje del estudiantado; como se mencionó anteriormente, se realizó la consulta acerca del uso del simulador en otros cursos, y el 71.4% manifestó no haber utilizado antes el simulador.

Figura 1. *Uso de simulador en clases*



Fuente: Elaboración propia (2025).

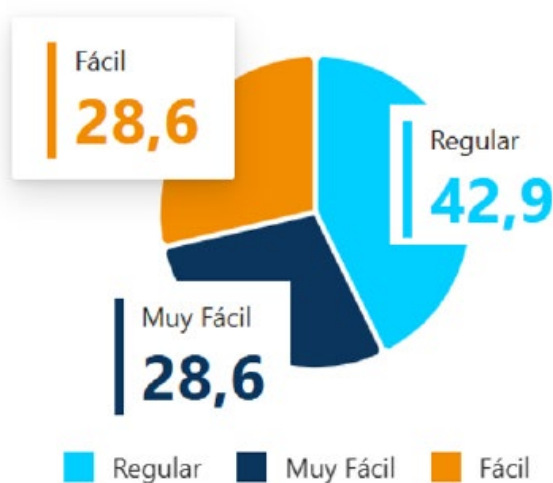
Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta ¿Había usado simuladores antes en clase?

El análisis del gráfico revela que el 71,4% del estudiantado nunca había utilizado simuladores en clase, mientras que solo el 28,6% sí lo había hecho. Este hallazgo indica una baja familiaridad con herramientas como PHET, lo que exige estrategias de capacitación y acompañamiento para potenciar el aprendizaje en Matemática I y favorecer la integración tecnológica, clave

para la sostenibilidad en organizaciones inteligentes en la era de la Industria 5.0.

Además, se consultó qué tan fácil fue utilizar el simulador y un 48.9 % de las personas respondieron que fue de uso regular, mientras un 28.6 % piensa que fue de fácil uso.

Figura 2. Nivel de dificultad del uso del simulador



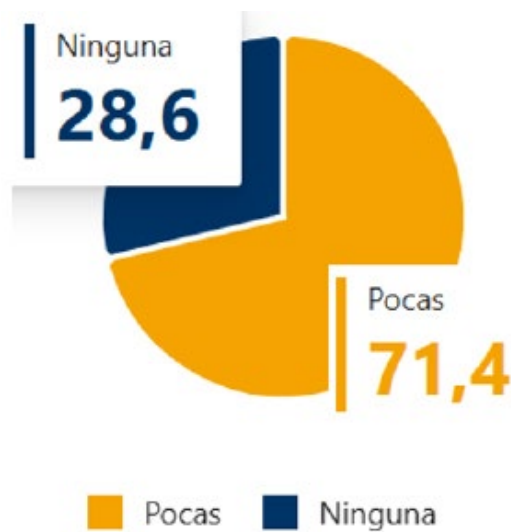
Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta ¿Qué tan fácil fue usar el simulador?

El análisis del gráfico indica que el 42,9% de los estudiantes consideró que usar el simulador fue “Regular”, mientras que el 28,6% lo percibió como “Muy fácil” y otro 28,6% como “Fácil”. Estos resultados reflejan una experiencia diversa, donde la mayoría no lo encontró completamente sencillo, lo que sugiere la necesidad de fortalecer la capacitación y el acompañamiento para mejorar la usabilidad y optimizar el aprendizaje en entornos virtuales.

También se consultó acerca de dificultades técnicas en el uso del simulador, a lo que el 100% manifestó tener pocas o ninguna dificultad técnica.

Figura 3. Dificultades técnicas en el uso

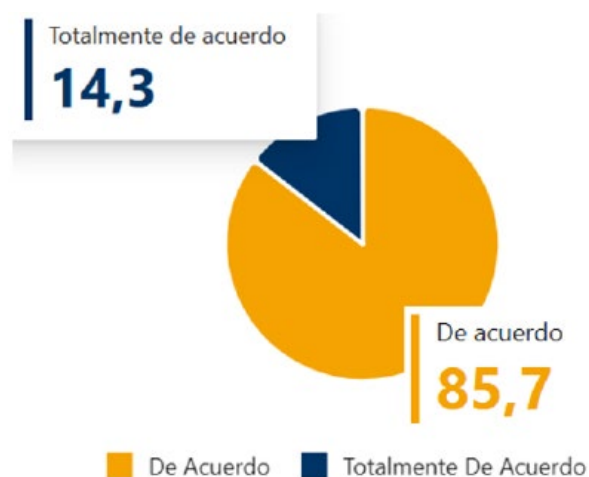


Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta ¿Encontró dificultades durante su uso?

El análisis del gráfico muestra que el 71,4% de los estudiantes reportó haber tenido “pocas” dificultades técnicas al usar el simulador, mientras que el 28,6% indicó no haber tenido ninguna dificultad. Estos resultados sugieren que, aunque la mayoría experimentó algunos inconvenientes, no fueron significativos, lo que refleja una buena accesibilidad tecnológica. Sin embargo, se recomienda reforzar el soporte técnico y la capacitación para garantizar una experiencia más fluida en entornos virtuales.

Figura 4. Nivel de comprensión de contenidos



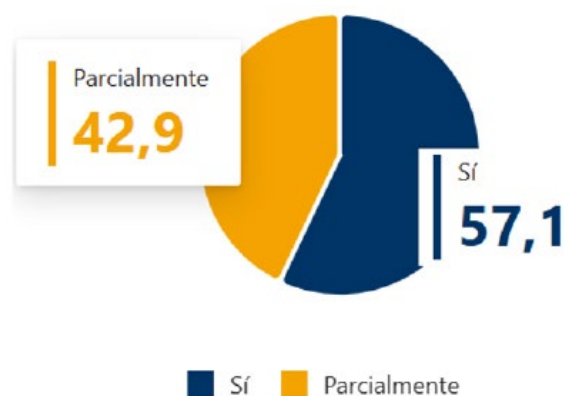
Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta ¿El simulador me ayudó a entender mejor el tema estudiado?

Por su parte, en la figura 4, el 85,7% coincidió en estar de acuerdo en que el simulador le ayudó a entender el tema estudiado y un 14,3 % dijo estar totalmente de acuerdo.

El análisis del gráfico evidencia que el 85,7% de los estudiantes estuvo “De acuerdo” en que el simulador les ayudó a entender mejor el tema estudiado, mientras que el 14,3% manifestó estar “Totalmente de acuerdo”. Estos resultados reflejan una percepción positiva generalizada sobre la utilidad del simulador, lo que confirma su potencial como herramienta pedagógica para fortalecer el aprendizaje en entornos virtuales y promover competencias digitales alineadas con la Industria 5.0.

Figura 5. Relación Teoría-Practica



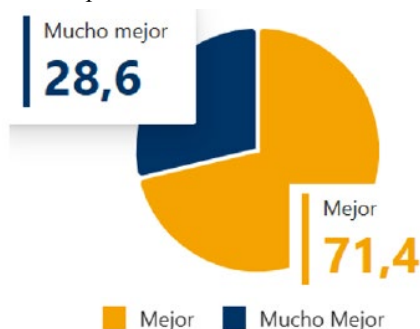
Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta Gracias al simulador ¿pude relacionar mejor la teoría con la práctica?

Por su parte, en la figura 5, el simulador le permitió relacionar la teoría con la práctica a un 57,1 % y ninguna persona manifestó desconocer la relación teoría práctica.

El análisis del gráfico revela que el 57,1% de los estudiantes afirmó que el simulador les permitió relacionar mejor la teoría con la práctica, mientras que el 42,9% indicó que lo logró parcialmente. Estos resultados reflejan una alta efectividad del simulador como herramienta pedagógica, aunque persiste la necesidad de fortalecer estrategias didácticas para garantizar una integración completa entre conceptos teóricos y su aplicación práctica en entornos virtuales.

Figura 6. Comprensión del tema



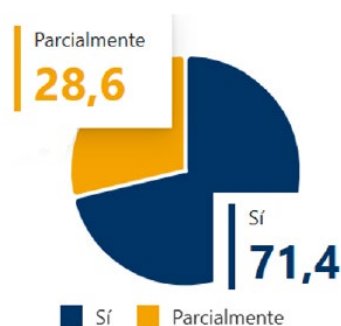
Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta Después de utilizar el simulador ¿mi comprensión del tema fue?

En la figura 6, el 71,4 % se sintió motivado a utilizar el simulador y explorar otras funcionalidades del simulador.

El análisis del gráfico muestra que el 71,4% de los estudiantes indicó que su comprensión del tema fue “Mejor” después de usar el simulador, mientras que el 28,6% afirmó que fue “Mucho mejor”. Estos resultados evidencian un impacto positivo significativo del simulador en el aprendizaje, confirmando su utilidad como recurso pedagógico para

Figura 7. Nivel de motivación



Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta, ¿Me sentí motivado (a) a explorar y experimentar por mi cuenta dentro del simulador?

fortalecer la comprensión conceptual y promover competencias digitales en entornos educativos virtuales.

El análisis del gráfico indica que el 71,4% de los estudiantes se sintió motivado a explorar y experimentar por su cuenta dentro del simulador, mientras que el 28,6% lo hizo parcialmente. Estos resultados reflejan un alto nivel de motivación, lo que confirma el potencial del simulador como herramienta para fomentar el aprendizaje autónomo y la curiosidad, aspectos esenciales para fortalecer competencias digitales en entornos educativos alineados con la Industria 5.0.

Figura 8. Interpretación de graficas



Fuente: Elaboración propia (2025).

Nota: este gráfico fue realizado con la pregunta, ¿El simulador me ayudó a interpretar mejor gráficas, tablas o modelos matemáticos?

En la figura 8, se visualiza que ninguna persona manifestó no interpretar mejor gráficas, tablas o modelos matemáticos gracias al simulador.

El análisis del gráfico muestra que el 57,1% de los estudiantes considera que el simulador les ayudó a interpretar mejor gráficas, tablas

o modelos matemáticos, mientras que el 42,9% lo logró parcialmente. Estos resultados evidencian que la herramienta contribuye significativamente a la comprensión visual y analítica, aunque se requiere reforzar estrategias pedagógicas para garantizar un aprovechamiento completo y mejorar la interpretación en entornos virtuales orientados a la Industria 5.0.

Rendimiento académico

En la tabla # 1 se muestra la puntuación obtenida por los estudiantes de los cuatro grupos en la tarea que requería el uso del simulador; en dicha tarea la cantidad de puntos posibles por obtener se encuentra entre 0 y 15. Cabe destacar que se analizó al estudiantado que realizó la presentación del trabajo, ya que se puede obtener un sesgo en la investigación con aquellas puntuaciones iguales a cero, mismas obtenidas debido a factores como deserción escolar o no presentación de los trabajos.

Tabla 1. *Rendimiento académico en la tarea*

Opción	Grupo 10	Grupo 11	Grupo 12	Grupo 13	Total
Menos de 5	2	2	0	4	8
[5,10]	11	6	6	10	3
[10,15]	28	37	22	14	101
Total	41	45	28	28	112

Fuente: Elaboración propia (2025).

Se puede observar en la tabla cómo existe una baja cantidad de estudiantes con puntuaciones

menores a 5 puntos, donde la mayoría del estudiantado obtuvo puntuaciones mayores a 10 puntos, quedando demostrado con la presentación del trabajo un deficiente análisis en los ejercicios planteados por parte del estudiantado, ya que cuando se realizó la revisión del trabajo se pudo observar deficiente la sección de análisis o incluso faltante en las personas estudiantes que no obtuvieron los 15 puntos posibles.

El estudiante se sintió motivado a utilizar el simulador sintiéndose influenciado por factores como el uso intuitivo, lo que brindó facilidades en la traficación de la función lineal.

El aprendizaje es uno de los objetos de análisis de la investigación y el 100% de los encuestados manifestó haber asimilado mejor los contenidos matemáticos gracias al uso del simulador.

Percepciones del estudiantado

Se realizaron preguntas abiertas con el fin de conocer las percepciones del estudiantado acerca del grado de aceptación del simulador, obteniéndose respuestas en las cuales se manifiesta que les gusta la forma en que se utiliza el simulador y el carácter gráfico del mismo.

También, algunos consideraron que las construcciones gráficas eran más sencillas y la forma de utilizarlo les permitía realmente

aprender, algunas personas estudiantes expresaron que les gusta la facilidad que ofrece el simulador de experimentar y probar diferentes valores observando de esta manera el comportamiento de la función matemática a través de la manipulación de diferentes parámetros.

Accesibilidad

Cabe destacar que una de las debilidades del simulador es la accesibilidad para las personas no videntes, por ejemplo, ya que facilita su uso de una forma amigable.

Limitaciones

Se realizó una consulta acerca de limitaciones en el uso del simulador y una gran mayoría coincide en que el idioma les limitó el uso y otros consideran que la aparición de otras funciones matemáticas en el simulador haría más efectivo el aprendizaje de otros contenidos del curso.

4. DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los hallazgos muestran un punto de partida digital bajo (71,4% no había usado simuladores) y una experiencia de uso percibida mayoritariamente como “Regular” (42,9%), con pocas dificultades técnicas reportadas por el 71,4%. Este patrón sugiere que el acceso y la operatividad del simulador

no son la principal barrera; más bien, se requiere inducción didáctica y andamiaje para elevar la facilidad de uso percibida y consolidar habilidades iniciales de interacción con PHET.

En términos de aprendizaje, la percepción es claramente positiva: 85,7% afirmó que el simulador ayudó a entender mejor el tema; 57,1% señaló que facilitó relacionar teoría y práctica (42,9% parcialmente); y 71,4% indicó que su comprensión fue mejor (28,6% “mucho mejor”). Además, el 71,4% expresó motivación para explorar por cuenta propia, y 57,1% reportó mejor interpretación de gráficas, tablas y modelos matemáticos (42,9% parcialmente). En conjunto, estos resultados apuntan a un impacto real en la comprensión conceptual, la transferencia a la práctica y el desarrollo de autonomía, coherente con entornos humano céntricos y de mejora continua propios de la Industria 5.0.

No obstante, los datos provienen de autoinforme y una muestra pequeña (7 respuestas), lo que limita la generalización. Se recomienda complementar con mediciones pre-post de desempeño en contenidos de Matemática I, trazas de uso del simulador (tiempo, intentos, progresión), y rúbricas de interpretación gráfica y modelado. Paralelamente, conviene diseñar micro tutorías, guías de exploración y estrategias de aprendizaje entre pares para elevar la facilidad

percibida; formar al profesorado en diseño de actividades con PHET; y establecer marcos de gobernanza y ética de datos que fortalezcan la sostenibilidad de organizaciones inteligentes.

5. CONCLUSIONES

Finalmente, se podría concluir que el uso de un simulador en el cursado virtual de Matemática le imprime dinamismo al aprendizaje al transformar lo abstracto en concreto, al facilitar la visualización por el incremento en la motivación y el interés en el estudiantado, ya que motiva el aprendizaje por medio de la ejecución, mejorando la comprensión de los conceptos y facilitando la resolución de problemas procurando el pensamiento crítico y el análisis en un entorno seguro sin miedo al error.

6. CITAS Y REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chávez Farfán, J. G., & Mestres Gómez, U. (2023). Simuladores Phet: como herramienta didáctica para la enseñanza y aprendizaje experimental de física. *Polo del Conocimiento*, 8(11), 1303–1322. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9254999.pdf>

Cornejo Casco, B. J., García López, H. D., & Herrera Castrillo, C. J. (2023). Simulador PhET para demostrar ecuación de continuidad con enfoque diferencial e integral incluyendo vectores. *Revista Chilena de Educación Científica*, 22(2), 45–58. [https://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/](https://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/download/2665/2869)

[download/2665/2869](https://revistas.umce.cl/index.php/RChEC/article/download/2665/2869)

Kafri, O., & Shapiro, R. (2022). PhET animation of a Plinko machine for teaching binomial distribution in high school. *Journal of Statistics Education*, 30(3), 215–228. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=73496604-849f-31ef-8374-6aa061dfd30a>

Kumar, A., & Singh, R. (2024). Industria 5.0 y sostenibilidad: una visión general de las tendencias y desafíos emergentes para un futuro verde. *Journal of Cleaner Production*, 450, 139–152. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S294975312400050X>

Sánchez Zamora, W. (2021). La simulación Phet en el aprendizaje de las ciencias naturales y las matemáticas. *Revista Académica Arjé*, 4(1), 1–12. <https://revistas.utn.ac.cr/index.php/arje/article/view/350>