



ARTÍCULO ORIGINAL

Simulaciones PhET: una estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje del álgebra

Julissa Beanet Perea-García¹

¹ TSU en Agrobiotecnología área Vegetal, Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Veracruz, México.

Recepción 21 de noviembre de 2023. Aceptación 25 de noviembre de 2023

PALABRAS CLAVE

Simulador PhET;
aprendizaje; estrategia
didáctica; motivación;
rendimiento académico.

Resumen

La investigación planteó una metodología bajo el enfoque híbrido o mixto de tipo descriptivo aplicada a un grupo de 22 estudiantes que corresponden a la población y muestra, entre 17 y 19 años de edad, del 1er. cuatrimestre de los sistemas escolarizado y sabatino de la carrera en Técnico Superior Universitario en Agrobiotecnología área Vegetal de la Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Ver. La estrategia didáctica diseñada fue para el tratamiento de los contenidos temáticos que conforman la Unidad II de la asignatura de Álgebra Lineal, siendo ésta el primer acercamiento a las matemáticas que conforman el plan curricular de su formación universitaria. El procedimiento se dio en tres etapas: análisis de la información, diseño e implementación de la estrategia didáctica y evaluación de la implementación, teniendo como variable dependiente propiciar un aprendizaje significativo en álgebra y como variables independientes la implementación de las simulaciones PhET, a través de la estrategia didáctica. El análisis de datos cuantitativos se hizo con una prueba t-student a partir de los resultados obtenidos en las pruebas inicial y final que arrojaron una diferencia significativa en cada uno de los temas abordados. Los resultados cualitativos se obtuvieron del análisis de las observaciones directas y de los formularios pretest y postest en donde los/las estudiantes pudieron no sólo dar a conocer sobre su conocimiento, experiencia previa e interés por trabajar con las simulaciones virtuales, sino también manifestaron el impacto que provocó en su proceso de aprendizaje del álgebra y en lo motivacional. La evaluación de la implementación de la estrategia didáctica arrojó resultados que permitieron concluir que se cumplieron con los objetivos propuestos y validar la hipótesis de investigación, es decir, se propició un aprendizaje significativo en los contenidos temáticos abordados al usar simulaciones PhET.

Correspondencia: Julissa Beanet Perea García. Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, P.E. Agrobiotecnología, Gutiérrez Zamora, Veracruz, México, correo electrónico: jperea@utgz.edu.mx

KEYWORDS

PhET Simulator; learning; teaching strategy; motivation; academic performance.

Abstract

The research proposed a methodology under the hybrid or mixed approach of a descriptive type applied to a group of 22 students who correspond to the population and sample, between 17 and 19 years of age, from the 1st. quadrimester of the systems schooled and Saturday classes from the Higher University Technician degree in Agrobiotechnology area vegetal of the Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Ver. The didactic strategy designed to cover the thematic contents that make up Unit II of the subject of Linear Algebra, this being the first approach to the mathematics that makes up the curricular plan of their university education. The procedure occurred in three stages: analysis of the information, design and implementation of the teaching strategy and evaluation of the implementation, with the dependent variable being to promote significant learning in algebra and the implementation of the PhET simulations as independent variables, through the teaching strategy. The quantitative data analysis was done with a t-student test based on the results obtained in the initial and final tests, which showed a significant difference in each of the topics addressed. The qualitative results were obtained from the analysis of direct observations and the pretest and posttest forms where the students were able not only to share their knowledge, previous experience and interest in working with virtual simulations, but also expressed the impact that it caused in his algebra learning process and in motivation. The evaluation of the implementation of the teaching strategy yielded results that allowed us to conclude that the proposed objectives were met and validate the research hypothesis, that is, significant learning was promoted in the thematic contents addressed when using PhET simulations.

Introducción

El Álgebra Lineal es el primer acercamiento a la matemática que tienen las/los estudiantes durante su formación universitaria y está asignada en el primer cuatrimestre. No sólo debe proporcionar los conocimientos básicos de Álgebra y Álgebra Lineal requeridos en el resto de las asignaturas enmarcadas en el mapa curricular de la carrera en Técnico Superior Universitario (TSU) en Agrobiotecnología área Vegetal, sino facilitar el aprendizaje en quienes tienen dificultades y debilidades en las habilidades matemáticas básicas y, fomentar el uso de la tecnología como herramienta didáctica que les permita poder articular los contenidos temáticos con la realidad, a través del uso de simulaciones virtuales libres, como prácticas de laboratorio de matemáticas, a falta de infraestructura y equipos en la institución.

Es claro que la mayoría de las/los estudiantes, cada inicio de ciclo escolar evidencian debilidades matemáticas, que traen consigo dificultad para aprender los nuevos conocimientos en su formación universitaria. Las causas pueden ser multifactoriales, no es preciso el tema de investigación, sin embargo, se ha identificado a lo largo de 21 años de experiencia que una de las múltiples causas por las que no aprenden de manera significativa es por la desesperanza adquirida dada a las malas experiencias que han tenido en los niveles educativos anteriores. Esto de acuerdo con Bravo (2019) quien hace referencia a que actualmente muchos jóvenes tienen recelo o aversión a la matemática porque en algún momento durante sus estudios tuvieron alguna mala experiencia con la asignatura o el docente; y que, con el paso del tiempo los llevó a desmotivarse y perder el interés en la materia.

La educación matemática ha traído consigo un cuestionamiento constante en los diferentes niveles por parte del estudiante hacia sus docentes y, quizá, muchos han respondido de manera parcial a esa pregunta: ¿para qué me sirve aprender matemáticas?

Pueden existir infinidad de respuestas y generar ideas o creencias que interfieren en la poca o nula comprensión y bajo desempeño de los estudiantes, sintiendo temor o rechazo por aprenderlas. Pero, también es cierto que puede producir todo lo contrario.

El compromiso del docente por actualizarse o capacitarse para poder erradicar esas metodologías tradicionales (y no porque signifiquen ser totalmente ineficientes, pero en muchos casos ya son obsoletas y no favorecen al aprendizaje de las matemáticas de manera significativa) debería ser prioridad, con la finalidad de buscar articular los estilos de aprendizaje, los contenidos temáticos, los conocimientos previos, las nuevas tecnologías, el contexto en el que se desenvuelven las/los estudiantes, permitiendo, quizá, poder encontrar la respuesta a esa pregunta.

Para Gamboa & Ballesteros (2010), citado en Bravo (2019) la enseñanza debe centrarse en desarrollar habilidades para explorar, visualizar, argumentar y justificar, dónde, antes que memorizar; así se puedan descubrir y aplicar esos aprendizajes, es decir, que encuentren sentido y aplicabilidad a lo que aprenden.

Según Sánchez (2014) si se pudiera imaginar un currículo que muestre a los estudiantes que la matemática no es buena por sí misma, sino que su “bondad” depende de cómo y para qué es aplicada y que las aulas universitarias en las que los futuros ingenieros, economistas y matemáticos mexicanos discutieran aspectos éticos de la aplicación de la matemática, entonces la educación matemática modificaría sustancialmente la percepción que los mexicanos tenemos de las matemáticas y su uso y, los estaríamos preparando para identificar, evaluar y criticar la manera en que las matemáticas se utilizan en su entorno social y político, contribuyendo a la formación de ciudadanos más críticos y activos, capaces de discutir y tomar decisiones fundamentadas matemáticamente que dan forma a nuestra realidad. Pero, ¿cómo lograr esto?

No es una tarea fácil ni sencilla, se requiere de docentes capaces de centrarse en el logro de aprendizajes significativos por parte de las/los estudiantes, más que en el cumplimiento del programa de estudios, pues esto tampoco garantiza el logro de los objetivos educativos, pero sí la conclusión de los contenidos temáticos en el tiempo establecido por las autoridades educativas sin importar si se logró el aprendizaje y, más aún, si éste es significativo para las/los estudiantes, mero cumplimiento administrativo.

Muchas veces, como referencian Abrate *et al.* (2006) el uso de la metodología tradicional recae en la definición de conceptos o dictado de la teoría, después se resuelve algún ejemplo en el pizarrón, se pone a los/las estudiantes a resolver una serie de ejercicios, se califican, se solicita de tarea la resolución de unos más, hasta llegar al periodo de exámenes que, en algunos casos, para los profesores es lo que determina si se logró el aprendizaje.

Partiendo de lo anterior y, de acuerdo con Goncalves (2006) el estudiante debe recurrir a memorizar fórmulas, demostraciones o formas de resolver los problemas, ya que ésta es la única forma legal de aprobar los exámenes, lo cual, es el objetivo primordial. Esto propicia que las/los estudiantes no reflexionen, relacionen, descubran, ni razonen, simplemente resuelven ejercicios sin contexto aplicando sólo lo enseñado en clases.

Material y métodos

El presente artículo es el resultado del trabajo realizado con estudiantes del 1er. cuatrimestre de la carrera de TSU en Agrobiotecnología área Vegetal de la Universidad Tecnológica de Gutiérrez Zamora, Ver., con edades que oscilaban entre los 17 y 19 años. Se consideraron dos grupos, uno del sistema escolarizado y uno del sistema despresurizado, para el periodo Septiembre -Diciembre (SD) 2023.

La población y muestra participante fue dirigida, la conforman la matrícula total de cada sistema. El tamaño es de 22 estudiantes en total, de los cuales, 11 (50%) corresponden al sistema escolarizado y 11 (50%) al sistema sabatino.

La metodología utilizada para esta investigación estuvo bajo el

enfoque híbrido o mixto de tipo descriptiva, aplicando como técnicas de recolección de la información, la observación directa, la revisión documental y la encuesta, a través de formularios y pruebas, permitiendo obtener información sobre aspectos cuantitativos y cualitativos Hernández y Mendoza (2018).

Así, en lo que se refiere a la parte cuantitativa se determinó estimar el impacto que tuvo el uso de las simulaciones PhET en el rendimiento académico de los/las estudiantes en los contenidos temáticos de la Unidad II. Álgebra (Figura 1), esto de acuerdo con lo establecido en la hoja de asignatura de la materia de Álgebra Lineal, a fin de implementar mejores estrategias al evaluar los resultados obtenidos.

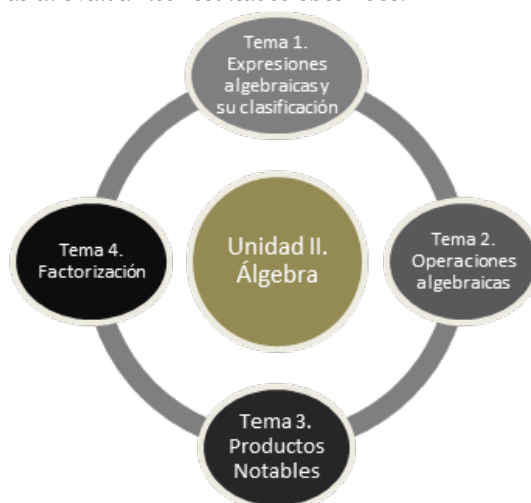


Figura 1. Contenidos Temáticos

En cuanto a lo cualitativo, se buscó indagar sobre la influencia motivacional que propició en las/los estudiantes el uso de las simulaciones PhET para el aprendizaje de los temas, dado que uno de los objetivos de PhET, es que les permite reflexionar sobre su propio entendimiento a través de situaciones que pueden relacionar con el mundo real, dándole sentido a lo aprendido. PhET interactive simulaciones (<https://phet.colorado.edu/es/>).

La investigación se llevó a cabo en tres etapas:

1. Análisis previo. Aplicando el formulario (pretest) y una prueba inicial;
2. Diseño e implementación de la estrategia didáctica y,
3. Evaluación del impacto de la estrategia con la aplicación del formulario (postest).

La recolección de datos se dio a través del diseño de instrumentos como lo fueron los formularios y la prueba, aplicados al inicio y final.

Los test fueron aplicados por medio de formularios de Google permitiendo a las/los estudiantes recibirlo en su correo institucional y recopilar información de forma fácil y eficiente.

En la primera etapa se utilizó un formulario (pretest) y una prueba inicial para obtener información relevante desde lo cuantitativo y cualitativo respectivamente.

El pretest se compuso de 09 preguntas relacionadas con la experiencia previa en el uso de simuladores en el aprendizaje de las matemáticas e información sobre el interés por continuar aprendiendo o, en su caso, por aprender matemáticas con el apoyo de simuladores.

La prueba inicial consistió de 10 preguntas para determinar el nivel de conocimientos de las/los estudiantes relacionados con saberes previos al álgebra.

Para la segunda etapa se diseñó la estrategia didáctica, considerando dos aspectos fundamentales:

1. Partiendo de los resultados obtenidos en el formulario (pretest) y la prueba inicial;
2. Moreira (2017) determinó que las condiciones para poder alcanzar un aprendizaje significativo se debían considerar: la potencialidad significativa de los materiales educativos (i.e., deben tener significado lógico y el estudiante debe tener subsumidores específicamente relevantes) y la predisposición del sujeto para aprender (i.e., intencionalidad de transformar en psicológico el significado lógico de los materiales educativos), aspecto indagado a través del pretest. Por tanto, las actividades diseñadas fueron centradas en los estudiantes, a través de las simulaciones PhET que proveyeron de experiencias interactivas, con color y movimiento, basadas en situaciones contextualizadas, propiciando el desarrollo de habilidades de observación, descubrimiento, reflexión, de discusión de ideas y aprendizaje colaborativo, con el objetivo de apoyar el aprendizaje activo basado en indagación, de tal forma que exploraran nuevas ideas, se apropiaran de su experiencia de aprendizaje y se generara una actitud positiva hacia el aprendizaje del álgebra.

Las/los estudiantes resolvieron 05 hojas de trabajo con el apoyo de 04 diferentes simulaciones PhET, que les permitieron la exploración, el análisis y descubrimiento, propiciando conocimientos y habilidades para alcanzar competencias en la explicación de las relaciones causa-efecto, generando así, un aprendizaje significativo (Figura 2).



Figura 2. Simulaciones PhET incorporadas en la estrategia didáctica

Cobos *et al.* (2018) hacen referencia a que las ventajas del aprendizaje significativo se centran en vincular la nueva

información a la estructura cognitiva, superando las expectativas del memorístico, en el sentido de almacenar la información para desarrollar la memoria a corto y largo plazo que se relaciona con la motivación para ayudar a afirmar y apropiarse de los conocimientos.

Durante la implementación de la estrategia didáctica, también se recabó información por medio de la observación directa, permitiendo sistematizar las situaciones conductuales de las/los estudiantes y sus avances en el aprendizaje, para identificar las oportunidades que se presentaron durante las predicciones y descubrimientos que realizaron, las preguntas no previstas y las reacciones que éstas les produjo. En la última etapa, se aplicó el formulario (postest) compuesta por 06 preguntas similares al pretest que permitieron obtener información de tipo motivacional y percepciones de los estudiantes sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de los contenidos temáticos de la unidad II con el apoyo de las simulaciones PhET. Se aplicó nuevamente la prueba inicial para determinar el nivel de competencia alcanzado.

Resultados

Se obtuvo información relevante respecto a los resultados cualitativos. Para el formulario (pretest) se eligieron sólo las preguntas de mayor impacto para la investigación, teniendo los siguientes resultados.

El 73.7% de los/las estudiantes antes de la implementación, tenían conocimiento del significado de simulador virtual (Figura 3), sin embargo, el 100% menciona que ninguno de sus profesores en los niveles educativos anteriores lo utilizaron (Figura 4), por ende, no tenían experiencia alguna en el uso de estos durante los procesos de enseñanza-aprendizaje; así mismo el 89.5% señalan que están interesados en que las/los profesores de matemáticas de su formación profesional hagan uso de simulaciones virtuales para fortalecer su aprendizaje (Figura 5).

¿Conoce qué significa simulador virtual?

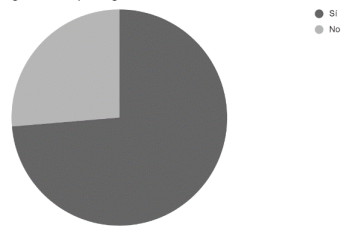


Figura 3. Conocimiento del significado de simulador virtual

¿Qué simulador virtual han usado los profesores de los anteriores niveles educativos para fortalecer el aprendizaje de las matemáticas?

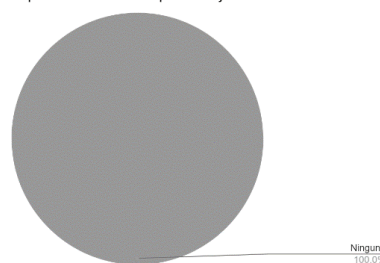


Figura 4. Uso de simulación virtual en niveles educativos anteriores

Durante su formación universitaria en TSU cursará algunas asignaturas de matemáticas ¿le gustaría que su docente haga uso de algún simulador virtual para fortalecer el aprendizaje de estas?

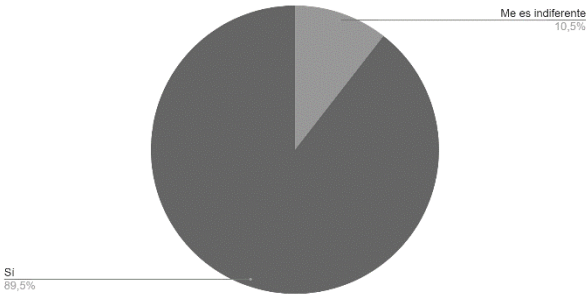


Figura 5. Interés por el uso de simulaciones virtuales para fortalecer el aprendizaje

Para el caso del formulario (postest) se obtuvieron los siguientes resultados. El 81.8% consideró que el uso de las simulaciones fue primordial para fortalecer el aprendizaje de los contenidos temáticos, mientras el 18.2% piensa que no causó un impacto en éste (Figura 6).

Desde su experiencia, ¿qué importancia tuvo el uso del simulador virtual, como recurso didáctico en el proceso de aprendizaje de los contenidos temáticos de la Unidad II. Álgebra?

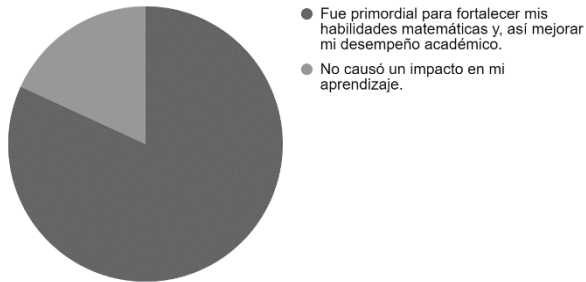


Figura 6. Importancia del uso de las simulaciones PhET en el aprendizaje de álgebra

Otro aspecto importante que fue evaluado es el uso de las simulaciones virtuales como factor para erradicar la apatía hacia el aprendizaje de los contenidos temáticos del álgebra y, el 63.6% considera que sí lo es porque fue útil y fácil de usar, el 27.3% piensa que es atractivo y que llamó su atención, mientras que el resto considera ambas opciones (Figura 7).

Está de acuerdo con el uso de un simulador virtual en el aula para reducir la apatía hacia el aprendizaje de los contenidos temáticos de la Unidad II. Álgebra, ya que éste:

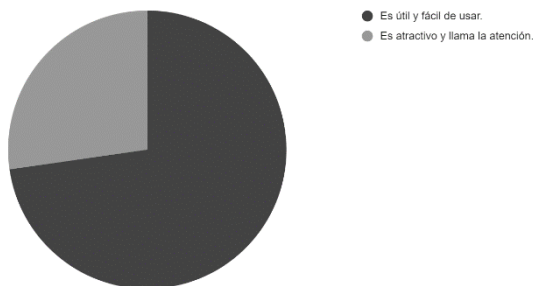


Figura 7. Las simulaciones virtuales como factor para erradicar la apatía en el aprendizaje del álgebra

En lo que respecta a las simulaciones virtuales como herramienta didáctica que facilitó la comprensión de los contenidos temáticos del álgebra, sólo el 9.1% mencionó que

no fue así, el resto consideró que no sólo fueron atractivos sino además mejoraron su interés por aprender facilitando el desarrollo de las actividades (Figura 8):

¿El simulador virtual facilitó la comprensión de los contenidos temáticos de la Unidad II. Álgebra?



Figura 8. Uso de las simulaciones virtuales para facilitar la comprensión de los contenidos temáticos del álgebra

La experiencia con el uso de las simulaciones virtuales para fortalecer los contenidos temáticos recae en un 72.7% que considera fue excelente (Figura 9):

¿Cómo considera que fue su experiencia con el uso del simulador virtual para el fortalecimiento de los contenidos temáticos de la Unidad II. Álgebra?

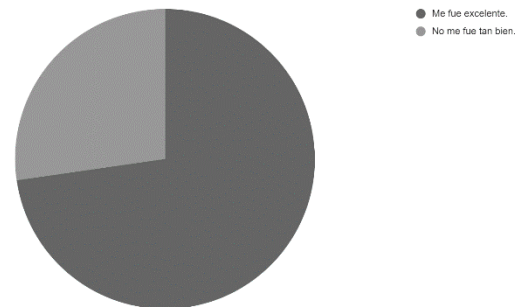


Figura 9. Experiencia adquirida con el uso de simulaciones virtuales

Del mismo modo, se evaluó el interés por continuar trabajando con simulaciones virtuales durante el resto de su formación universitaria y el 100% sugiere a las/los profesores que hagan uso de éstas para fortalecer el aprendizaje de las siguientes asignaturas del área de matemáticas.

A partir de los resultados obtenidos se puede concluir que la motivación e interés de las/los estudiantes hacia el aprendizaje del álgebra se vio reflejado. Es prioridad evaluar las múltiples simulaciones que nos ofrece PhET, de tal forma que la elegida sea acorde al tema a abordar y que permita mantener atento a las/los estudiantes sin perder el interés por continuar.

En el caso de los resultados cuantitativos se obtuvieron los siguientes. En la primera y última etapa se aplicó una prueba que permitiría identificar los saberes previos y determinar los conocimientos alcanzados.

La siguiente gráfica (Figura 10) muestra un comparativo del promedio obtenido en las pruebas aplicadas en las dos etapas.

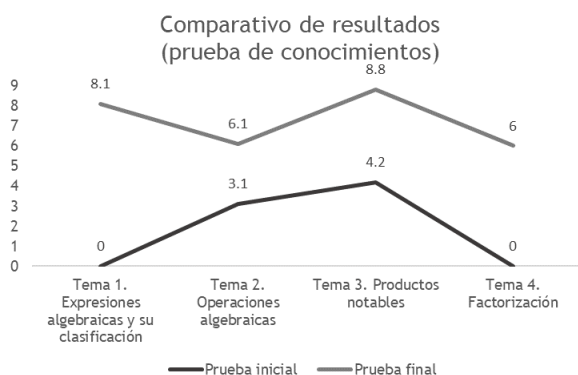


Figura 10. Comparativo resultados pruebas de conocimientos

La línea gris oscuro muestra los resultados de la prueba inicial y la línea de color gris claro los de la prueba final. Se evidencia que, para los 4 temas en la prueba inicial las/los estudiantes obtuvieron una puntuación media menor a 8, es decir, aún no cuentan con los conocimientos necesarios y requeridos, esto de acuerdo con lo establecido en los Lineamientos de Operación de los Programas Educativos por Competencias Profesionales (2017) emitidos por la Coordinación General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas, actualmente, Dirección General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas (DGUTyP) que establece:

La Universidad Tecnológica utilizará la siguiente escala, para evaluar las asignaturas no integradoras:

- AU = Autónomo = 10 Supera el resultado de aprendizaje en contextos diferentes.
- DE = Destacado = 9 Cuando se han logrado los resultados de aprendizaje y excede los requisitos establecidos.
- SA = Satisfactorio = 8 Cuando se han logrado los resultados de aprendizaje.
- NA = No Acreditado = No cumple el resultado de aprendizaje de la unidad.

En la prueba final se puede percibir un avance significativo en el promedio alcanzado en los temas 1, 3 y 4; a pesar de que en el tema 4 se obtuvo una puntuación media menor a 8, lograron 6 puntos de 10, incrementando un 60%. El tema 1 es el de mayor significancia dado que su aumento fue del 81%.

Para el caso del tema 2, se muestra un avance en el aprendizaje, pero no el suficiente, sin embargo, el valor porcentual alcanzado fue del 96.8%, siendo un dato numérico revelador.

Con la simulación “Cambio de Expresiones” se pretendía que las/los estudiantes simplificaran expresiones combinando términos semejantes, contextualizaran coeficientes y términos semejantes y no semejantes, además de que interpretaran expresiones en representaciones abstractas y concretas; una de las mayores dificultades al inicio del tema fue la simplificación de términos semejantes por la falta de conocimiento en las leyes de los signos.

Las simulaciones “Explorador de igualdades” y “Explorador de

igualdades: Dos variables” tenían la finalidad de que las/los estudiantes resolvieran y manipularan ecuaciones algebraicas aplicando las propiedades de los números reales y las propiedades de igualdad, como también sustituyendo diferentes valores de una variable, en este caso las propiedades representaron una gran dificultad al inicio debido a la falta de conocimiento de éstas por parte de las/los estudiantes. Así mismo, que usaran el modelo de la balanza para resolver una ecuación con valores desconocidos y construir expresiones equivalentes y, finalmente, usaran el razonamiento proporcional para determinar el valor de una variable.

Para el caso de la simulación “Modelo de Áreas: Álgebra”, se pretendía que las/los estudiantes desarrollaran un método para usar el modelo de áreas para determinar el producto de un monomio y un binomio o el producto de dos binomios; factorizaran una expresión, incluyendo expresiones que tienen una variable; reconocieran que el área representa el producto de dos números y es aditivo; que representaran un problema de multiplicación, como el área de un rectángulo proporcionalmente o usando un área genérica y, finalmente, desarrollaran una estrategia para determinar el producto de dos números de varios dígitos, representando el producto como un área o la suma de áreas. En esta simulación la mayor dificultad que presentaron las/los estudiantes fue identificar el máximo factor común, así como el uso de la propiedad distributiva.

En la siguiente gráfica se muestra el comparativo del desarrollo de competencias de las/los estudiantes, a través del porcentaje de respuestas acertadas:

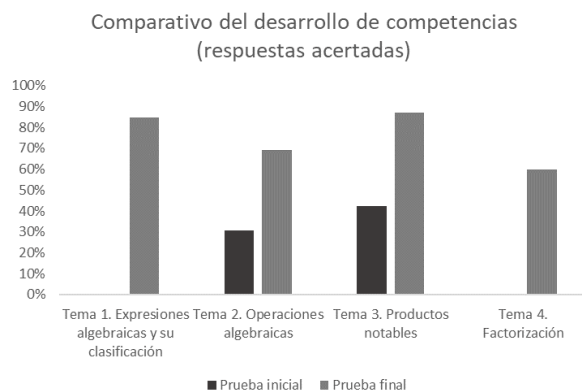


Figura 11. Comparativo del desarrollo de competencias

Se utilizó un nivel de significación de 0.05 en esta prueba y se probó el cumplimiento de la región crítica al compararlo con el valor de p (0.0153). Así, se concluye con un 95% de confianza que la utilización de las simulaciones PhET, tienen influencia estadística sobre los resultados obtenidos, por parte de los/las estudiantes en el aprendizaje de los temas abordados en la Unidad II. Álgebra.

Conclusiones

Los resultados de la investigación han mostrado que el uso de las simulaciones PhET como estrategia didáctica para fortalecer el aprendizaje del álgebra en las/los estudiantes

de 1er. cuatrimestre de la carrera TSU en Agrobiotecnología área Vegetal influyó de manera positiva, no sólo en el aprendizaje de los contenidos sino además en la motivación por aprender y estudiar.

Fue notable en las resoluciones de las hojas de trabajo, que, no sólo hay mayormente respuestas numéricas acertadas, sino además una sistematización de las predicciones, descubrimientos, conclusiones argumentadas, entre otros; situación que no se evidenciaba antes de la implementación, pues la descripción de sus procesos cognitivos no les era posible poner en práctica, dada la falta de comprensión y contextualización de lo que realizaban.

Otro aspecto importante fue que no se requirió capacitación de las/los estudiantes en lo que respecta al uso de las simulaciones virtuales, dado que una de las primeras actividades que realizaron las/los estudiantes fue el juego abierto, lo que les permitió descubrir, despertar el interés y familiarizarse con las funciones de los controles de cada simulación PhET, antes de pasar a la actividad y las preguntas.

De acuerdo a PhET interactive simulaciones (<https://phet.colorado.edu/es/about>), las simulaciones PhET son herramientas que permiten a las/los estudiantes involucrarse en ciencias y matemáticas, a través de la investigación y fueron desarrolladas con base en los siguientes principios:

- Fomentar la investigación científica
- Proveer interactividad
- Hacer visible lo invisible
- Ilustrar modelos mentales
- Incluir varias imágenes (por ejemplo, objetos en movimiento, gráficos, números, etc.)
- Usar ejemplos de la vida real
- Guiar de manera implícita a los usuarios (por ejemplo, limitando los controles) en la exploración productiva
- Crear una simulación que se pueda usar en varias situaciones educativas

En la actualidad podemos encontrar diversas herramientas alternativas libres para los diferentes niveles educativos que pueden encaminarnos al logro de los objetivos educativos, como lo es PhET, pues proporciona simulaciones científicas y matemáticas divertidas, gratuitas, interactivas y basadas en la investigación. Las simulaciones están escritas en HTML5 (con algunas simulaciones antiguas en Java o Flash) y pueden ejecutarse en línea o descargarse, lo que permite hacer uso de éstas sin el problema de acceso a internet, además de que todas las simulaciones son de código abierto, sin embargo, no siempre son aprovechadas estas herramientas gratuitas por las/los profesores que aún no han decidido abrir su panorama sobre la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en los/las estudiantes de este siglo, muchas veces por la falta de interés por indagar o aprender algo nuevo, por temor al cambio y, porque no, al querer evitar sentirse superados en el uso de la tecnología por parte de las/los estudiantes.

El mayor reto que tenemos las/los profesores, es buscar una mejor calidad en el aprendizaje y que éste sea significativo para las/los estudiantes.

Contribución de los autores

JBPG, diseño del trabajo, recolección de datos, análisis estadístico y redacción.

Financiamiento

Ninguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

Presentaciones previas

Ninguna.

Referencias

1. Amadeu, Rute; Leal, João. (2013). Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la Física. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, Vol. 31, n.º 3, pp. 177-188, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/285788>.
2. Arrieta, Jaime & Cantoral, Ricardo & Cordero, Francisco. (2003). Las prácticas de modelación como proceso de matematización en el aula.
3. Bravo, F. (2019). Dificultades que enfrentan los nuevos estudiantes universitarios en Matemática. En INNOVA Research Journal. Vol. 5, No.1 pp. 1-13.
4. Cobos, L. F. G., Vivas, Á. M., & Jaramillo, E. S. (2018). El aprendizaje significativo y su relación con los estilos de aprendizaje. In Revista Anales (Vol. 1, No. 376, pp. 231-248).
5. Criollo, L. J. P. (2019). Las bondades del software libre en el proceso de enseñanza - aprendizaje en la educación media. Revista Interamericana De Investigación Educación Y Pedagogía RIIEP, 12(2), 140-156. <https://doi.org/10.15332/25005421.5011>
6. Critical Thinking Consortium (TC2) (2013). Critical Thinking in Elementary Mathematics: What? Why? and How? Canadá: TC2. <https://www.sciedu.ca/journal/index.php/ijhe/article/view/3002/1876>
7. DGUTyP (2017). Lineamientos de Operación de los Programas Educativos por Competencias Profesionales. En Pág. 5 - 6.
8. Guanotuña, G., Heredia, L., García, I. y Lara, L. (2023). Simulador PHET, una herramienta de gamificación para el aprendizaje de las matemáticas: Revista Social Fronteriza 3(1) pp 97 - 113. DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.7552868>
9. Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill Interamericana.
10. Medina Mendieta, J. F., Arteaga Valdés, E., & Del Sol Martínez, J. L. (2017). La enseñanza de las matemáticas, en la carrera de Ingeniería Informática, utilizando el software libre. Universidad y Sociedad, 9(5), 219-225. Recuperado de <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/ru>
11. Moreira, M. A. (2017). Aprendizaje significativo como un referente para la organización de la enseñanza. Archivos de Ciencias de la Educación, 11(12).
12. Niss, Mogens. (2003). Mathematical competencies and the learning of mathematics: the danish KOM project.

13. Novelo, S. S., Herrera, S. S., Díaz, P. J y Salinas, P. H. (2015). Temor a las matemáticas: causa y efecto. En PAG, 2, 1-15. Recuperado de: <http://www.pag.org.mx/index.php/PAG/article/view/268/314>
14. Pardini, A. (2007) Fundamentación del uso de software libre en la universidad pública. Enseñando matemática con herramientas alternativas [En línea]. 1º Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales, 18 y 19 de octubre de 2007, La Plata. Disponible en: http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.275/ev.275.pd
15. PhET interactive simulations (2023). Acerca de PhET. En <https://phet.colorado.edu/es/> Revisado en septiembre 2023.
16. Rosero Mellizo, L. S., Rivera Toro, K. A., & Guerrero Julio, M. L. (2022). Simulaciones en PhET como estrategia en tiempos de covid-19 para generar aprendizaje significativo al potenciar la competencia explicación de fenómenos. PANORAMA, 16(30). ISSN: 1909-7433. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=343969897013>
17. Sánchez, Aguilar M. (2014). Educación matemática crítica en México: una argumentación sobre su relevancia. Revista trimestral del Departamento Filosofía y Humanidades ITESO. Vol. XXIII-I/No. 89. KIERKEGAARD: REFLEXIONES Y VIGENCIA DE SU PENSAMIENTO FILOSÓFICO (I). En Pág. 30 - 36.
18. Valero, N. & González, J. L. (2020). Análisis comparativo entre la enseñanza tradicional matemática y el método ABN en Educación Infantil. En Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia, 9(1), 40-61.
19. Weigand, HG. Hoyles, C. and J.-B. Lagrange (eds.) (2010). Mathematics Education and Technology—Rethinking the Terrain. The 17th ICMI Study. ZDM Mathematics Education 42, 801-808 (2010). <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0286-1>
20. Zamorano Escalona, T., García Cartagena, Y., & Reyes González, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. Contextos: Estudios De Humanidades Y Ciencias Sociales, (41). Recuperado a partir de <http://revistas.umce.cl/index.php/contextos/article/view/1395>