EL GEOGEBRA EN LOS LOGROS DE LAS COMPETENCIAS DE APRENDIZAJES EN UNA INTITUCIÓN EDUCATIVA PRIVADA

GEOGEBRA IN THE ACHIEVEMENT OF LEARNING COMPETENCIES IN A PRIVATE EDUCATIONAL INSTITUTION

GEOGEBRA NA OBTENÇÃO DE COMPETÊNCIAS DE APRENDIZAGEM EM UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO PRIVADA

Recibido: 23/04/2025 **Aceptado**: 28/04/2025 **Aprobado:** 14/06/2025

Luis Alberto ***SOTO PANDURO*** [1]

Resumen

GeoGebra es un programa libre y gratuito que resulta útil para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas, ya que permite relacionar tanto objetos geométricos como algebraicos para solucionar problemas complejos; también facilita el tratamiento de distintas cuestiones matemáticas de manera creativa e innovadora. Por este motivo, la investigación se propuso "determinar el impacto del uso de GeoGebra en el desempeño de las competencias del área de matemáticas en los alumnos de cuarto grado de secundaria de la institución educativa privada Bertolt Brecht en Lima, 2022". Su base teórica principal es el enfoque centrado en la resolución de problemas. Este estudio se realizó bajo un enfoque cuantitativo, dentro del paradigma positivista, con un método hipotético-deductivo; se trató de un diseño cuasi-experimental, de carácter longitudinal, involucrando a una muestra de 70 estudiantes, divididos en un grupo de control y otro experimental, cada uno compuesto por 35 integrantes. Para la recolección de datos, se utilizó la técnica de encuesta como método, y una prueba de conocimientos como instrumento. Los resultados principales mostraron que en la evaluación inicial el promedio de logros en competencias matemáticas era equivalente para ambos grupos, mientras que en la evaluación final, la prueba de U-Mann Whitney reveló diferencias significativas (11,500 y z= -7,09), con un ρ= ,000. Se concluye que el empleo de

[1] Universidad Nacional Mayor de San Marcos ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8599-8097

GeoGebra tiene un efecto positivo en los logros de competencias matemáticas en la muestra analizada.

Palabras claves: Competencias para la vida, Lógica matemática, Razonamiento, Resolución de problemas, Software didáctico (fuente: Tesauro Unesco).

Abstract

GeoGebra is free software of interest for teaching and learning mathematics, since it offers the possibility of associating geometric and algebraic objects to solve complex problems; It also allows the approach of various mathematical problems in a creative and original way. For this reason, this research had the objective "to identify the effect of the use of GeoGebra on the achievement of the competences of the area of mathematics in the students of the 4th grade of secondary school of the private educational institution Bertolt Brecht of Lima, 2022". Its main theoretical foundation is the focus on problem solving. It was a quantitative study, positivist paradigm, hypothetical deductive method; quasi-experimental design, longitudinal cut, with a population of 70 students, control and experimental group of 35 members each. For data collection, the survey was used by technique and the knowledge test by instrument. The main result was that in the pretest the average range of achievement of mathematical skills was similar for both the control group and the experimental group, while in the posttest the U-Mann Whitney test exhibited significant differences (11,500 and z= -7 .09), with a ρ= .000. It is concluded that the use of GeoGebra influences the achievement of mathematical skills in the studied sample.

Keywords*:* Life skills, Mathematical logic, Reasoning, Problem solving, Didactic software (source: Unesco Thesaurus).

Introducción

El desarrollo de habilidades matemáticas es uno de los aspectos más importantes de la educación básica, ya que las matemáticas son valiosas y útiles más allá de cualquier institución educativa. Afortunadamente, existen muchos materiales y herramientas educativas, como el software libre GeoGebra, que apoyan este aprendizaje. Este programa es reconocido por su papel en la mejora de las habilidades matemáticas, tanto en la educación universitaria como en la no universitaria.

La competencia matemática se entiende como la habilidad personal para aplicar y comprender las matemáticas en diferentes situaciones. Esto incluye el razonamiento matemático y el uso de conceptos, métodos y herramientas matemáticas para describir, explicar y prever fenómenos (Organización para la Cooperación y el Desarrollo

Económicos, 2017). Esta capacidad se utiliza constantemente en la vida diaria y es esencial para el conocimiento científico, sin embargo, debido a su naturaleza abstracta y a la persistencia de métodos de enseñanza inadecuados, se ha convertido en una de las áreas que más afecta el fracaso escolar (Ramos et al. , 2021). En matemáticas, los estudiantes suelen obtener las calificaciones más bajas, debido a su falta de comprensión del lenguaje matemático y su incorrecto uso en el entorno educativo.

La Organización de Estados Iberoamericanos (2021) indica que el uso de materiales didácticos ayuda a que la educación responda a la diversidad de aprendizajes de los estudiantes, tomando en cuenta sus intereses y necesidades. El uso de una variedad de herramientas permite aprovechar la diversidad de los alumnos y les motiva a liderar su propio proceso de aprendizaje, facilitando la resolución de problemas, desafíos o proyectos en situaciones reales que benefician a su comunidad. En este sentido, la aplicación de GeoGebra en la región ha influido positivamente en el rendimiento académico, como se evidenció en un estudio en Ecuador donde se registró un aumento del 70% en la asimilación de conocimientos simbólicos y gráficos (Barahona et al. , 2017). También en México se encontró que la implementación de GeoGebra mejoró la satisfacción de los estudiantes en un 97% y un 20% en el desempeño académico; todo esto contribuyó al desarrollo de habilidades como la abstracción, el análisis, la síntesis y la capacidad de identificar, plantear y resolver problemas (Ortiz and Mejía, 2020).

En relación a la habilidad matemática medida en PISA 2018, la mayoría de las naciones latinoamericanas se encontró en el nivel 1, destacando los logros de Chile y Uruguay que obtuvieron los resultados más altos de la región (Ministerio de Educación, 2018, p. 77). Asimismo, el rendimiento promedio de los alumnos peruanos en matemáticas es comparado con el de estudiantes de Colombia, Costa Rica, México, Bosnia y Herzegovina, Jordania, Georgia, Macedonia del Norte y Líbano. Es importante señalar que el 60. 3% de los alumnos peruanos que fueron evaluados se sitúa en el nivel 2 (Minedu, 2018), lo cual merece ser pensado, ya que los integrantes de ese grupo en PISA solo pueden contestar preguntas que están relacionadas con situaciones que les son familiares y donde tienen todos los datos necesarios para llegar a una conclusión. Por lo tanto, al enfrentarse a un problema, solo son capaces de realizar procedimientos estándar en contextos muy claros.

Según el Ministerio de Educación del Perú (2021), la integración de recursos didácticos en las aulas facilita el aprendizaje, ya que contribuye a reforzar y complementar la labor de los maestros, mejorando la aplicación del currículo desde un

enfoque que busca dar protagonismo a los estudiantes en su formación. Además, enfatiza la importancia de crear oportunidades educativas que profundicen el saber y enriquezcan el rol pedagógico. Esto se respalda por un estudio de Quispe (2018), quien en su investigación registró un nivel de confianza del 95% entre los docentes que empleaban GeoGebra como métodos de enseñanza que favorecían la manipulación, el esbozo y la formulación de soluciones relacionadas con ecuaciones cuadráticas. En otro estudio se encontró que el nivel de logro en la competencia de resolución de problemas alcanzó un promedio de 14,78, en comparación con el grupo de control que tuvo 11,89 (Apaza, 2020). Del mismo modo, en otra investigación llevada a cabo en Lima, se demostró que la utilización de GeoGebra mejora significativamente la habilidad de demostración y razonamiento en funciones matemáticas, junto con la capacidad de comunicación de los estudiantes (Allcca, 2018).

La incorporación de tecnologías como herramientas didácticas contribuye a explorar posibles métodos de apoyo para los docentes, donde los maestros cuentan con información, conocimientos y habilidades para implementar de manera efectiva tecnologías y enfoques pedagógicos que faciliten el proceso educativo orientado al éxito de los estudiantes. Esto es fundamental, ya que potencia la creatividad y la visualización conceptual en diversas formas, incrementa el rendimiento; estimula la curiosidad y originalidad; aclara la comprensión de los conceptos y promueve el aprendizaje general de los alumnos en matemáticas (Sagesse et al. , 2020; Silfanus y Sariyasa, 2018).

A nivel nacional, se ha tratado el tema desde diferentes enfoques de investigación. Apaza (2020) en su estudio se propuso identificar cómo el GeoGebra afecta el logro de la competencia matemática. Fue un análisis basado en un enfoque cuantitativo y con un diseño cuasi-experimental. Se pudo observar que el grupo experimental alcanzó un promedio de calificaciones superior al del grupo de control. Como resultado, se determinó que el GeoGebra tiene un impacto significativo en la competencia para resolver problemas relacionados con la forma, ubicación y movimiento (p=0,05), con una diferencia de p-valor =0,00 entre las medias del pretest y el postest.

Díaz et al. (2018) se enfocaron en analizar el impacto del GeoGebra en la enseñanza de la geometría. Este fue un estudio cuasi-experimental que incluyó a 48 estudiantes. Los hallazgos indicaron que en el grupo que recibió la intervención se observaron efectos significativos en su capacidad de razonamiento, comunicación matemática, demostración y resolución de problemas. Se concluyó que el uso de este software permitió alcanzar niveles altos (r>0. 50) y moderados (r>0. 30) en las habilidades de los alumnos del grupo intervenido.

De manera similar, a nivel global, Adelabu et al. (2019) llevaron a cabo una investigación con la finalidad de analizar la relevancia del software GeoGebra en el desempeño de los estudiantes en el área de geometría. El enfoque del estudio fue cuasi-experimental. Los hallazgos indicaron que la implementación de GeoGebra fue beneficiosa para el grupo experimental, ya que incrementó el rendimiento de los estudiantes y su desenvolvimiento en matemáticas. Se llegó a la conclusión de que GeoGebra presenta un enorme potencial para ser utilizado en la enseñanza de matemáticas en escuelas secundarias.

Zulnaidi et al. (2019) realizaron un estudio para investigar los efectos que genera el uso del software GeoGebra en el rendimiento académico de estudiantes en una institución de educación secundaria. Se ejecutó un diseño cuasi-experimental con una participación de 80 alumnos, divididos en un grupo de 40 que recibió el tratamiento y otro grupo de 40 que sirvió como control. Los resultados obtenidos revelaron que tanto los docentes como los estudiantes respaldaron la utilización de GeoGebra en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas, ya que facilitó la ilustración de conceptos y procedimientos a través de imágenes y gráficos, lo que contribuyó significativamente a que los estudiantes comprendieran y dominaran temas relacionados con funciones y límites. Se presentó como un recurso didáctico accesible, aliviando la carga de los profesores al explicar funciones y fomentando una interacción activa entre ellos y los alumnos. Este estudio ofrece recomendaciones que pueden ser utilizadas como intervenciones para mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Métodos y materiales

La investigación se clasifica como aplicada, ya que busca implementar de forma inmediata el cocimiento (Carhuancho et al. , 2019). Por esta razón, se optó por un diseño experimental cuasi experimental, lo que facilitó la evaluación del impacto de una variable independiente (uso del software educativo GeoGebra) sobre una variable dependiente (enseñanza y aprendizaje en Matemática), basado en mediciones iniciales y finales (Cohen y Gómez, 2019). La población se refiere al total de elementos que comparten características similares, como el lugar donde viven, la edad o el género (Carrasco, 2019). En esta ocasión, la población estuvo constituida por 70 alumnos del cuarto año de secundaria de un colegio privado en Lima Este. Específicamente, 35 alumnos del aula A y 35 del aula B. Debido a que esta población es relativamente pequeña, el investigador incluyó a todos los elementos. Por lo tanto, se considera una población censal. La muestra está compuesta por un subgrupo representativo de la población, y su número debe ser suficiente para permitir la extrapolación de las conclusiones del

grupo al total (Cohen y Gómez, 2019). Dado que se trata de una población censal, la muestra tiene el mismo tamaño que la población. Esta incluyó a 70 estudiantes del cuarto grado, con 35 de ellos en el grupo de control y los otros 35 en el grupo experimental. La muestra resultó del muestreo por conveniencia, sin aplicar criterios probabilísticos, sino siguiendo únicamente el criterio del investigador (Delgado-Santa Gadea, 2018). La técnica utilizada fue la encuesta y el instrumento consistió en una prueba de conocimientos. La encuesta es una técnica comúnmente utilizada para la recolección de datos. Además, el cuestionario, que consiste en una serie ordenada de preguntas, debe estar alineado con los objetivos del estudio. En este caso, se aplicó una prueba de conocimientos antes y después de la intervención (Delgado-Santa Gadea et al. , 2018). El instrumento fue validado por expertos, quienes determinaron que su contenido era adecuado tras revisarlo cinco docentes calificados. Este instrumento fue diseñado por Reyes-Tucto (2020). Asimismo, se verificó su confiabilidad, que obtuvo un coeficiente de 0,88 utilizando el alfa de Cronbach para ítems dicotómicos. Los datos cuantitativos se analizaron empleando técnicas estadísticas descriptivas e inferenciales. Con la estadística descriptiva, se obtuvo la distribución de frecuencias, brindando así resultados descriptivos (Hernández y Mendoza, 2018). En cuanto a la estadística inferencial, se llevaron a cabo pruebas de hipótesis pretest y postest para determinar si existían diferencias significativas después de implementar el programa (Hernández et al. , 2014). Se utilizó el método estadístico U de Mann-Whitney para verificar si dos muestras aleatorias e independientes pertenecen a la misma población, incluso sin suponer la normalidad de estas poblaciones (Ramírez y Pollack, 2020). Para ello, se llevaron a cabo diversas pruebas de estadística no paramétrica, siendo esta la más representativa, ya que compara las medianas de dos grupos independientes, distribuidos libremente (Porras, 2019).

Resultados

Para la contrastación de las hipótesis se debía conocer las características de normalidad de la población estudiada.

Prueba de normalidad

Prueba de normalidad de Shapiro- wilk (n<50)

Grupo		Variable	Estadístico	gl	Sig.
Pretest	Experimental	Matemática	0.966	35	0.335
		Resuelve problemas de cantidad	0.847	35	0.000
		Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	0.907	35	0.006
		Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	0.908	35	0.007
		Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	0.912	35	0.008
	Control	Matemática	0.940	35	0.057
		Resuelve problemas de cantidad	0.826	35	0.000
		Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	0.859	35	0.000
		Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	0.906	35	0.006
		Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	0.899	35	0.004
Postest	Experimental	Matemática	0.959	35	0.215
		Resuelve problemas de cantidad	0.820	35	0.000

		Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	0.741	35	0.000
		Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	0.789	35	0.000
		Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	0.806	35	0.000
	Control	Matemática	0.953	35	0.135
		Resuelve problemas de cantidad	0.884	35	0.002
		Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	0.852	35	0.000
		Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	0.901	35	0.004
		Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	0.867	35	0.001

Tabla 1

Resultado de los estadísticos de la prueba y sus competencias de matemática

Grupo	Área y competencias	N	Mínimo	Máximo	Media	DE
Pretest Experimental	Prueba de matemática	35	7	14	10.54	1.669
	Resuelve problemas de cantidad	35	0	4	2.34	0.838
	Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	35	1	5	2.63	0.973
	Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	35	1	5	2.86	0.974

		Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	35	1	5	2.71	1.017
	Control	Prueba de matemática	35	7	13	10.20	1.471
		Resuelve problemas de cantidad	35	0	4	2.40	0.812
		Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	35	1	4	2.40	0.812
		Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	35	1	5	2.83	0.954
		Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	35	0	4	2.57	1.065
Postest	Experimental	Prueba de matemática	35	13	20	16.63	1.784
		Resuelve problemas de cantidad	35	2	5	4.00	1.029
		Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	35	3	5	4.31	0.583
		Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	35	2	5	4.20	0.901
		Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	35	3	5	4.11	0.758
	Control	Prueba de matemática	35	8	15	10.86	1.593
		Resuelve problemas de cantidad	35	0	5	2.63	0.942
		Resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambios	35	1	4	2.66	0.802

Resuelve problemas de forma, movimiento y localización	35	1	5	2.86	0.944
Resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre	35	1	4	2.71	0.860

Nota. DE: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

Se muestra los estadísticos descriptivos de la prueba y sus competencias de matemática; la media de la prueba de matemática del pretest del grupo control fue 10.20 similar a la media del del grupo experimental que fue 10.54. En cambio, en el postest del grupo control fue 10.86 y del grupo experimental fue 16.63, evidenciándose mejora en el postest del grupo experimental en el logro de las competencias de matemática.

Tabla 2

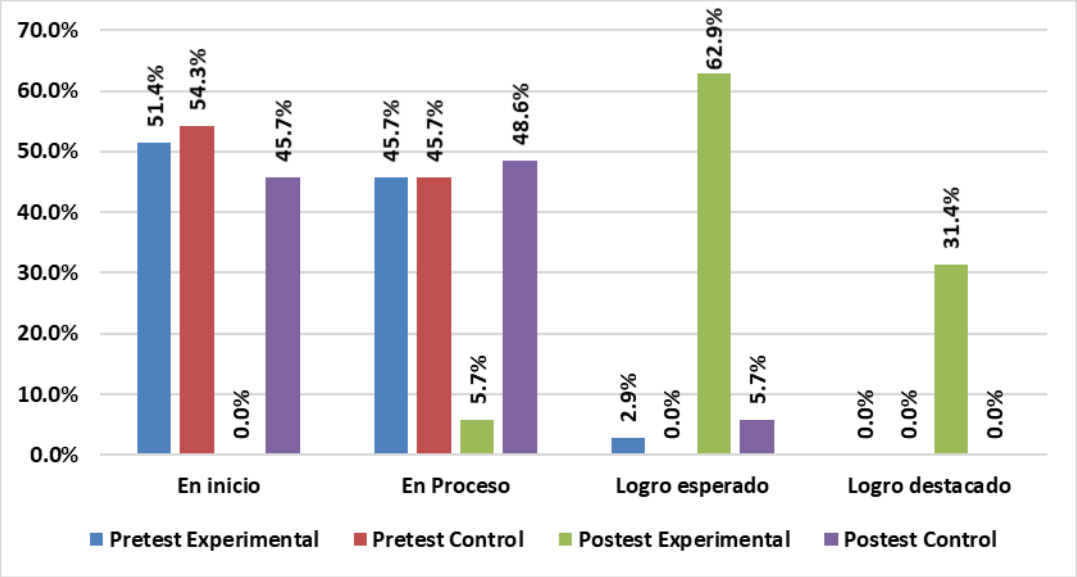
Resultado del Pretest y postest del logro del área de matemática

Grupo		Nivel de logro								Total
		En inicio		En Proceso		Logro esperado		Logro destacado		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Pretest	Experimental	18	51.4%	16	45.7%	1	2.9%	0	0.0%	35
	Control	19	54.3%	16	45.7%	0	0.0%	0	0.0%	35
Postest	Experimental	0	0.0%	2	5.7%	22	62.9%	11	31.4%	35
	Control	16	45.7%	17	48.6%	2	5.7%	0	0.0%	35

Nota. f: frecuencias, %: porcentaje; $\bar{X}$: media, GC: grupo control; GE: grupo experimental; $\bar{X}$ GC-pretest=10.20; $\bar{X}$ GE-pretest=10.54; $\bar{X}$ GC-postest=10.86; $\bar{X}$ GE-postest=16.63.

Figura 1

Resultado del Pretest y postest del logro del área de matemática



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 y figura 1, se observan las frecuencias y porcentajes obtenidos en cada nivel de logro de la prueba de matemática acorde a cada grupo, tanto del grupo control como experimental. En este contexto, en el pretest, se aprecia una semejanza en las frecuencias de los niveles de logro para ambos grupos en inicio (con 51% en el grupo experimental y 54% en el grupo control), en cambio para el postest las frecuencias en cada nivel de logro obtenido por el grupo experimental es mayor al del grupo control (con 63% en el logro esperado y 31% en el logro destacado del grupo experimental y 48% en el logro en proceso y 46% en el logro en inicio del grupo control), en estudiantes de la institución educativa privada Bertolt Brecht de Lima, 2022.

Tabla 3

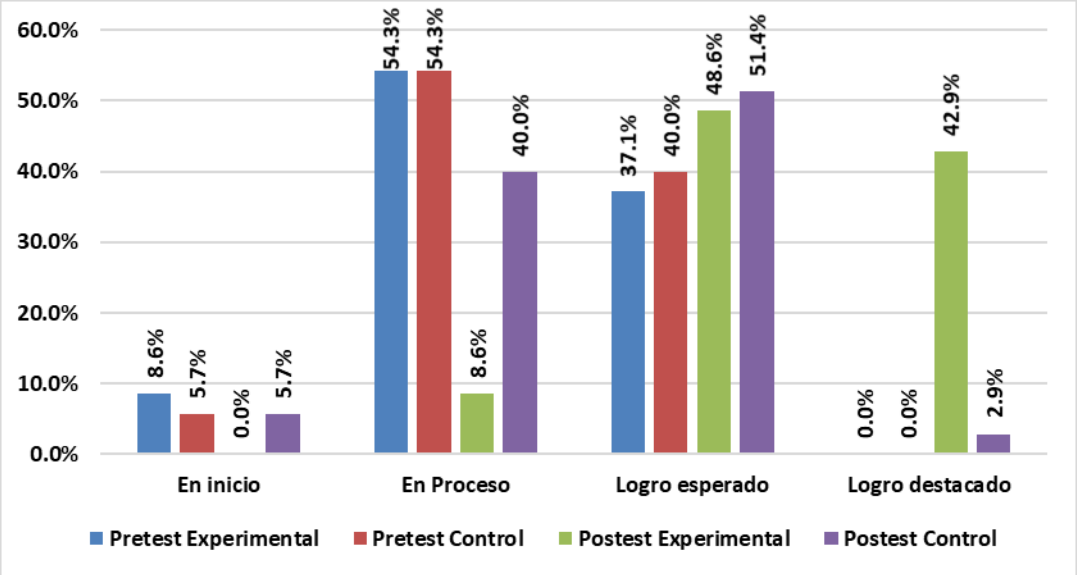
Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de cantidad

Grupo		Nivel de logro								Total
		En inicio		En Proceso		Logro esperado		Logro destacado		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Pretest	Experimental	3	8.6%	19	54.3%	13	37.1%	0	0.0%	35
	Control	2	5.7%	19	54.3%	14	40.0%	0	0.0%	35
Postest	Experimental	0	0.0%	3	8.6%	17	48.6%	15	42.9%	35
	Control	2	5.7%	14	40.0%	18	51.4%	1	2.9%	35

Nota. $\bar{X}$: media, GC: grupo control; GE: grupo experimental; $\bar{X}$ GC-pretest=2.40; $\bar{X}$ GE-pretest=2.34; $\bar{X}$ GC-postest=2.63; $\bar{X}$ GE-postest=4.0.

Figura 2

Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de cantidad



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 3 y figura 2 se encontró que en el pretest el grupo control predominó el nivel en proceso (54.3%), seguido del nivel logro esperado (40.0%), y en inicio (5.7%); en el pretest el grupo experimental predominó el nivel en proceso (54.3%), seguido del nivel logro esperado (37.1%, y en inicio (8.6%), encontrándose similares resultados. En cambio, en el postest del grupo control se encontró que predominó el nivel logro esperado (51.4%), seguido del nivel en proceso (40.0%), en inicio (5.7%) y logro destacado (2.9%). En el postest del grupo experimental predominó el nivel logro esperado (48.6%), seguido del nivel logro destacado (42.9%), en proceso (40.0%) y en inicio (5.7%), evidenciándose mejora en el postest del grupo experimental en el logro de la competencia resuelve problemas de cantidad, en estudiantes de la institución educativa privada Bertolt Brecht de Lima, 2022.

Tabla 10

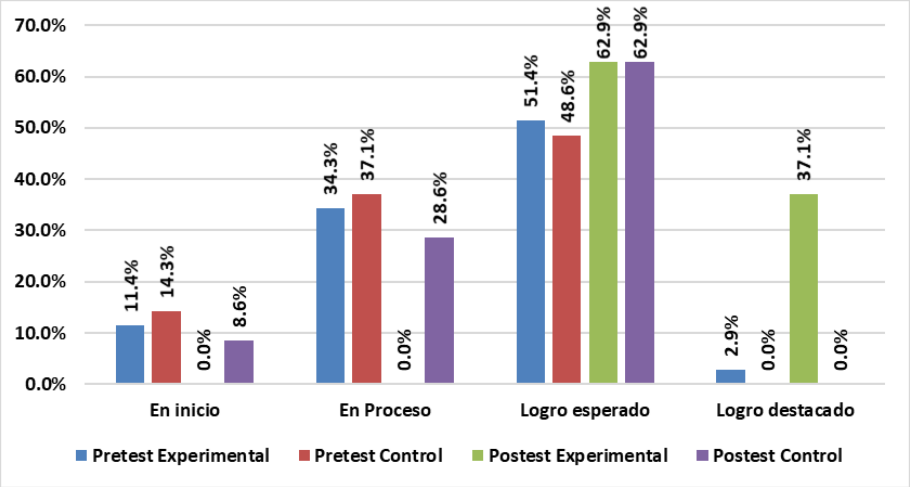
Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio

Grupo		Nivel de logro								Total
		En inicio		En Proceso		Logro esperado		Logro destacado		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Pretest	Experimental	4	11.4%	12	34.3%	18	51.4%	1	2.9%	35
	Control	5	14.3%	13	37.1%	17	48.6%	0	0.0%	35
Postest	Experimental	0	0.0%	0	0.0%	22	62.9%	13	37.1%	35
	Control	3	8.6%	10	28.6%	22	62.9%	0	0.0%	35

Nota. $\bar{X}$: media, GC: grupo control; GE: grupo experimental; $\bar{X}$ GC-pretest=2.40; $\bar{X}$ GE-pretest=2.63; $\bar{X}$ GC-postest=2.66; $\bar{X}$ GE-postest=4.31.

Figura 3

Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4 y figura 3 se encontró que en el pretest el grupo control predominó el nivel logro esperado (48.6%), seguido del nivel en proceso (37.1%), y en inicio (14.3%); en el pretest el grupo experimental predominó el nivel logro esperado (51.4%), seguido del nivel en proceso (34.3%), en inicio (11.4%) y logro destacado (2.9%), encontrándose similares resultados. En cambio, en el postest del grupo control se encontró que predominó el nivel logro esperado (62.9%), seguido del nivel en proceso (28.6%), y en inicio (8.6%). En el postest del grupo experimental predominó el nivel logro esperado

(62.9%), y nivel logro destacado (37.1%), evidenciándose mejora en el postest del grupo experimental en el logro de la competencia resuelve problemas de regularidad, equivalencia y cambio, en estudiantes de la institución educativa privada Bertolt Brecht de Lima, 2022.

Tabla 5

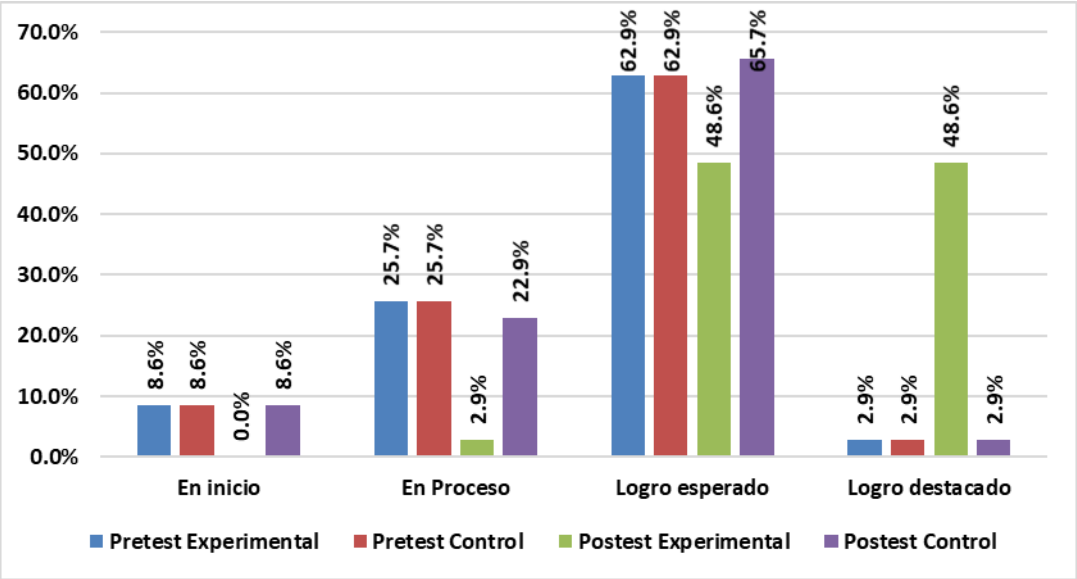
Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de forma, movimiento y localización

Grupo		Nivel de logro								Total
		En inicio		En Proceso		Logro esperado		Logro destacado		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Pretest	Experimental	3	8.6%	9	25.7%	22	62.9%	1	2.9%	35
	Control	3	8.6%	9	25.7%	22	62.9%	1	2.9%	35
Postest	Experimental	0	0.0%	1	2.9%	17	48.6%	17	48.6%	35
	Control	3	8.6%	8	22.9%	23	65.7%	1	2.9%	35

Nota. $\bar{X}$: media, GC: grupo control; GE: grupo experimental; $\bar{X}$ GC-pretest=2.83; $\bar{X}$ GE-pretest=2.86; $\bar{X}$ GC-postest=2.86; $\bar{X}$ GE-postest=4.20.

Figura 4

Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de forma, movimiento y localización



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 5 y figura 4 se encontró que en el pretest el grupo control predominó el nivel logro esperado (62.9%), seguido del nivel en proceso (25.7%), en inicio (8.6%) y logro destacado (2.9%); en el pretest el grupo experimental predominó el nivel logro esperado (62.9%), seguido del nivel en proceso (25.7%), en inicio (8.6%) y logro destacado (2.9%), encontrándose similares resultados. En cambio, en el postest del grupo control se encontró que predominó el nivel logro esperado (65.7%), seguido del nivel en proceso (22.9%), en inicio (8.6%) y logro destacado (2.9%). En el postest del grupo experimental predominó el nivel logro esperado y logro destacado (48.6% cada uno), y el nivel en proceso (2.9%), evidenciándose mejora en el postest del grupo experimental en el logro de la competencia resuelve problemas de forma, movimiento y localización, en estudiantes de la institución educativa privada Bertolt Brecht de Lima, 2022.

Tabla 6

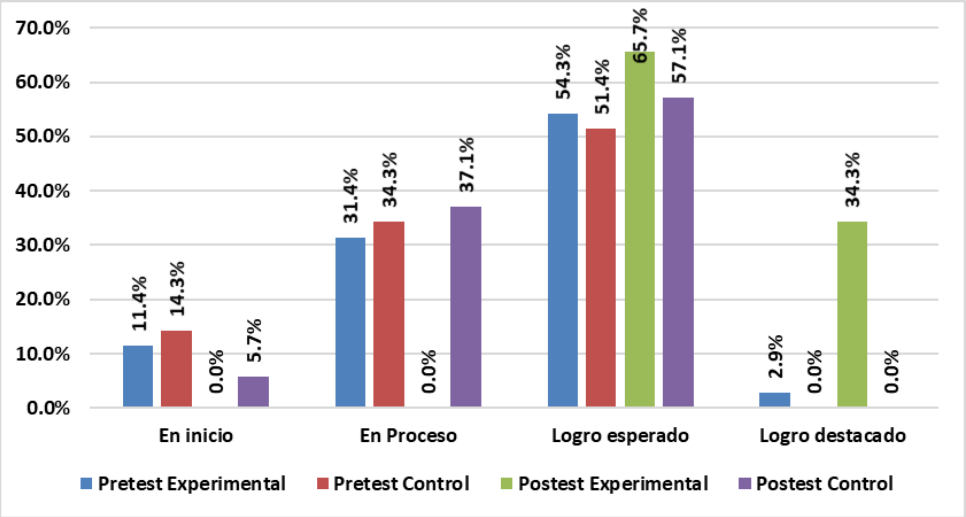
Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre

Grupo		Nivel de logro								Total
		En inicio		En Proceso		Logro esperado		Logro destacado		
		n	%	n	%	n	%	n	%	
Pretest	Experimental	4	11.4%	11	31.4%	19	54.3%	1	2.9%	35
	Control	5	14.3%	12	34.3%	18	51.4%	0	0.0%	35
Postest	Experimental	0	0.0%	0	0.0%	23	65.7%	12	34.3%	35
	Control	2	5.7%	13	37.1%	20	57.1%	0	0.0%	35

Nota. $\bar{X}$: media, GC: grupo control; GE: grupo experimental; $\bar{X}$ GC-pretest=2.57; $\bar{X}$ GE-pretest=2.71; $\bar{X}$ GC-postest=2.71; $\bar{X}$ GE-postest=4.11.

Figura 5

Resultado del pretest y postest del logro de competencia resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 y figura 5 se encontró que en el pretest el grupo control predominó el nivel logro esperado (51.4%), seguido del nivel en proceso (34.3%), y en inicio (14.3%); en el pretest el grupo experimental predominó el nivel logro esperado (54.3%), seguido del nivel en proceso (31.4%), en inicio (11.4%) y logro destacado (2.9%), encontrándose similares resultados. En cambio, en el postest del grupo control se encontró que predominó el nivel logro esperado (57.1%), seguido del nivel en proceso (37.1%), y en inicio (5.7%). En el postest del grupo experimental predominó el nivel logro esperado (65.7%), y logro destacado (34.3%), evidenciándose mejora en el postest del grupo experimental en el logro de la competencia resuelve problemas de gestión de datos e incertidumbre, en estudiantes de la institución educativa privada Bertolt Brecht de Lima, 2022.

Discusión

En lo que respecta a la hipótesis general presentada, se señala que esta cuenta con el apoyo de los datos y resultados de investigaciones anteriores, como las de Castillo (2019) y Apaza (2020), donde se encontraron diferencias significativas a favor del grupo que utilizó el programa GeoGebra en la materia de matemáticas específicamente en el área de geometría plana. Es importante reconocer que GeoGebra forma parte de una estrategia educativa destinada a mejorar las competencias,

incorporando tecnología para facilitar un acceso más amigable a los conceptos matemáticos, aumentando así el interés por esta materia y la adquisición de conocimientos, habilidades y actitudes necesarias (Zeballos, 2020). Esto cobra mayor importancia dentro del enfoque que se centra en la resolución de problemas, especialmente desde los trabajos pioneros de George Polya en la segunda mitad del siglo XX (García et al. , 2023). Este enfoque se caracteriza por considerar las matemáticas como un producto cultural en constante evolución, donde el objetivo es resolver problemas basados en situaciones que se interpretan como eventos significativos en diferentes contextos (Minedu, 2016). Una de sus bases teóricas es la teoría de las situaciones didácticas señalada en Brousseau (1986), que actúa como un modelo del proceso de enseñanza y aprendizaje, donde se visualiza como un juego en el que tanto el docente como el estudiante han establecido reglas y acciones de manera implícita.

En relación con la hipótesis específica 2, Allca (2018) encontró que los promedios obtenidos favorecieron de forma constante al grupo experimental tras utilizar el software gratuito GeoGebra, evidenciando su aporte al aprendizaje y al desarrollo de habilidades matemáticas. De manera similar, Mollena y Fuentes (2019) demostraron que GeoGebra tiene un impacto notable en la mejora de las competencias matemáticas. Por lo tanto, se puede concluir que el promedio de resolución de problemas en el pretest era comparable entre el grupo de control y el grupo experimental, indicando que el uso de GeoGebra tiene una influencia significativa en la variable dependiente, lo cual concuerda con lo expuesto por los autores previamente mencionados.

En relación con la segunda hipótesis específica, los hallazgos indicaron que el nivel promedio de resolución de problemas en el pretest era comparable en ambos grupos, el control y el experimental, lo que sugiere que el uso de GeoGebra tiene un impacto notable en la variable dependiente. Estos resultados respaldan lo que encontraron Díaz et al. (2018), quienes verificaron el progreso en habilidades de razonamiento, comunicación matemática y resolución de problemas. De igual manera, Udofia y Uko (2018) demostraron que las calificaciones entre el grupo de control y el grupo experimental favorecieron al segundo después de implementar GeoGebra. En este contexto, Bressan et al. (2016) promueven una interesante propuesta llamada educación matemática realista, que emergió en la década de 1960 como respuesta al enfoque mecanicista de la enseñanza de la aritmética. Su creador, el matemático y pedagogo alemán H. Freudenthal (1973), argumenta que la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas deben estar conectados con la realidad. En lugar de desvincularse de ella, es crucial mantener una relación constante con las situaciones reales y estar

atentos a las necesidades y expectativas de los estudiantes, sin olvidar su vinculación con la comunidad (Freudenthal, 1991). Así, las matemáticas se convierten en una actividad formativa accesible para todos.

En relación con la tercera hipótesis específica, investigaciones previas, como las de Adelabu (2019) y Bayaga (2019), han sido algunas de las referencias donde se ha observado similitud en la temática, el marco teórico y los resultados. Al examinar las bases teóricas y conceptuales del enfoque de resolución de problemas, Minedu (2016) menciona a Schoenfeld (1985). Esto es significativo, ya que Schoenfeld, un matemático estadounidense, se sintió inspirado por el trabajo de Polya (1990), a pesar de que algunos instructores que entrenaban a estudiantes para competencias en matemáticas afirmaban que no utilizaban esas ideas, ya que aparentemente no eran efectivas. Schoenfeld (1985) respondió con uno de sus libros en el que proponía que para aplicar la resolución de problemas como una estrategia educativa, es necesario considerar ciertas situaciones más allá de lo meramente heurístico. En caso contrario, la estrategia no sería efectiva; esto no implica que las heurísticas carezcan de valor, sino que son insuficientes para abordar la totalidad del aprendizaje matemático en la vida cotidiana.

Acerca de la cuarta hipótesis, los resultados han confirmado la suposición, ya que el nivel promedio de resolución de problemas en el pretest era semejante en los grupos de control y experimental, lo que sugiere un efecto relevante del uso de GeoGebra en la variable dependiente. Esto está en línea con lo que concluyeron Zulnaldi et al. (2019), quienes afirmaron que el uso de GeoGebra también contribuye a mejorar el desempeño académico en matemáticas.

Otra de las referencias mencionadas por Minedu (2016) es la contribución de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática. Esta colaboración ha sido resumida por Trigo (2008). Él destaca que resolver problemas es una manera de pensar donde una comunidad de aprendizaje (estudiantes y profesores) investiga nuevas formas de abordar una situación problemática específica, entendiendo la relevancia de justificar las respuestas con diferentes tipos de argumentos. En otras palabras, el objetivo no se limita a comunicar una respuesta dada, sino que se centra en identificar y comparar otras maneras de representar, explorar y solucionar el problema. Es claro que esto implica más que simplemente diseñar actividades que permitan ampliar el problema original y plantear suposiciones y otros desafíos.

Conclusiones

A través de este trabajo se puede concluir que el propósito general, que el uso de GeoGebra impacta en la obtención de habilidades matemáticas en los estudiantes de

4° grado de secundaria en Lima en 2022, se respalda por los resultados de la prueba de Mann Whitney: 11,500; z= -7,09; ρ= ,000. Además, se observan diferencias significativas entre los resultados del pretest y postest tras el uso de la herramienta. En relación con los objetivos específicos establecidos, se puede decir que el uso de GeoGebra contribuye al desarrollo de la competencia para resolver problemas de cantidad en los estudiantes de 4° grado de secundaria en Lima en 2022, encontrando diferencias notables entre las evaluaciones antes y después de su implementación. Respecto al impacto de GeoGebra en la competencia mencionada, se determina que efectivamente hay una influencia, ya que se registran diferencias significativas al comparar las evaluaciones iniciales y finales. De igual forma, en los tercer y cuarto objetivos específicos, se constata una diferencia significativa en las evaluaciones del pretest y postest. Así, a través de las distintas evaluaciones y evidencias, se pone de manifiesto la notable influencia de GeoGebra en el desarrollo de competencias en el área matemática.

Referencias bibliográficas

Adelabu, F., Makgato, M. y Ramaligela, S. (2019). The importance of dynamic geometry computer software on learners' performance in geometry. *Electronic Journal of E-Learning*, *17*(1), 52–63. https://www.academic-publishing.org/index.php/ejel/article/view/1870

Adi, S. y Wahyudin, L. (2018). Selection of Learning Media Mathematics for Junior School Students. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, *17*(1), 1–7. https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1165728.pdf

Allcca, S. (2018). *Aplicación del software GEOGEBRA y su efecto en el nivel de aprendizaje de Funciones Matemáticas en estudiantes de Tercer grado de Educación Secundaria de la I.E. "Libertador San Martín" UGEL 02- Tahuantinsuyo, Independencia, Lima* [tesis de maestría, Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle]. https://repositorio.une.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14039/1961/TM%20CE-Em%203662%20A1%20-%20Allcca%20Salinas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Apaza, J. (2020). *Aplicación del software GeoGebra y su influencia en el logro de competencia matemática resuelve problmeas de forma, movimiento y localización, en estudiantes de tecer grado de secundaria de la I.E. Paulo VI, Paucarpata, 2019* [tesis doctoral, Universidad Nacional de San Agustín]. http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/10603/EDDapfljl.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Barahona, F., Barrera, O., Vaca, B. y Hidalgo, B. (2017). Geogebra para la enseñanza de la matemática y su incidencia en el rendimiento académico estudiantil. *Revista Tecnológica ESPOL*, *28*(5), 121–132. http://rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/429/296

Bayaga, A., Mthethwa, M., Bossé, J. y Williams, D. (2019). Impacts of implementing geogebra on eleventh grade student's learning of Euclidean Geometry. *South African Journal of Higher Education*, *33*(6), 32–54. https://doi.org/10.20853/33-6-2824

Bressan, A., Gallego, F., Pérez, S. y Zolkower, B. (2016). *Educación matemática realista. Bases teóricas*. https://new.gpdmatematica.ar/wp-content/uploads/2021/02/Modulo_teoria_EMR-Final.pdf

Brousseau, G. (1986). *Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas*. Universidad de Burdeos. http://www.cvrecursosdidacticos.com/web/repository/1462973817_Fundamentos%20de%20Brousseau.pdf

Díaz, M. (2018). Filosofìa, filosofìa de las ciencias y la cuestiòn del realismo. A*lpha (Osorno), 46*(8), 199-214. http://dx.doi.org/10.4067/S0718-22012018000100199

Freudenthal, H. (1973). *Mathemathics as an educational task*. Reidel Publishing Co.

Freudenthal, H. (1991). *Revisiting Mathematics Education: China Lectures*. Reidel Publishing Co.

García, D. y Martin-Nieto, R. (2023). Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra. *Alteridad. Revista de Educación, 18*(1), 85-101. https://doi.org/10.17163/alt.v18n1.2023.07

Hernández, C., Arteaga, E., y Del Sol, J. (2021). Utilización de los materiales didácticos digitales con el geogebra en la enseñanza de la matemática. *Conrado*, *17*(79). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442021000200007&lang=es

Ministerio de Educación del Perú (2021). *Aprendizajes: ¿Con qué aprenden?* Minedu. http://www.minedu.gob.pe/p/politicas-aprendizajes-conqueprenden.html

Mollena, R. y Fuentes, G. (2019). *Uso del Geogebra en el Desarrollo de la Competencia Resuelve Problemas de Forma, Movimiento y Localización en los Estudiantes del Cuarto Grado de Educación Secundaria de las Instituciones Educativas Ignacio Álvarez Thomas y Juan Velasco Alvarado Arequipa*- [Tesis de maestría, Universidad Catótlica de Santa María]. http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/8896

Organización de Estados Iberoamericanos. (2021). *Ruta pedagógica 2030*.

https://oei.int/downloads/disk/eyJfcmFpbHMiOnsibWVzc2FnZSI6IkJBaDdDRG9JYTJWNVNTSWhiVEpoTUdONmVtTTRORExZxYzJaeFpXdGliVFl3WjNnME0zZHVZUVk2QmtWVU9oQmthWE53YjNOcGRHbHZia2tpWkdsdWJHbHVaVHNnWm1sc1pXNWhiV1U5SWxKMWRHRWdVR1ZrWVdkdloybGpZU0F5TURNd0xuQmtaaUk3SUdacGJH

Ortiz, C., y Mejía, M. (2020). Geogebra como herramienta en la enseñanza del cálculo para adquirir competencias en estudiantes de ingeniería. *Revista Electrónica ANFEI Digital*, *6*(11). https://anfei.mx/revista/index.php/revista/article/view/610/1247

Pérez, J., Paira, D., Matos, F., Romero, M. y Quispe, R. (2022). *Revisión de la literatura del uso de GeoGebra y su relación com el aprendizaje em el periodo 2012-2021*. Repositorio institucional de la Universidad de Lima. https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/16435/Geogebra_aprendizaje_Perez_Paira_Matos_Romero_Quispe.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Polya, G. (1990). *Cómo plantear y resolver problemas*. Trillas.

Quispe, E. (2018). *El GeoGebra como recursos didáctico para el aprendizaje de ecuaciones cuadráticas en docentes de educación secundaria de la ciudad de Puno, 2018* [Tesis de especialización, Universidad Nacional del Altiplano.]. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8310/Quispe_Yapo_Edgardo.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Ramírez, B. (2021). GeoGebra en 2D y 3D como recurso didáctico en un curso de integración múltiple: una experiencia de enseñanza-aprendizaje. *Revista Digital Matemática, Educación e Internet*, *21*(1), 1–17. http://funes.uniandes.edu.co/23510/

Ramos, A., Guifarro, M., y Casas, L. (2021). Dificultades em el aprendizaje del algebra, um estudio com pruebas estandarizadas. *Bolema, 35*(70), 1016-1033. https://doi.org/10.1590/1980-4415v35n70a21

Reyes-Tucto, G. (2020). *El uso del software educativo GeoGebra como recurso didáctico para la enseñanza y aprendizaje del área de matemáticas en los estudiantes del 5° grado de secundaria de la IE N° 291 Mariscal Andrés Cáceres UGEL 2-año 2017* [tesis doctoral, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional. http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/15486?show=full

Sagesse, M., François, J., y Tussime, M. (2020). GeoGebra integration and effectiveness in the teaching and learning of mathematics in secondary schools: A review of literature. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and*

Sciences, *16*(1), 1–13.

Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical Problem Solving*. Academic Press.

Silfanus, J., y Sariyasa, I. (2018). Effect of GeoGebra-Aided REACT Strategy on Understanding of Geometry Concepts. *International Journal of Instruction*, *11*(4), 325–336. https://eric.ed.gov/?id=EJ1191656

Trigo, L. (2008). La resolución de problemas matemáticos. Avances y perspectivas en la construcción de una agenda de investigación y práctica. *Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática, 12*. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2748785

Udofia, N., y Uko, P. (2018). Geogebra and secondary school students' performance in mathematics in Akwa Ibom North-west senatorial district of Nigeria. *International Journal of Mathematics and Statistics Studies*, *6*(4), 1–14.https://www.researchgate.net/profile/Nsikak-Abasi-Udofia/publication/353983448_GEOGEBRA_AND_SECONDARY_SCHOOL_STUDENTS'_PERFORMANCE_IN_MATHEMATICS_IN_AKWA_IBOM_NORTH-WEST_SENATORIAL_DISTRICT_OF_NIGERIA/links/611d88b41ca20f6f86309274/GEOGEBRA-AND-SECONDARY-

Zeballos, M. (2020). Acompañamiento pedagógico digital para docentes. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, *9*(2), 192–203. https://doi.org/10.37843/rted.v9i2.164

Zulnaidi, H., Oktavika, E., y Hidayat, R. (2019). Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students. *Education and Information Technologies*, *2*(4). https://link.springer.com/article/10.1007/s10639-019-09899-y#:~:text=GeoGebra can illustrate mathematical concepts,teachers' burden in explaining functions.