

Impacto del Software GeoGebra en el estudio de Programación Lineal

Impact of GeoGebra Software in the study of Linear Programming

Pamela Soledad Astudillo Aguilar, Marco Alejandro Rojas Rojas, Pablo Guillermo Choco Coronel, Johnny Fernando Castillo Berrezueta

Resumen

Esta investigación examina el impacto del software GeoGebra en el rendimiento académico y la motivación hacia el aprendizaje de la programación lineal en los estudiantes del tercer año de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Santa Rosa durante el período 2022-2023. Para ello, se lleva a cabo un análisis bibliográfico en torno a la educación, explorando diversas corrientes pedagógicas con un enfoque especial en el constructivismo. Se profundiza en la relevancia de los recursos didácticos, destacando el papel de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, y en particular, del Software GeoGebra. Para esta investigación se desarrolla una propuesta de Secuencias Didácticas utilizando GeoGebra, orientada a la enseñanza de la programación lineal. La investigación emplea una metodología mixta con un diseño cuasiexperimental, integrando métodos cualitativos y cuantitativos para evaluar el impacto de la propuesta en el rendimiento académico y la motivación de los estudiantes. Se trabaja con un grupo de control y otro experimental. Los resultados muestran que el uso de GeoGebra mejora el aprendizaje, ya que el grupo experimental obtuvo puntuaciones más altas tras la intervención, además de que los estudiantes percibieron las clases como más dinámicas y comprendieron mejor los procedimientos matemáticos. Esta investigación contribuye al ámbito educativo, combinando teoría y práctica para mejorar la calidad del aprendizaje en un contexto específico de la educación secundaria.

Palabras clave: Constructivismo; Secuencias didácticas; GeoGebra; Programación lineal

Pamela Soledad Astudillo Aguilar

Universidad de Cuenca | Cuenca | Ecuador | pamela.astudilloa@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-1865-4355>

Marco Alejandro Rojas Rojas

Universidad de Cuenca | Cuenca | Ecuador | marco.rojasr@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-2644-1344>

Pablo Guillermo Choco Coronel

Universidad de Cuenca | Cuenca | Ecuador | pablo.chococ@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-2069-8091>

Johnny Fernando Castillo Berrezueta

Universidad de Cuenca | Cuenca | Ecuador | Ecuador | johnny.castillob@ucuenca.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-3565-2010>

<https://doi.org/10.46652/runas.v6i11.221>

ISSN 2737-6230

Vol. 6 No. 11 enero-junio 2025, e250221

Quito, Ecuador

Enviado: noviembre 22, 2024

Aceptado: enero 12, 2025

Publicado: febrero 25, 2025

Continuous Publication



Abstract

This research examines the impact of GeoGebra software on academic performance and motivation towards learning linear programming in third-year students of Unified General Baccalaureate of the Santa Rosa Educational Unit during the period 2022-2023. To this end, a bibliographic analysis is carried out around education, exploring various pedagogical currents with a special focus on constructivism. The relevance of teaching resources is explored, highlighting the role of Information and Communication Technologies, and in particular, of GeoGebra Software. For this research, a proposal for Didactic Sequences using GeoGebra is developed, aimed at teaching linear programming. The research uses a mixed methodology with a quasi-experimental design, integrating qualitative and quantitative methods to evaluate the impact of the proposal on the academic performance and motivation of students. A control group and an experimental group are used. The results show that the use of GeoGebra improves learning, as the experimental group obtained higher scores after the intervention, and the students perceived the classes as more dynamic and understood mathematical procedures better. This research contributes to the educational field, combining theory and practice to improve the quality of learning in a specific context of secondary education.

Keywords: Constructivism; Didactic sequences; GeoGebra; Linear programming

Introducción

En la actualidad el estudio de conceptos matemáticos en el nivel secundario tiene dificultades debido a las clases tradicionales que aún se mantienen, lo que genera poca motivación en los estudiantes. El rendimiento académico y la motivación están estrechamente relacionados en el ámbito educativo. Si bien el rendimiento académico no es un ente fundamental dentro de un proceso de enseñanza-aprendizaje, pero toma relevancia en procesos donde se necesita tener factores medibles que nos permitan entender el proceso de aprendizaje del alumno. Ahora, fomentar un ambiente positivo en el aula antes de comenzar cualquier actividad académica es fundamental para inspirar y motivar a los estudiantes a aprender con entusiasmo y disfrute, siendo un requisito indispensable para el aprendizaje, darle al estudiante un motivo u objetivo para aprender y la necesidad del conocimiento que les permita a futuro conseguir sus sueños.

El informe del Instituto Nacional de Evaluación Educativa en la provincia de Azuay señala que, en el año escolar 2017-2018, el 58% de los estudiantes logró resolver correctamente problemas relacionados con las relaciones entre variables y sus representaciones, específicamente en optimización. En el ciclo 2018-2019, este porcentaje aumentó al 66% para el mismo tema. Esto sugiere que el nivel de conocimientos es inferior al elemental, por lo que es necesario fortalecer las nociones fundamentales y profundizarlas mediante el desarrollo de ciertas áreas del saber que aún no se han abordado, pero que son esenciales para completar el proceso educativo.

En el caso de la Unidad Educativa Santa Rosa, los informes de la prueba Ser Bachiller evidencian que, desde el año lectivo 2016-2017, la relación entre variables y sus representaciones, especialmente en la resolución de problemas de optimización, se ha mantenido por debajo del 60%. Una situación similar se presentó en 2017-2018, donde los aciertos no superaron el 70%. No obstante, en 2018-2019 se observó una leve mejora, alcanzando un 76% de aciertos. Sin embargo, los estudiantes de esta institución presentan dificultades para resolver inecuaciones lineales, desconocen sus propiedades, no identifican el conjunto solución en un sistema de inecuaciones

lineales, y no logran determinar las variables ni formular las restricciones necesarias mediante inecuaciones. Estos problemas podrían deberse a la falta de recursos didácticos, la persistencia de prácticas tradicionales y mecánicas sin fomentar el análisis o el razonamiento matemático, y al escaso uso de tecnologías en el proceso educativo.

Para ello, es necesario implementar herramientas tecnológicas para romper esta brecha en el proceso de aprendizaje de los estudiantes siendo uno de estos GeoGebra. Muchos estudios como el de Portilla (2014) y Arteaga et al. (2019) han demostrado la efectividad de este software en proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de un proceso educativo. Bello (2013) señala que el uso de GeoGebra influye en el aprendizaje de la programación lineal al facilitar el diseño de estrategias para resolver los problemas planteados. Teniendo en cuenta lo anterior, la presente investigación tiene como propósito general determinar cómo el uso del recurso didáctico GeoGebra impacta tanto en el rendimiento académico como en la motivación de los estudiantes del tercer año de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Santa Rosa, ubicada en la parroquia Octavio Cordero Palacios de la ciudad de Cuenca, durante el año lectivo 2022-2023.

Marco conceptual

La motivación y el rendimiento académico están estrechamente vinculados en el contexto educativo, aunque el desempeño escolar no es el elemento más importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje, adquiere relevancia en situaciones donde se necesitan indicadores medibles para comprender el progreso del estudiante. Crear un ambiente positivo en el aula antes de iniciar cualquier actividad académica es esencial para inspirar a los estudiantes, motivándolos a aprender con entusiasmo. Esto se vuelve clave para el aprendizaje, ya que es fundamental brindarles un propósito u objetivo que los impulse a adquirir conocimientos necesarios para alcanzar sus metas a futuro. Según Moreira y Yanes (2021), la motivación se define como la integración compleja de procesos mentales que regulan y estimulan el comportamiento, orientándolo hacia un objetivo específico y determinando la intensidad del esfuerzo necesario para alcanzarlo. Kapp (2012), sostiene que la motivación es un factor clave que influye en la velocidad, intensidad, orientación y perseverancia del comportamiento humano, ya que impulsa y mantiene las acciones. Además, la clasifica en dos tipos: intrínseca y extrínseca. La motivación intrínseca se asocia con el interés o disfrute personal que surge del interior del individuo, mientras que la extrínseca depende de factores externos, como la búsqueda de recompensas o la evitación de sanciones, generando así una sensación de satisfacción o logro.

De acuerdo con Fullana (2008), el rendimiento académico es el resultado del proceso de aprendizaje escolar, en el que influyen diversas variables sociales y personales, así como las interacciones entre ellas. Por lo tanto, el rendimiento académico permite evaluar las funciones cognitivas y la capacidad de memoria de los estudiantes; sin embargo, esto no nos proporciona un juicio de valor sobre la aplicación de esos conocimientos, es decir, no refleja cómo los estudiantes

utilizan lo aprendido en situaciones cruciales que afectan su toma de decisiones y su futuro. La motivación y el rendimiento académico constituyen un ciclo positivo que favorece el éxito continuo en el entorno educativo. Es fundamental que la motivación sea un elemento clave para que los estudiantes enfrenten de manera efectiva las distintas situaciones planteadas por los docentes durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esto se logra mediante la selección y aplicación cuidadosa de estrategias que les permitan desempeñarse con eficacia, lo que a su vez contribuye al cumplimiento de los objetivos académicos y al fortalecimiento del rendimiento académico de los estudiantes (Jiménez, 2022).

Para poder incidir directamente en estas variables, el docente tiene la necesidad de usar recursos didácticos para que el estudiante pueda asimilar mejor los conceptos. Moya (2010) señala que los recursos didácticos se definen como todos los elementos, materiales, medios de enseñanza, instrumentos físicos y actividades que apoyan al educador en el desarrollo de su trabajo dentro del ámbito educativo. Evidentemente las secuencias didácticas pasan a ser uno de los muchos recursos que dispone el docente al momento de impartir su clase. Según Taboada (2021), una secuencia didáctica es una serie de actividades planificadas por el docente, organizadas de manera ordenada y lógica, que los estudiantes deben llevar a cabo. López (2020), describe la secuencia didáctica como un conjunto de actividades dirigidas al aprendizaje de un tema particular.

De hecho, García et al. (2021), describe como debe ser una secuencia didáctica en el campo de las matemáticas, donde resaltan tres aspectos importantes. Primero, resaltan que las matemáticas no se limitan a ser una materia escolar, sino que representan una actividad humana enfocada en la búsqueda continua de soluciones para diversas problemáticas. En segundo lugar, señalan que estas prácticas pueden realizarse de manera individual, en grupo o de forma colectiva. Por último, enfatizan que la resolución de problemas y sus soluciones crean una secuencia que implica análisis, deducción y síntesis. Tejada (2022), una secuencia didáctica compuesta por tres fases (Apertura, Desarrollo y Cierre). Las actividades de apertura pueden realizarse tanto dentro como fuera del aula, de manera individual o en grupo. Las actividades de desarrollo son donde se presenta la temática a través de exposiciones del docente, observaciones, el uso de recursos y tecnologías de la información y la comunicación (TIC), lecturas, etc. Finalmente, las actividades de cierre que comprenden el conjunto de actividades y tareas llevadas a cabo durante la clase, que incluyen síntesis, conclusiones, generalizaciones, reflexiones y secuenciaciones de eventos.

En conclusión, la incorporación de estas secuencias didácticas implica que las actividades se organizan de manera sistemática, comenzando desde las iniciales, pasando por las de desarrollo y culminando en las de cierre. En este proceso, la evaluación se lleva a cabo de manera continua, iniciando con un diagnóstico al comienzo, seguido de una evaluación formativa durante el desarrollo y finalizando con una evaluación sumativa al cierre. Esto requiere fomentar un ambiente de asertividad y motivación, así como extraer conocimientos previos, conectarlos con nuevos aprendizajes y consolidarlos como propios.

Metodología

La investigación sobre el impacto que tiene el software GeoGebra como herramienta didáctica para la enseñanza de la programación lineal en estudiantes de tercer año de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Santa Rosa se realiza mediante un diseño cuasiexperimental de enfoque mixto ya que se levantan datos de forma cuantitativa como cualitativa. Al grupo experimental (GE) se le aplica la propuesta y al grupo de control (GC) una metodología tradicional en la enseñanza. Las variables de investigación fueron: el rendimiento académico y la motivación generada en los educandos. En cuanto a la población consta 397 estudiantes de la unidad educativa ya mencionada, de los cuales 18 (9 del GC y 9 del GE) pertenecen al tercer año de bachillerato general unificado (BGU) y conforman la muestra utilizada en este estudio.

Para cumplir los objetivos propuestos, esta se desarrolla en dos fases (antes y después de la intervención). Antes de comenzar las clases se aplica un pre test de conocimientos a ambos grupos para medir su nivel de conocimiento sobre programación lineal, el cual fue validado por expertos. Cabe recalcar que, durante todo el estudio, los dos grupos recibieron clases por separado, con el fin de evitar influencia de factores que pudieran afectar a los resultados. Posteriormente, para el GC se realizan las respectivas clases de programación lineal siguiendo una metodología tradicional, es decir mediada por la utilización del texto, pizarra y marcadores. Para el GE se aplicó las secuencias didácticas con la utilización de GeoGebra.

Al finalizar la intervención, se aplicó un post test a ambos grupos para medir su progreso y determinar si realmente existen diferencias significativas entre ellos. De la misma manera, al GE se le aplicó una encuesta de percepción para conocer el nivel de motivación de los alumnos ante la propuesta de las secuencias didácticas. En este estudio las hipótesis son:

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa entre las medias de las calificaciones del grupo de control y el grupo experimental.

Hipótesis alternativa (H_1): Existe una diferencia significativa entre las medias de las calificaciones del grupo de control y el grupo experimental.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas para obtener información sobre el rendimiento académico para esta investigación fueron la encuesta en forma de test de conocimientos. El mismo se elabora en base a las destrezas con criterio de desempeño (DCD) del currículo de matemáticas dado por el Ministerio de Educación del Ecuador. De la misma manera, para hacer un análisis cualitativo de la percepción de la motivación ante la propuesta se aplica una encuesta de 10 preguntas que tiene como fin recolectar las opiniones, actitudes y comportamientos de los aprendices frente a la intervención y con eso medir el impacto de la propuesta en el aprendizaje.

Para analizar los datos obtenidos en el pretest y posttest (prueba o test de conocimientos) tanto del GC como del GE, se utilizaron técnicas estadísticas descriptivas para comparar los resultados y determinar si el GE obtuvo mejores resultados. Adicionalmente, se aplicó la prueba Z para muestras independientes en los resultados del posttest de ambos grupos con el fin de comprobar si los datos eran estadísticamente similares o diferentes, y así evaluar el impacto de la propuesta en el aprendizaje de los estudiantes.

Resultados

Luego de aplicar el test de conocimientos, siguiendo la metodología propuesta en el apartado anterior, al GC como al GE se obtuvieron los siguientes resultados.

Resultados del pre test y post test de conocimientos del grupo de control

Se muestran los resultados del pretest y posttest aplicados al grupo de control (GC), que siguió una metodología tradicional en el proceso de aprendizaje.

Tabla 1. Calificaciones de los estudiantes del GC

Código del estudiante	Pre test	Post test
1	4,62	6,15
2	1,54	6,15
3	4,62	3,08
4	2,31	5,38
5	2,31	2,31
6	3,85	5,38
7	3,85	4,62
8	3,85	2,31
9	4,62	5,38

Fuente: elaboración propia

La tabla 1 presenta las calificaciones de los nueve estudiantes en el pretest y posttest, evaluados sobre 10 puntos. Asimismo, se incluyen los estadísticos correspondientes de la tabla anterior en la siguiente tabla.

Tabla 2. Estadísticos de las calificaciones del GC

Estadísticos	Pre test	Post test
Media	3,51	4,53
Error típico	0,39	0,52
Mediana	3,85	5,38
Moda	4,62	5,38
Desviación estándar	1,16	1,56
Varianza de la muestra	1,35	2,42
Rango	3,08	3,84
Mínimo	1,54	2,31
Máximo	4,62	6,15

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2 indica que la media del GC en el pre test es de 3,51/10, mientras que en el post test es de 4,53/10, lo que muestra una mejora de 1,02 puntos en general, a pesar de no haber recibido la intervención. Además, el puntaje máximo en el pretest es de 4,62/10, mientras que en el posttest alcanza 6,15/10.

Resultados del pre test y post test de conocimientos del grupo experimental

Se presentan los resultados obtenidos en el GE del test de conocimiento

Tabla 3. Calificaciones de los estudiantes pertenecientes al grupo experimental

Código del estudiante	Pre test	Post test
1	1,54	6,15
2	3,08	5,38
3	3,08	6,92
4	3,08	9,23
5	3,85	6,92
6	5,38	6,15
7	3,08	7,69
8	3,85	6,15
9	5,38	10,00

Fuente: elaboración propia

La tabla 3 muestra los resultados de los nueve estudiantes que formaron parte de la intervención con ayuda de las secuencias didácticas. En la segunda columna se encuentran las calificaciones del pre test, y en la tercera columna, las notas obtenidas después de la intervención con las secuencias didácticas apoyadas por GeoGebra. Asimismo, se presentan los estadísticos de este grupo en la siguiente tabla.

Tabla 4. Estadísticos de las calificaciones del grupo experimental

Estadísticos	Pre test	Post test
Media	3,59	7,18
Error típico	0,40	0,51
Mediana	3,08	6,92
Moda	3,08	6,15
Desviación estándar	1,21	1,54
Varianza de la muestra	1,47	2,37
Rango	3,84	4,62
Mínimo	1,54	5,38
Máximo	5,38	10,00

Fuente: elaboración propia

La tabla 4 muestra que la media en el pre test es de 3,59/10, mientras que en el post test es de 7,18/10 puntos. Además, la calificación máxima en el pretest es de 5,38/10, y en el post test es de 10/10 puntos. Se evidencia una mejora considerable en la media de las notas ya que hay una diferencia de 3,59 puntos.

Comparación de los resultados del post test de conocimientos entre los grupos de control y experimental

Una vez hecha la intervención con el GE aplicando las secuencias didácticas con ayuda de Geogebra frente al GC, se obtiene los resultados que se ve detallado en la tabla 5. De la misma manera, se realiza un análisis estadístico de los mismos, los cuales se encuentran detallados en la tabla 6.

Tabla 5. Calificaciones del post test del GC y GE

Código del estudiante	Control	Experimental
1	6,15	6,15
2	6,15	5,38
3	3,08	6,92
4	5,38	9,23
5	2,31	6,92
6	5,38	6,15
7	4,62	7,69
8	2,31	6,15
9	5,38	10,00

Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Análisis estadístico de las calificaciones del post test entre los GC y GE

Estadísticos	Control	Experimental
Media	4,53	7,18
Error típico	0,52	0,51
Mediana	5,38	6,92
Moda	5,38	6,15
Desviación estándar	1,56	1,54
Varianza de la muestra	2,42	2,37
Rango	3,84	4,62
Mínimo	2,31	5,38
Máximo	6,15	10,00

Fuente: elaboración propia

En la tabla 6 los estadísticos muestran una notable mejora de las calificaciones del GE ante el GC, donde las mismas experimentan una diferencia de 2,65 puntos en su media entre ambos grupos. Sin embargo, para corroborar que dichos datos son estadísticamente diferentes y que en efecto la aplicación de la propuesta tiene un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, se realiza la *Prueba Z* para la media de dos muestras independientes. Teniendo en cuenta las hipótesis planteadas en esta investigación, los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7. Prueba Z de las calificaciones del post test entre el GC y GE

Estadísticos	Control	Experimental
Media	4,53	7,18
Varianza (conocida)	2,42	2,37
Observaciones	9	9
Diferencia hipotética de las medias	0	
z	-3,63	
Valor crítico de z (dos colas)	1,96	

Fuente: elaboración propia

La *Prueba Z* se utiliza para verificar si existe una diferencia significativa entre las dos medias. El “Valor crítico de z (dos colas) = 1,96” establece que la región de aceptación para medias iguales se encuentra entre los valores críticos superiores a -1,96 y menores a 1,96, dado que la prueba *Z* se aplica en un contraste de dos colas. El valor de “ $z = -3,63$ ” indica que el estadístico se sitúa en la zona de rechazo, lo que permite concluir que las medias de las calificaciones son estadísticamente diferentes. En consecuencia, se descarta la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

Resultados de la encuesta de percepción sobre la variable motivación de los estudiantes ante la propuesta

El propósito de la encuesta es recopilar información sobre la percepción de la variable motivación del GE ante la propuesta de las secuencias didácticas en el estudio del tema de programación lineal. Se formularon diez preguntas, las cuales son: 1. Con respecto al uso de GeoGebra como apoyo para las actividades desarrolladas en su proceso de aprendizaje del tema de programación lineal, su nivel de satisfacción es, 2. ¿Le gustaría que su docente utilice más seguido el software GeoGebra para impartir sus clases?, 3. ¿Cree usted que mejoró su nivel de aprendizaje con el uso del software GeoGebra en las actividades desarrolladas?, 4. ¿Anteriormente, ha trabajado con un software como apoyo para el aprendizaje de las matemáticas?, 5. ¿Considera usted que el lenguaje empleado en las actividades desarrolladas sobre el uso de GeoGebra es preciso?, 6. ¿Considera usted que el aprendizaje de la programación lineal con el empleo de GeoGebra fue dinámico?, 7. ¿Considera usted que trabajar con el apoyo de GeoGebra para el tema de programación lineal ayudó a cumplir los objetivos de aprendizaje propuestos?, 8. ¿Considera usted que con el uso de GeoGebra las actividades de apertura, desarrollo y cierre ayudaron de mejor manera a activar los conocimientos previos, construir nuevos conocimientos y consolidar dichos aprendizajes, respectivamente?, 9. ¿En qué sección de las actividades desarrolladas tuvo mayor dificultad para su desarrollo con el uso de GeoGebra?, y 10. Por favor escriba alguna observación y/o recomendación sobre la utilización de GeoGebra en las actividades desarrolladas.

Los resultados obtenidos demarcan que el nivel de satisfacción es muy satisfactorio y satisfactorio en el uso de Geogebra, así como en opinión de los estudiantes creen que su nivel de aprendizaje mejoró gracias al uso de este software. Además, los resultados reflejan que el software utilizado es de gran apoyo en el desarrollo de las actividades propuestas del tema de programación lineal. Esto se ve más evidenciado en la pregunta dos, donde todos los estudiantes intervenidos están de acuerdo que el docente utilice con mayor frecuencia dicho software. Esto lleva a intuir que se despierta el interés por los estudiantes ante esta estrategia utilizada en su proceso de aprendizaje ya que se está incorporando nuevas metodologías de aprendizaje dejando a un lado la metodología tradicional, mejorando su nivel de aprendizaje y pudiendo alcanzar los objetivos propuestos.

Discusión

La presente investigación tuvo como propósito general analizar el impacto del software GeoGebra como herramienta didáctica para el aprendizaje del tema de programación lineal para estudiantes de educación general básica de una institución educativa en Ecuador. Aucchahuallpa et al. (2022), afirma el uso de Geogebra dentro de procesos de enseñanza aprendizaje aporta no solo beneficios como la comprensión dinámica y creativa de conceptos, el desarrollo del pensamiento crítico y analítico, sino también que fomenta el interés y la motivación en los estudiantes. Los resultados de este estudio muestran un aumento del interés del alumno a la hora de aprender el tema mencionado ya que esta herramienta permite una visualización de los conceptos haciendo que su

compresión sea más accesible y práctica. La misma línea sigue Gallego-López et al. (2018), en su estudio sobre la influencia del GeoGebra en la motivación y autorregulación del aprendizaje del cálculo y álgebra en universitarios, donde afirma que existe una gran diferencia entre los grupos de estudiantes en los cuales siguen un aprendizaje convencional con los que usan esta herramienta, incluso aseverando que de emplearse este software de manera dinámica puede incrementar el rendimiento académico. Los mismos resultados llega Bakar et al. (2010), donde sugiere el amplio uso de la tecnología en general para el aprendizaje de las matemáticas.

En cuanto a la variable del rendimiento académico apoyada con el uso de las secuencias didácticas como recursos didácticos mediada por el software Geogebra, se evidencia un aumento significativo en las medias de las calificaciones entre el pre test y post test, es decir su uso incide de manera significativa en el aprendizaje de los estudiantes. Además, la media de calificaciones tanto del GC como del GE es significativamente superior y diferente entre ellos con una diferencia de 2,65 puntos en su media a favor del GE. Por lo tanto, los estudiantes que utilizaron las secuencias didácticas mediadas por el software Geogebra obtuvieron mejores resultados en su rendimiento académico en comparación con los del grupo que siguieron una metodología de enseñanza tradicional. Los mismos resultados llega Bakar et al. (2015), usando una metodología similar al de este estudio llegando a resultados en los que asevera que la exposición a los estudiantes a dicho software tiene mejores puntajes de prueba versus a los estudiantes que no utilizan dicha tecnología y siguen una clase mucho más tradicional. Arbain y Shukor (2015), obtuvieron resultados similares en su estudio “The Effects of GeoGebra on Students’ Achievement” donde, además, compararon con la variable motivación, alcanzando resultados similares con los presentados en esta investigación.

Con respecto a las limitaciones, una de las principales de este estudio es el tamaño de la muestra, ya que, debido al contexto en que se llevó a cabo, no se pudo contar con un mayor número de estudiantes para aplicar la propuesta. Ampliar la muestra y mejorar su representatividad podría incrementar la validez de los resultados, lo que constituye una oportunidad para futuras investigaciones. Otra limitación se relaciona con la influencia de factores externos al aplicar la propuesta, como los estilos de aprendizaje de los estudiantes, las metodologías de enseñanza y el entorno escolar, los cuales pueden impactar significativamente en su rendimiento académico. Para investigaciones futuras, sería relevante explorar o ampliar variables como el nivel de participación o realizar estudios a largo plazo, aplicando la propuesta en grupos experimentales durante períodos prolongados para medir sus efectos. Además, se sugiere utilizar instrumentos diversos, como pruebas estandarizadas, entrevistas y debates, para que la evaluación del rendimiento académico de los estudiantes sea mucho más holística y significativa.

Conclusión

La investigación revela que, al comparar el rendimiento académico entre el grupo experimental (GE) y el grupo de control (GC), la media de las calificaciones del GE es estadísticamente superior a la del GC. Esto demuestra la efectividad de las secuencias didácticas apoyadas en Geo-

Gebra para el aprendizaje de programación lineal. Los estudiantes se sienten muy motivados con la propuesta planteada, ya que consideran que les proporciona una comprensión más profunda del tema. Además, GeoGebra facilita un aprendizaje más rápido y dinámico, lo que se traduce en una mayor sensación de comprensión de los conceptos matemáticos, reflejada en la satisfacción y entusiasmo de los alumnos a la hora de aprender dicho tema. Las actividades de las secuencias didácticas se estructuraron según las etapas de aprendizaje propuestas por el Ministerio de Educación, incluyendo actividades de inicio, desarrollo y cierre, lo que permitió crear un ciclo de aprendizaje coherente con las destrezas de criterio de desempeño relacionados con el tema, garantizando su aplicabilidad en el contexto educativo ecuatoriano. Es fundamental que los docentes integren estas nuevas metodologías, combinando el uso de las TIC con enfoques pedagógicos, para fomentar un aprendizaje significativo y detectar las principales dificultades del alumnado, promoviendo así una educación de calidad y significativa.

Referencias

- Arbain, N., & Shukor, N. A. (2015). The Effects of GeoGebra on Students Achievement. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 172, 208-214. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
- Arteaga, E., Medina, J., & Del Sol Martínez, J. (2019). El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Revista Conrado*, 15(70).
- Auccahuallpa, R., Troya Vásquez, R., & Rodríguez, D. (2022). *Beneficios del uso de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática*. IV Congreso Internacional de la Universidad Nacional de Educación.
- Bakar, K. A., Ayub, A. F. M., Luan, W. S., & Tarmizi, R. A. (2010). Exploring secondary school students' motivation using technologies in teaching and learning mathematics. *Procedia - Social And Behavioral Sciences*, 2(2), 4650-4654. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.03.744>
- Bakar, K. A., Ayub, A. F. M., & Mahmud, R. (2015). *Effects of GeoGebra towards students' Mathematics performance*. International Conference On Research And Education In Mathematics (ICREM7). <https://doi.org/10.1109/icrem.2015.7357049>
- Bello, J. (2013). *Mediación del Software GeoGebra en el Aprendizaje de Programación Lineal en alumnos del quinto grado de educación secundaria* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú].
- Fullana, J. (2018). *La investigación sobre el éxito y el fracaso escolar desde la perspectiva del factors de riesgo. implicaciones para la investigación y la práctica educativa* [Tesis doctoral, Universidad de Girona]. <http://www.tdx.cat/TDX-0611108-092619>
- Gallego-Lopez, F. A., Granados-Lopez, H., & Sanchez-Sanchez, O. J. (2018). Influencia del GeoGebra en la motivación y autorregulación del aprendizaje del cálculo y álgebra en universitarios. *Revista ESPACIOS*, 39(17).

- García Marimón, O. G., Diez-Palomar, J., Morales Maure, L. M., & Durán González, R. E. D. (2021). Evaluación de secuencias de aprendizaje de matemáticas usando la herramienta de los Criterios de Idoneidad Didáctica. *Bolema Boletim de Educação Matemática*, 35(70), 1047-1072. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a23>
- Jiménez, A. K. P., Soto, J. M. S., & Reyez, M. M. (2022). El efecto de la música sobre el aprendizaje en alumnos universitarios. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4), 201-213. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2541
- Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. John Wiley & Sons.
- López, D. M. (2020). Diseño e implementación de una secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de elemento químico. *Praxis & Saber*, 11(27). <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11116>
- Moreira, D., & Yanes, B. (2021). *Análisis descriptivo de instrumentos para medir motivación académica. Una propuesta de aplicación en la Universidad de las Ciencias Informáticas*. IV Conferencia Científica Internacional UCIENCIA 2021.
- Moya, A. (2010). Recursos didácticos en la enseñanza. *Revista Digital Innovación y Experiencias Educativas*, 6(45).
- Portilla, J. (2012). *Uso de GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza de funciones gráficas en 1º de Bachillerato de Ciencias y Tecnología* [Tesis de maestría, Universidad Internacional de La Rioja].
- Taboada, M. B. (2021). *Secuencias didácticas: 30 preguntas y respuestas*. Editorial El Ateneo.
- Tejada Fernández, J. (2022). Claves para la selección y diseño de estrategias metodológicas y secuencias didácticas en educación superior. *Roteiro*, 47. <https://doi.org/10.18593/r.v47.30083>

Autores

Pamela Soledad Astudillo Aguilar. Magíster en Educación mención en Enseñanza de la Matemática, Ingeniera Industrial, Licenciada en Ciencias de la Educación mención: Físico Matemáticas. Docente de Matemáticas de la Unidad Educativa Santa Rosa.

Marco Alejandro Rojas Rojas. Licenciado en Ciencias de la Educación en Matemáticas y Física, Máster Universitario en Física y Matemáticas en la especialidad de Física Aplicada. Docente de Física y Matemáticas de la Universidad de Cuenca. Autor de artículos, capítulos de libros y libros relacionados con la física y matemática educativa.

Pablo Guillermo Choco Coronel. Magíster en Educación mención en Enseñanza de la Matemática, Ingeniero Químico. Docente de Matemáticas de la Unidad Educativa Francisco Febres Cordero.

Johnny Fernando Castillo Berrezueta. Licenciado en pedagogía de las ciencias experimentales en el campo de las matemáticas y física con experiencia en el uso y manejo de TIC enfocados en la educación. He participado en varios proyectos de vinculación con la sociedad entre ellos "Virtualización de asignaturas de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación I MediaLab Filosofía Universidad de Cuenca" y "Aprendiendo matemáticas y física con apoyo de aulas virtuales I Universidad de Cuenca". Actualmente profesor en la asignatura de matemáticas.

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.