

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.592>

Aplicación didáctica de GeoGebra para el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes

GeoGebra didactic application for the development of mathematical logical thinking of students

Juan Carlos Párraga Mendoza

jparraga3980@utm.edu.ec

Universidad Técnica de Manabí

Ing. Orlando Francisco Párraga Quijano. Mg.

<https://orcid.org/0009-0003-4639-4105>

Universidad Técnica de Manabí

Artículo recibido: 20 diciembre 2024 - Aceptado para publicación: 26 enero 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

El objetivo del estudio es analizar la aplicación didáctica de GeoGebra para el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes, en su desarrollo se identificaron las características de GeoGebra para el aprendizaje de las matemáticas, establece la importancia del desarrollo del pensamiento lógico matemático y se propone una metodología para la aplicación didáctica de la herramienta. La metodología presenta un enfoque mixto, las técnicas utilizadas fueron la encuesta y observación a estudiantes. Y la entrevista a los docentes. La población correspondió a los 26 estudiantes de Primero de Bachillerato y dos docentes del área de Matemática de la Unidad Educativa Membrillo, en la que se diseñaron tres actividades enfocadas en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes. Se concluye que de GeoGebra favorece el desarrollo del pensamiento lógico matemático al mejorar la resolución de problemas de forma activa, aporta a la comprensión conceptual para un aprendizaje más holístico de los conceptos matemáticos y favorece al razonamiento lógico.

Palabras claves: geogebra, didáctica, pensamiento, lógica, matemática

ABSTRACT

The objective of the study is to analyze the didactic application of GeoGebra for the development of students' mathematical logical thinking, in its development the characteristics of GeoGebra for learning mathematics were identified, it establishes the importance of the development of mathematical logical thinking and it is proposed a methodology for the didactic application of the tool. The methodology presents a mixed approach, the techniques used were the survey and observation of students. And the interview with the teachers. The population corresponded to 26

First Year High School students and two teachers from the Mathematics area of the Membrillo Educational Unit, in which three activities were designed focused on the development of the students' mathematical logical thinking. It is concluded that GeoGebra favors the development of logical mathematical thinking by improving active problem solving, contributes to conceptual understanding for a more holistic learning of mathematical concepts and favors logical reasoning.

Keywords: geogebra, didactics, thinking, logic, mathematics

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

Las últimas dos décadas se identifican como el escenario ideal para el desarrollo tecnológico el que ha tenido una irrupción en todos los aspectos de la vida del ser humano (Bauer, 2018) permitiendo el acceso masivo a los recursos TIC (Ballesteros et al., 2022). La educación no ha sido la excepción donde la incorporación de la tecnología se ha configurado como un elemento clave, indispensable para dar una formación integral a los estudiantes para que puedan responder a las exigencias de la sociedad, donde el desarrollo de aprendizajes relevantes constituye uno de los principales objetivos de las instituciones educativas (Prendes, 2021).

En la educación formal el proceso educativo tradicionalmente fue realizado en el aula de clases donde el docente actúa como el principal guía del aprendizaje (Alagic & Alagic, 2013), sin embargo, a raíz de la pandemia del Covid – 19 la necesidad de contener la emergencia obligó a transitar de una modalidad presencial a una virtual en la que se amplificó el uso de la tecnología como recurso indispensable para el desarrollo de la educación.

La migración vertiginosa desde contextos educativos presenciales y tradicionales hacia contextos educativos mediados por TIC tuvo como consecuencia inmediata la dinamización de los procesos de innovación educativa con énfasis en las competencias digitales y la co-creación de entornos virtuales de enseñanza aprendizaje (Palacios et al., 2021). Esta diversidad tecnológica plantea como principal reto la capacitación tecnológica en todos los ámbitos de la educación, la rapidez con la que cambia la tecnología hace necesario investigar nuevos modelos y estrategias de enseñanza aprendizaje que puedan ser abordados a través de la amplia diversidad de herramientas y recursos TIC.

Aunque cualquier herramienta tecnológica puede tener aplicaciones en educación, existen un conjunto que son diseñados específicamente para sean útiles en el contexto educativo (Prendes, 2021) para enseñar y aprender. En el caso de las Matemáticas desde la década de los 80 existe una tendencia progresiva para el aprovechamiento de las tecnologías con fines de aprendizaje (Rodríguez & Suárez, 2022).

Pero es en las últimas dos décadas, y particularmente a raíz de la masificación de la virtualidad como modalidad de aprendizaje por el Covid – 19 que se pudo observar un auge y un creciente interés hacia el uso de recursos TIC como medio de apoyo para aprender y enseñar Matemáticas. Ante la emergencia del Covid-19 se exploraron nuevas formas de enseñar y aprender para paliar las dificultades generadas por el aislamiento. Situación que representó un reto tanto para estudiante como para docentes que debieron mantener una constante actualización de sus competencias digitales para estar a la par de los avances tecnológicos que pudieran utilizarse con fines de aprendizaje (Parrales, 2021).

A la vez se amplificó la necesidad de utilizar estrategias metodológicas atendiendo a una concepción de uso integrado y progresivo de las TIC con carácter planificado, sistémico, comunicativo y contextualizado (Lombillo et al., 2018).

El aprovechamiento de las TIC exige que los docentes elaboren propuestas didácticas para que los estudiantes desarrollen procesos cognitivos en los que son relevantes la toma de decisiones a partir de información disponible, la resolución de problemas simples mediante el uso de información matemática explícita en un enunciado y estableciendo relaciones directas necesarias para llegar a la solución y la resolución de los problemas complejos en los que es necesario la reorganización de la información matemática presentada en el enunciado y el establecimiento de relaciones no explícitas (W. Poveda & García, 2022).

En este sentido una de las metodologías más utilizadas por los docentes es resolución de problemas mediante la manipulación de un software para poner en juego los conocimientos y habilidades instrumentales de los estudiantes. En general se observa una proliferación de software y aplicaciones para el aprendizaje de las Matemáticas. Una de estas es GeoGebra, software gratuito que permite abordar problemas matemáticos de manera creativa y original, a través de la asociación de objetos geométricos y algebraicos para resolver problemas complejos. GeoGebra es una herramienta ideal para el desarrollo de habilidades digitales y espaciales (Velásquez et al., 2023).

En la Unidad Educativa Membrillo del cantón Bolívar los docentes escasamente utilizan metodologías medidas por TIC para el desarrollo de sus clases. En el área de Matemática se observa un aprendizaje regular de los estudiantes de Bachillerato causado por factores como la aplicación de metodologías tradicionales de enseñanza y escasa motivación. Sin embargo, en este mismo contexto también es visible una alta predisposición de los estudiantes hacia el uso de recursos tecnológicos, situación que se propone aprovechar considerando el alto interés y las amplias habilidades que muestran los estudiantes hacia las TIC.

Desde la literatura científica se han expuesto ampliamente los beneficios que planea el uso GeoGebra para el aprendizaje de Matemáticas, con énfasis en diferentes tópicos matemáticos y de resolución de problemas (Wassie & Zergaw, 2018). Se han reportado resultados positivos en el razonamiento matemático (Demir & Zengin, 2023), aprendizaje colaborativo (Urhan & Zengin, 2023) aprendizaje significativo (Velásquez et al., 2023) motivación (R. Rodríguez & Suárez, 2022), afectividad cognición (García et al., 2021), resolución de problemas matemáticos (Jacinto & Carreira, 2023; Mohd et al., 2022), diseño de representaciones gráficas (Flores & Espejo, 2023), realización de argumentaciones y procesos de demostración (Urhan & Zengin, 2023), aprendizaje de la geometría (Silva & Schneider, 2023) aprendizaje por simulación (Solvang & Haglund, 2022) aprendizaje interactivo (Silwana & Qohar, 2022) entre otros.

También se han expuesto sus beneficios tanto en la enseñanza presencial (Solvang & Haglund, 2022; Urhan & Zengin, 2023) como en la enseñanza virtual (Silva & Schneider, 2023),

así como en la educación básica (Velásquez et al., 2023), media ((Mohd et al., 2022) y universitaria (Urhan & Zengin, 2023).

Por otro lado también se han analizado los antecedentes del pensamiento lógico matemático, identificándose el uso de metodologías con potenciales beneficios en su desarrollo (Medina, 2018) destacándose entre ellas el aprendizaje basado en problemas (Tapia et al., 2020; Díaz & Díaz, 2018) o el uso del juego virtual (Ocampo et al., 2020) o el cuento infantil (B. Arteaga et al., 2021) . Así mismo entre las dificultades asociadas a esta destreza se ubica el limitado desarrollo como consecuencia de un adiestramiento mecánico y memorístico (Vargas et al., 2020) problemática documentada en el nivel parvulario (Ormeño et al., 2013), educación inicial (Celia et al., 2021) educación básica (Ocampo et al., 2020) y educación universitaria.

En consideración con lo expuesto, el objetivo general del estudio es analizar la aplicación didáctica de GeoGebra para el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes. Para ello se plantean como objetivos específicos identificar las características de GeoGebra para el aprendizaje de las matemáticas, establecer la importancia del desarrollo del pensamiento lógico matemático y proponer una metodología para la aplicación didáctica de GeoGebra para el desarrollo del pensamiento lógico matemático.

Revisión de la Literatura

GeoGebra

Geogebra es un software matemático dinámico que combina geometría, álgebra y cálculo (Velásquez et al., 2023). Proporciona una plataforma para el aprendizaje y la enseñanza interactivos de las matemáticas, lo que permite a los usuarios crear y manipular objetos matemáticos como puntos, líneas, curvas y gráficos (Wassie & Zergaw, 2018)..

Con Geogebra, se puede construir figuras geométricas, explorar sus propiedades y realizar varias operaciones matemáticas sobre ellas. También admite cálculos algebraicos, incluida la resolución de ecuaciones y desigualdades, la representación gráfica de funciones y la realización de cálculos con variables (Demir & Zengin, 2023).

Geogebra presenta una interfaz intuitiva donde puede crear y modificar objetos arrastrándolos con el mouse o ingresando comandos matemáticos (Jacinto & Carreira, 2023; Mohd et al., 2022). Proporciona una amplia gama de herramientas y funciones para construcciones geométricas, transformaciones y mediciones (Silwana & Qohar, 2022). También puede animar objetos, crear controles deslizantes para explorar situaciones dependientes de parámetros y crear applets o simulaciones interactivas.

Geogebra está disponible como software gratuito para varias plataformas, incluidas Windows, macOS, Linux, iOS y Android. Es ampliamente utilizado por profesores, estudiantes y matemáticos para explorar y visualizar conceptos matemáticos, resolver problemas y crear materiales educativos (Demir & Zengin, 2023). Es compatible con varios idiomas y ofrece una

rica colección de recursos, incluidos tutoriales, foros y un depósito de materiales creados por los usuarios.

Pensamiento lógico matemático

El pensamiento lógico matemático se refiere a la capacidad de razonar, analizar y resolver problemas utilizando principios y reglas de la lógica y las matemáticas. Es una forma de pensamiento que se caracteriza por ser sistemático, objetivo y basado en la evidencia (Vargas et al., 2020).

El pensamiento lógico matemático implica la habilidad para reconocer patrones, establecer relaciones entre conceptos, formular hipótesis, deducir conclusiones y demostrar teoremas. Se basa en la aplicación de principios lógicos, como la deducción, la inducción, la abstracción y la generalización, así como en el uso de operaciones matemáticas, como el cálculo, el álgebra, la geometría y la estadística.

El desarrollo del pensamiento lógico matemático es fundamental en diversas áreas, como las ciencias exactas, la informática, la ingeniería, la economía y la investigación científica en general. Además, fomenta habilidades cognitivas importantes, como el razonamiento analítico, la resolución de problemas, la toma de decisiones y la capacidad de pensar de manera crítica.

Para fortalecer el pensamiento lógico matemático, es recomendable practicar actividades que estimulen el razonamiento lógico, resolver problemas matemáticos, trabajar con secuencias y patrones, utilizar diagramas y modelos, y reflexionar sobre los procesos de pensamiento utilizados para llegar a una solución. La práctica constante y el desarrollo de habilidades específicas permiten mejorar y ampliar el pensamiento lógico matemático.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación tiene un enfoque mixto, desarrollado mediante métodos cualitativos y cuantitativos de carácter descriptivo con el que se busca contribuir al cuerpo de conocimiento y a proporcionar una perspectiva sobre el aprendizaje de las Matemáticas mediado por el uso de la herramienta GeoGebra. La metodología mixta comprende una estrategia de investigación a través de la que se combina la metodología cualitativa y cuantitativa denominada como triangulación metodológica o métodos mixtos. Mediante este tipo de estudios se busca responder a las preguntas de investigación fortaleciendo el origen a planteamientos teóricos acerca de la validez de los procedimientos de triangulación referidos a la corroboración de los datos recolectados e interpretados respecto a una temática, donde el método de recolección e interpretación de los datos es diferente (Ochoa et al., 2020).

Durante la investigación las técnicas utilizadas fueron la encuesta y observación a estudiantes. Y la entrevista a los docentes.

La población correspondió a los 26 estudiantes de Primero de Bachillerato y dos docentes del área de Matemática de la Unidad Educativa Membrillo, en la que se diseñaron tres actividades

enfocadas en el desarrollo del pensamiento lógico matemático de los estudiantes las que consistieron en: Tres problemas matemáticos relacionados con la geometría dinámica, funciones matemáticas y ecuaciones y desigualdades. Estas son actividades en las que se requiere ejercitar el pensamiento lógico matemático mediante el uso de símbolos, números y figuras que permitan realizar las representaciones y la resolución de los problemas.

En la primera clase para el cumplimiento de las actividades propuestas los estudiantes utilizaron el lápiz, texto y calculadora desde una perspectiva tradicional.

En la segunda clase con la participación de los mismos estudiantes se completaron las actividades desarrolladas en la primera clase, con la diferencia de que esta ocasión se utilizó GeoGebra. Para ello los estudiantes trabajaron en los ordenadores del laboratorio de Computación, de forma inicial el docente realizó un ejercicio de demostración para completar las actividades mediante GeoGebra y posteriormente los estudiantes mediante el uso del ordenador asignado desarrollaron las actividades. Tanto en el grupo de control como en el experimental las actividades fueron orientadas por la docente quien actuó como guía, supervisó y registró el aprendizaje de los estudiantes.

En esta segunda clase se aplicó una observación en donde el docente registró el desempeño de los estudiantes, Al finalizar el proceso se aplicó una encuesta a los estudiantes, la que consistió en un cuestionario de cinco preguntas cerradas de opción múltiple. Además, se entrevistó a dos docentes del área de Matemáticas con el objetivo de determinar de qué forma las actividades realizadas incidieron en el desarrollo del pensamiento lógico, identificar las dificultades relacionadas con el uso de GeoGebra, grado de cumplimiento de los objetivos de aprendizaje proyectados, beneficios generados a partir del uso de GeoGebra en el desarrollo de la clase de Matemática y las diferencias en la aptitud de los estudiantes identificadas en el desarrollo de la clase de Matemática con recursos tradicionales frente la clase en la que se utilizó GeoGebra.

RESULTADOS

Observación

Evaluación Inicial

Antes de la intervención con GeoGebra se realizó una observación de preconceptos del pensamiento lógico matemático de los estudiantes, para ello se plantearon tres problemas matemáticos relacionados con la geometría dinámica, funciones matemáticas y ecuaciones y desigualdades, a través de estas actividades se evaluó la capacidad de razonamiento lógico, la resolución de problemas y la comprensión de problemas matemáticos claves.

Actividades con GeoGebra

Posteriormente se utilizaron las actividades diseñadas para integrar GeoGebra se enfocaron en la exploración y visualización de conceptos matemáticos, estas incluyeron:

Geometría dinámica: Los estudiantes utilizaron GeoGebra para explorar las propiedades de figuras geométricas y elaborar transformaciones dinámicas, lo que les ayudó a su comprensión de conceptos geométricos y su capacidad para visualizar cambios

Funciones y gráficos: mediante GeoGebra los estudiantes investigaron funciones matemáticas, manipularon parámetros y observaron de qué forman las modificaciones afectan las representaciones gráficas, esto les ayudó a fortalecer su comprensión de funciones y relaciones matemáticas

Álgebra interactiva: Los estudiantes resolvieron las ecuaciones y desigualdades de manera interactiva lo que favoreció una comprensión más profunda de los procesos algebraicos y la relación entre variables.

Registros y observaciones

Durante el uso de GeoGebra, se observó detalladamente el desempeño de los estudiantes. Identificándose momentos clave en los que ellos mostraron un mayor compromiso, interacción y desarrollo del pensamiento lógico, obteniéndose los siguientes resultados:

Los estudiantes se involucraron activamente en las actividades colaborando mutuamente para resolver problemas y experimentar con las funcionalidades que ofrece GeoGebra.

Existieron momentos en los que los estudiantes realizaron preguntas reflexivas sobre las relaciones matemáticas presentadas, lo que indica un pensamiento crítico y una comprensión más profunda de la temática.

Los estudiantes mostraron creatividad al utilizar GeoGebra de forma no convencional en la representación de conceptos matemáticos, lo que evidenció una comprensión más allá de las expectativas iniciales

Al finalizar la intervención con GeoGebra se aplicaron nuevamente los problemas matemáticos relacionados con la geometría dinámica, funciones matemáticas y ecuaciones y desigualdades. Basado en la comparación de resultados antes y después de la intervención se pudo observar un impacto positivo de GeoGebra en el desarrollo del pensamiento lógico matemático, evidencia que demuestra la mejora en la resolución de problemas, comprensión conceptual y aplicación del razonamiento lógico.

Encuesta

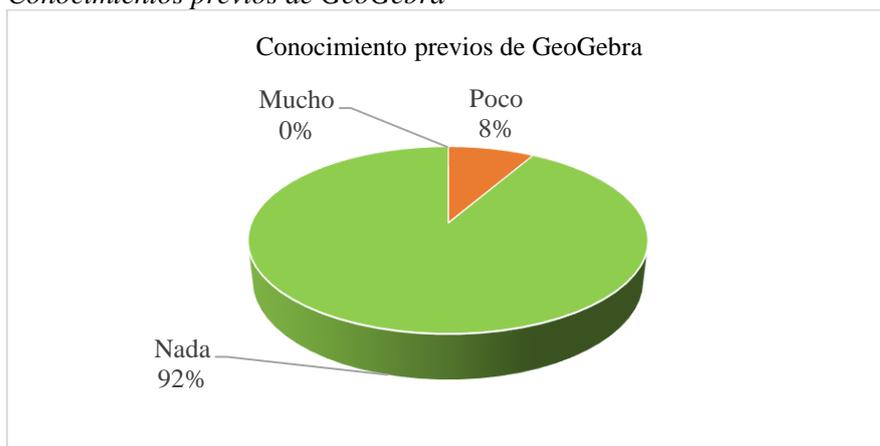
En relación con la encuesta se recopiló información sobre tres aspectos: Conocimientos previos del software, utilidad de GeoGebra para el aprendizaje, predisposición para seguir utilizando la aplicación. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la encuesta aplicada a los estudiantes.

Aspecto 1. Conocimientos previos del software

En el aspecto 1 se recopiló información sobre los siguientes puntos: Conocimientos previos de GeoGebra y uso anterior de algún software para el área de Matemáticas.

Gráfico 1

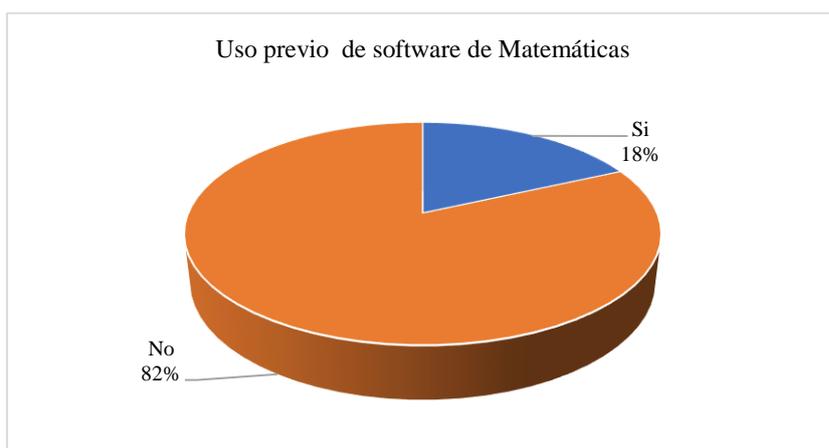
Conocimientos previos de GeoGebra



En relación con el conocimiento previo de la herramienta GeoGebra por parte de los estudiantes, se obtuvo que el 92% de los estudiantes no conocía esta herramienta, mientras que un 8% de los estudiantes manifestó que la conocía poco.

Gráfico 2

Uso previo de software



Sobre el uso previo de software de Matemáticas por parte de los estudiantes, se obtuvo que el 82% de los estudiantes afirma no haber utilizado de forma previa algún software, el 18% responde que si ha utilizado antes software de Matemáticas.

Aspecto 2. Utilidad GeoGebra para el aprendizaje

En el aspecto dos se recopiló información sobre los siguientes puntos: Facilidades de GeoGebra para la resolución del problema planteado y ventajas de GeoGebra para el aprendizaje de las Matemáticas.

Gráfico 3

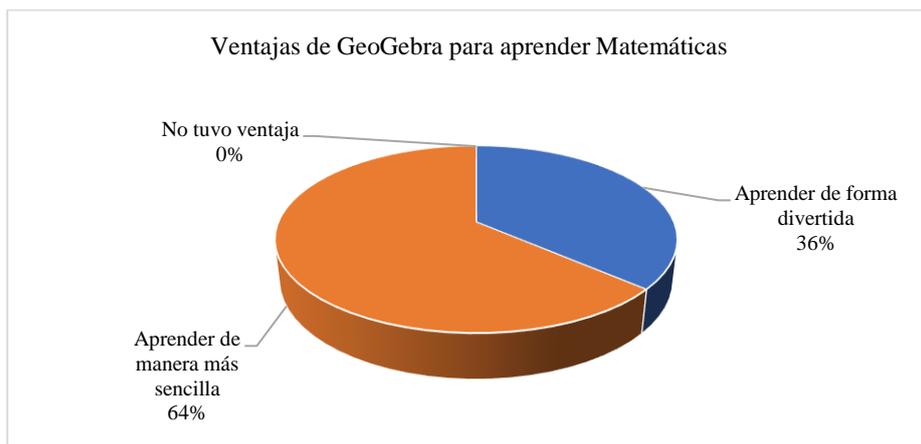
Resolución de problemas



Al consultar a los estudiantes si GeoGebra le facilitó la resolución del problema planteado, obteniéndose que el 95% de los estudiantes sostuvo que fue de mucha utilidad, mientras que el 5% respondió que fue de poca utilidad.

Gráfico 4

Ventajas de GeoGebra



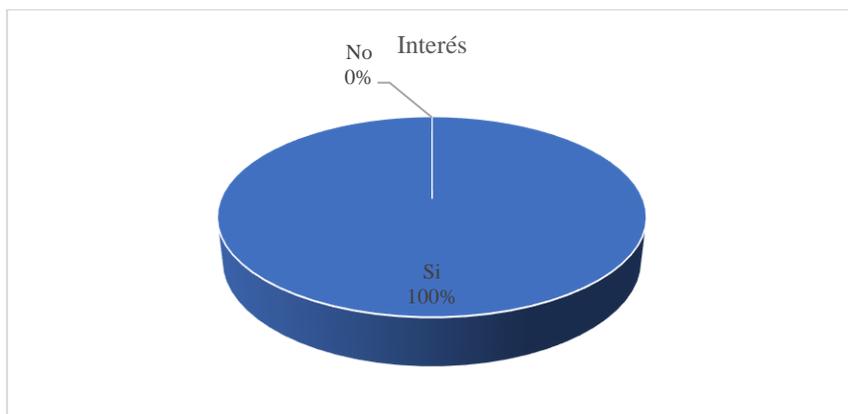
Al consultar a los estudiantes sobre las ventajas de GeoGebra al aprendizaje se obtuvo que el 64% de los estudiantes pudo aprender de manera más sencilla, mientras que el 36% sostuvo que lo pudo hacer forma más divertida.

Aspecto 3. Predisposición para seguir utilizando GeoGebra

En relación con este aspecto se les consultó a los estudiantes sobre su interés en el uso de GeoGebra para el aprendizaje de las Matemáticas.

Gráfico 5

Interés de los estudiantes



De la totalidad de los encuestados el 100% respondió que sí les gustaría utilizar GeoGebra de forma más frecuente para el aprendizaje de las Matemáticas.

Entrevista

Los resultados de la entrevista aplicada a dos docentes del área de Matemáticas se detallan a continuación

Tabla 1

Resultado de la entrevista

Preguntas	Entrevistado 1	Entrevistado 2
¿Qué dificultades identificó en el uso de GeoGebra en el desarrollo de la clase de Matemática?	Inicialmente varios estudiantes tenían renuencia a utilizar la herramienta porque no la conocían, pero cuando estuvieron frente al computador se sintieron más cómodo utilizando y aplicando las actividades.	Temor para no comprender lo que tenían que realizar. Limitaciones en el conocimiento de GeoGebra
¿Cuál fue el grado de cumplimiento de los objetivos de aprendizaje proyectados?	Se cumplió totalmente con los objetivos de aprendizaje, los estudiantes completaron todas las actividades propuestas de forma satisfactoria	Fue muy satisfactorio, se cumplieron los objetivos de aprendizaje proyectados por cuanto se logró que los estudiantes realizaran las actividades utilizando GeoGebra y aprendieran los contenidos.
¿Qué beneficios se generaron a partir del uso de GeoGebra	Se desarrolló una clase de manera más didáctica,	Los estudiantes estuvieron muy atentos a las actividades,

en el desarrollo de la clase de Matemática?	divertida y atractiva para los estudiantes	el material era innovador y esto hizo que se concentraran en la actividad, lo que favoreció su aprendizaje.
¿Qué diferencias en la aptitud de los estudiantes identificó usted en el desarrollo de la clase de Matemática con recursos tradicionales frente la clase en la que se utilizó GeoGebra?	La principal diferencia se observa en la motivación, en la segunda clase cuando se utilizó GeoGebra los estudiantes mostraron mucho interés en el contenido y en la ejecución de la actividad, a diferencia de la primera clase en donde estaban desmotivados	En la segunda clase con GeoGebra los estudiantes estuvieron mucho más interesados en los problemas planteados porque había el interés de realizarlos mediante la computadora lo que les generó un gran atractivo, diferente a ello en la primera clase lucieron cansados, desinteresados y distraídos de las actividades propuestas.

DISCUSIÓN

Mediante los resultados se determinó una participación los estudiantes utilizando GeoGebra, con beneficios en la reflexión, pensamiento crítico, creatividad y comprensión de los temas, resultados que son similares a los obtenidos por Cenas et al., (2021); Arteaga et al., (2019) que identificaron beneficios en la creatividad por la ilustración de los conceptos matemáticos, al permitir descubrir y construir conocimientos objetos de estudio, se relacionan además con Natale & Papini, (2019) que encontró beneficios en el entusiasmo del estudiante y la comprensión de los temas presentados.

Se estableció un impacto positivo de GeoGebra en el desarrollo del pensamiento lógico matemático, evidencia que demuestra la mejora en la resolución de problemas, comprensión conceptual y aplicación del razonamiento lógico. Resultados que concuerdan con Cenas et al., (2021) que encontró que esta herramienta permite al estudiante analizar de forma más detallada contenidos matemáticos, Sánchez & Borja, (2022) que encontró ventajas para la resolución de problemas en pequeños grupos o en la enseñanza interactiva de toda la clase.

CONCLUSIÓN

El uso de GeoGebra favorece el desarrollo del pensamiento lógico matemático al mejorar la resolución de problemas de forma activa, aporta a la comprensión conceptual para un

aprendizaje más holístico de los conceptos matemáticos y favorece al razonamiento lógico al promover la transferencia de habilidades lógicas a contextos matemáticos y al mundo real.

REFERENCIAS

- Alagic, G., & Alagic, M. (2013). Collaborative Mathematics Learning in Online Environments. En D. Martinovic, V. Freiman, & Z. Karadag (Eds.), *Visual Mathematics and Cyberlearning* (pp. 23–48). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2321-4_2
- Arteaga, B., Hernández, A., & Macías, J. (2021). El aprendizaje de contenidos lógico-matemáticos a través del cuento popular en Educación Infantil. https://doi.org/10.18239/ocnos_2021.20.3.2619
- Arteaga, E., Medina, J., & Martínez, J. (2019). El Geogebra: Una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Conrado*, 15(70), 102–108. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1990-86442019000500102&lng=es&nrm=iso&tlng=pt
- Ballesteros, V., López, C., Torrez, M., & Lozano, S. (2022). La integración de dispositivos móviles en el aula para la enseñanza del álgebra: El caso de la función lineal: Using mobile devices in classroom for algebra teaching: the case of linear function. *Educación y Humanismo*, 24(42), Art. 42. <https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.4044>
- Bauer, L. (2018). A Necessary Addiction: Student Conceptualizations of Technology and Its Impact on Teaching and Learning. *Journal of College Reading and Learning*, 48(1), 67–81. <https://doi.org/10.1080/10790195.2017.1365668>
- Celia, S., Sánchez, V., & Quilca, M. (2021). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en niños de educación inicial. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(19). http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S2616-79642021000300826&script=sci_arttext
- Cenas, F., Gamboa, L., Blaz, F., Castro, W., Gamboa, L., Blaz, F., & Castro, W. (2021). Geogebra: Herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 5(18), 382–390. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v5i18.181>
- Demir, M., & Zengin, Y. (2023). The effect of a technology-enhanced collaborative learning environment on secondary school students' mathematical reasoning: A mixed method design. *Education and Information Technologies*. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11587-x>
- Díaz, J., & Díaz, R. (2018). Los Métodos de Resolución de Problemas y el Desarrollo del Pensamiento Matemático. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32, 57–74. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v32n60a03>

- Flores, A., & Espejo, D. (2023). Design of Surfaces in Cylindrical Coordinates Using GeoGebra AR. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 146, 673–684. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13588-0_58
- García, M., Romero, I., & Cuadra, F. G. (2021). Effects of working with GeoGebra in the classroom on the affect-cognition relationship. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 177–198. Scopus. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3299>
- Jacinto, H., & Carreira, S. (2023). Knowledge for teaching mathematical problem-solving with technology: An exploratory study of a mathematics teacher's proficiency. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 11(1), 105–122. Scopus. <https://doi.org/10.30935/scimath/12464>
- Lombillo, I., Nambalo, J., Torres, A., Pérez, B., Lombillo, I., Nambalo Mulay-Dua, J., Torres Alonso, A., & Pérez Hernández, B. (2018). La innovación educativa en el uso de los medios de enseñanza: Una propuesta de solución que incluye las TIC. *Revista Cubana de Educación Superior*, 37(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0257-43142018000300012&lng=es&nrm=iso&tlng=en
- Medina, M. (2018). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 9(1 (Enero-Marzo)), 125–132. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6595073>
- Medina, M. (2018). Estrategias metodológicas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 9(1 (Enero-Marzo)), 125–132. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6595073>
- Mohd, S., Saleh, S., Zulnaidi, H., & Yatim, S. (2022). Effects of integrating a brain-based teaching approach with GeoGebra on problem-solving abilities. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(4), 2078–2086. Scopus. <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i4.22873>
- Natale, M., & Papini, M. (2019). Producir geometría con GeoGebra. Una experiencia colaborativa en el nivel universitario. *Enseñanza e investigación*. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/78594>
- Ocampo, W., García, J., Macas, Á., & Carrasco, J. (2020). Videojuego Educativo para el pensamiento lógico-matemático en educación básica: Revisión sistemática de literatura. *Revista Ibérica de Sistema y Tecnología de la Información*, 31, 513–535. <https://www.proquest.com/openview/5345c115973c81b4d936519158a27511/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>
- Ocampo, W., García, J., Macas, Á., & Carrasco, J. (2020). Videojuego Educativo para el pensamiento lógico-matemático en educación básica: Revisión sistemática de literatura. *Revista Ibérica de Sistema y Tecnología de la Información*, 31, 513–535.

<https://www.proquest.com/openview/5345c115973c81b4d936519158a27511/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1006393>

- Ochoa, R., Nava, N., & Fusil, D. (2020). Comprensión epistemológica del tesista sobre investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas. *Orbis: revista de Ciencias Humanas*, 15(45), 13–22.
- Ormeño, C., Rodríguez, S., & Bustos, V. (2013). Dificultades que presentan las educadoras de párvulos para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los niveles de transición. *Páginas de Educación*, 6(2), 55–71.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1688-74682013000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Ormeño, C., Rodríguez, S., & Bustos, V. (2013). Dificultades que presentan las educadoras de párvulos para el desarrollo del pensamiento lógico matemático en los niveles de transición. *Páginas de Educación*, 6(2), 55–71.
http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1688-74682013000200003&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Palacios, M. L., López, A., & Acosta, A. (2021). Innovación educativa en el desarrollo de aprendizajes relevantes: Una revisión sistemática de literatura. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5), 134–145.
- Parrales, V. (2021). Las TIC y la educación en los tiempos de pandemia. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 14(6), 104–117.
- Poveda, W., & García, M. (2022). MOOC, a virtual environment for mathematical problem solving. *Educacion Matematica*, 34(2), 153–181. Scopus.
<https://doi.org/10.24844/EM3402.06>
- Rodríguez, R., & Suárez, O. (2022). The motivation and the study of the quadratic function with GeoGebra®. *Educacion y Humanismo*, 24(42), 46–67. Scopus.
<https://doi.org/10.17081/eduhum.24.42.4864>
- Sánchez, R., & Borja, A. (2022). Geogebra en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje de las Matemáticas. *Dominio de las Ciencias*, 8(2), Article 2.
<https://doi.org/10.23857/dc.v8i2.2737>
- Silva, J., & Schneider, M. (2023). Evaluation of Descriptive Geometry Dynamic Models Developed in Geogebra® for Online Teaching. *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies*, 146, 859–869. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-3-031-13588-0_75
- Silwana, A., & Qohar, A. (2022). Development of Articulate Storyline and GeoGebra-Based Interactive Learning Media on the Topic of Tube Surface Area. 2566. Scopus.
<https://doi.org/10.1063/5.0114340>

- Solvang, L., & Haglund, J. (2022). Learning with Friction—Students’ Gestures and Enactment in Relation to a GeoGebra Simulation. *Research in Science Education*, 52(6), 1659–1675. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10017-7>
- Tapia, J., García, D., Erazo, J., & Narváez, C. (2020). Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia didáctica para el desarrollo del razonamiento lógico matemático. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5 (1), 753–772. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7611074>
- Tapia, J., García, D., Erazo, J., & Narváez, C. (2020). Aprendizaje Basado en Problemas como estrategia didáctica para el desarrollo del razonamiento lógico matemático. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 5(Extra 1), 753–772. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7611074>
- Urhan, S., & Zengin, Y. (2023). Investigating University Students’ Argumentations and Proofs Using Dynamic Mathematics Software in Collaborative Learning, Debate, and Self-reflection Stages. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*. Scopus. <https://doi.org/10.1007/s40753-022-00207-7>
- Vargas, N., Niño, J., & Fernández, F. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por tic para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Boletín Redipe*, 9(3), 167–180. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7528403>
- Vargas, N., Niño, J., & Fernández, F. (2020). Aprendizaje basado en proyectos mediados por tic para superar dificultades en el aprendizaje de operaciones básicas matemáticas. *Boletín Redipe*, 9(3), 167–180. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7528403>
- Velásquez, F., Jiménez, J., Flores, D., Ipanaqué, R., & Velezmoro, R. (2023). Meaningful Learning of Regular Basic Education Students in the Construction of Polyhedra from the Cube in a Graphical 3D Geometry Environment. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 448, 837–845. Scopus. https://doi.org/10.1007/978-981-19-1610-6_74
- Wassie, Y., & Zergaw, G. (2018). Capabilities and Contributions of the Dynamic Math Software, GeoGebra—A Review. *North American GeoGebra Journal*, 7(1), Art. 1. <https://mathed.miamioh.edu/index.php/ggbj/article/view/149>