

Software Geogebra para el aprendizaje de ecuación de la recta en estudiantes de secundaria

Geogebra software for learning the equation of the line in high school students

Liliana Aldazabal Melgar¹, Omar Aldazabal Melgar¹, Esther Vergara Causo², Helen Cárdenas Solis¹ y Ricardo Iván Vértiz Osoro¹

RESUMEN

El objetivo del estudio fue mostrar que la aplicación del software Geogebra influye en el aprendizaje de las ecuaciones de la línea recta en estudiantes del nivel secundario, en una muestra de 140 estudiantes distribuidos en dos grupos (control – experimental), evaluándose en dos momentos: un antes (pre test) y un después (post test). Asimismo, se empleó las pruebas paramétricas al comparar los grupos relacionados e independientes y no paramétricas al comparar los niveles de clasificación. Los resultados evidencian que el grupo experimental del post test demostró tener mejor rendimiento para realizar la ecuación recta con el uso del software Geogebra, además de ofrecer estrategias en la resolución de problemas matemáticos. El estudio concluyó, que el uso del software Geogebra es una opción para el aprendizaje de la ecuación recta en los estudiantes del nivel secundario, una alternativa para familiarizarse con la práctica y desempeño de las nuevas tecnologías en la educación básica regular. Se sugiere que desde temprana edad debe enseñarse, comenzando en los grados de primaria, puesto que es una herramienta clave en la combinación de nuevas aplicaciones que facilitarán la calidad de la educación primaria.

Palabras clave: Ecuaciones matemáticas, resolución de problemas matemáticos, educación secundaria.

ABSTRACT

The objective of the study was to demonstrate that the application of Geogebra software influences the learning of line equations in high school students, in a sample of 140 students distributed in two groups (control - experimental), evaluated in two moments: before (pre-test) and after (post-test). Likewise, parametric tests were used to compare the related and independent groups and nonparametric tests to compare the classification levels. The results show that the experimental group of the post-test demonstrated better performance in performing the line equation with the use of Geogebra software, in addition to offering strategies in solving mathematical problems. The study concluded that the use of Geogebra software is an option for learning line equation in high school students, an alternative to become familiar with the practice and performance of new technologies in regular basic education. It is suggested that it should be taught from an early age, starting in the primary grades, since it is a key tool in the combination of new applications that will facilitate the quality of primary education.

Keywords: Mathematical equations, mathematical problem solving, high education.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v10i1.269>

Recibido: 01/01/2021. Aceptado: 02/03/2022

* Autor para correspondencia

1. Universidad César Vallejo, Perú. Email: laldazabal@ucvvirtual.edu.pe; oaldazabalm@ucv.edu.pe; hecardenassol@ucvvirtual.edu.pe; rivertizv@ucvvirtual.edu.pe

2. Universidad Nacional de Educación “Enrique Guzmán y Valle”, Perú. Email: esvergarac@ucvvirtual.edu.pe

INTRODUCCIÓN

A partir de la aparición de la pandemia COVID-19, los sistemas educativos han variado en sus modalidades, de lo presencial se han adaptado a lo virtual (Rama, 2020). No obstante, esta experiencia ha servido para consolidar los contenidos en los aprendizajes de las matemáticas con el uso de la nueva tecnología mediante el software Geogebra, para adquirir destrezas en la resolución de ecuaciones lineales (Arenas Suaza, 2013; Kushwaha et al., 2014; Aldazabal et al. 2020).

Si bien es cierto, en países desarrollados los estudiantes de secundaria han logrado mejores resultados en las matemáticas utilizando el software Geogebra (Birgin & Uzun Yazıcı, 2021), lo que ha servido como una estrategia de aprendizaje de motivación en los estudiantes del nivel secundario de los países en vías de desarrollo, puesto que los contenidos de las matemáticas han sido y siguen siendo complicados (Putra et al., 2020). En efecto, el manejo de este software ha traído mejores niveles y promedios en las evaluaciones, y competencias en las matemáticas (Joshi & Singh, 2020, Nurdin et al., 2019; Simbolon & Siahaan, 2020). Sin embargo, no significa que su uso sea un recurso para remplazar al docente, encargado de diseñar, desarrollar y ejecutar los avances de los estudiantes en los procesos de aprendizaje, aun cuando los resultados no sean los deseados (Grisales-Aguirre, 2018). En consecuencia, la implementación de estrategias para la enseñanza de las matemáticas en las clases virtuales, con el uso de este software, ha sido oportuno, habida cuenta que, en un contexto como el actual, los logros han exigido mayores retos no solo para el dominio del programa, sino en la aplicación y desempeño tanto de los estudiantes como de los docentes en la didáctica de las matemáticas (Vértiz Osoreo et al., 2020; Aldazabal Melgar et al., 2021).

Durante los dos últimos años (2020-2021), la presencia de la pandemia del COVID 19, ha sido determinante para implementar estrategias de enseñanza de las matemáticas, sea mediante las clases sincrónicas como asincrónicas (Vergara et al., 2021); y de esa manera garantizar la continuidad de la calidad educativa mediante las plataformas virtuales y el uso permanente de las herramientas digitales. A nuevos desafíos, tuvo que afrontar la escuela básica regular, en esta nueva modalidad virtual; por un lado, exigió que los docentes se capacitarán en el manejo de herramientas digitales y por el otro lado, obligó a las escuelas implementar los equipos informáticos para el soporte de las plataformas virtuales, softwares, programas, licencias, etc. para ofrecer un mejor servicio de calidad a los usuarios en un mercado muy competitivo, además de una mejor interacción socioeducativa entre el docente-estudiantes en el aprendizaje de las ecuaciones lineales (Guntur & Setyaningrum, 2021).

Adquirir capacidades en la experticia pedagógica es un proceso que lleva a experimentar nuevos escenarios de enseñanza de las matemáticas (Ayodele & Adegoke, 2016), aunque años previos ya se estaba usando el software Geogebra, su aplicación era solo de unos cuantos docentes, que con algo de ímpetu, se atrevían a usar los entornos virtuales, o a dar protagonismo a la Flipped Classroom (Aula invertida). Hoy en día, ya es común, la cercanía del docente-informaticus con los nuevos softwares matemáticos. Un nuevo tiempo que exige cambios estructurales en la concepción de la didáctica virtual para la enseñanza de álgebra, geometría, aritmética es el uso del software Geogebra, que además de ser un método eficaz, incrementa el éxito de los estudiantes en el momento de realizar mediciones de área y volumen (Zengin & Akçakın, 2021).

Esta herramienta informática es eficaz en el logro para que los estudiantes aprendan a realizar transformaciones geométricas, teniendo una gran utilidad para cerrar brechas entre los géneros (varón-mujer) para el aprendizaje de las matemáticas, por ende, mejorar en el rendimiento académico de los estudiantes de secundaria (Bwalya, 2019). Por tanto, el empleo del GeoGebra es una buena estrategia de razonamiento inductivo asistido en la motivación que los estudiantes tienen para las matemáticas, más aún para los cálculos de funciones (Halim et al., 2021). En consecuencia, la incorporación del binomio GeoGebra – TICs ha permitido un mejor desempeño de los estudiantes en las evaluaciones y rendimiento académico en las matemáticas (Adegoke, 2016). Las ventajas han sido positivas, GeoGebra no solo es un software, es un nuevo concepto para comprender las relaciones algebraicas y la construcción de las gráficas de funciones, de manera práctica, sencilla, interesante, creativa, agradable y dinámica (Borbon, 2015), algo lúdico, que contrariamente a los métodos tradicionales que solo promovían la memorización (Hähkiöniemi, 2017; Abdullah et al., 2020; Juandi et al., 2021), es una herramienta muy útil para el aprendizaje de contenidos matemáticos (Mukamba & Makamure, 2020).

Sin embargo, aún se sigue presentando falencia en los estudiantes del nivel secundario, más aún si se trata de plasmar en un plano cartesiano los puntos, complicados para algunos, muy difíciles para otros cuando hacer la línea recta, no logran ubicarse en el plano cartesiano y confunden los cuadrantes y ejes, además les resulta complejo estructurar o plantear un problema, más aún en el cálculo del valor de la pendiente, determinar la forma ordinaria, la ordenada en su origen. Una realidad, que debe prestarse la atención necesaria desde grados anteriores, con el supuesto que a menor temprana edad en la enseñanza de la recta numérica, mejores resultados se obtendrán en grados superiores, por esa razón se debe priorizar el manejo de Geogebra en el nivel primario. Por tanto, este estudio pretende mostrar que la

aplicación de Geogebra influye en el aprendizaje de las ecuaciones en la línea recta en estudiantes del nivel secundario.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la investigación se empleó el método hipotético deductivo, es decir ir de la hipótesis a la deducción, con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada, con un diseño cuasi experimental (Ñaupas et al., 2018), la población estudiada fue 140 alumnos en dos grupos de 70 alumnos cada uno, la recolección de los datos se realizó empleando la encuesta y el instrumento la prueba de conocimientos (constituido por ejercicios correspondientes a la Ecuación punto pendiente; Ecuación cartesiana; Ecuación principal; Ecuación simétrica y la Ecuación general). La evaluación se realizó al inicio y al final del estudio, con la finalidad de comparar los puntajes y niveles de las variables y dimensiones, permitiendo verificar la influencia del uso del programa GeoGebra. La prueba de conocimientos fue validada por expertos, siendo estos especialistas temáticos metodológico, aplicando el criterio de pertinencia, relevancia y claridad. La evaluación en dos aulas de 20 alumnos cada una, a un aula se implementó el software GeoGebra, se aplicó la prueba de conocimientos el mismo día y hora a ambas aulas (Pre test – Post test). Se empleó la estadística descriptiva para la evaluación de los datos, además de la prueba de Shapiro-Wilk para la medición de la normalidad, la prueba de U Mann Whitney para la comparación de las medianas debido a que los datos obtenidos no presentó distribución normal.

RESULTADOS

El análisis de las dimensiones evaluados en la aplicación del software Geogebra para mejorar el aprendizaje. Se consideraron en el análisis de resultados, cuatro dimensiones, las que se evidenciaron después de las pruebas comparativas de los grupos pares, diferencias significativas entre las medidas de los instrumentos (Pre-test) y después (post test) en los dos grupos de estudio (control – experimental). Para el aprendizaje de la ecuación de la recta en los estudiantes del nivel secundario. Contrastación que se hizo efectiva con la prueba de U Mann Whitney en la H_0 , lográndose demostrar en el pre test los grupos son semejantes (p -valor = .693), sin embargo, en el post test los datos de ambos grupos son diferentes (p -valor = .000). Lo que se asevera que el grupo experimental alcanzó el puntaje superior al grupo control, por lo tanto, existe evidencia suficiente para demostrar que la aplicación de Geogebra influye positivamente en el aprendizaje de ecuación de la recta.

Tabla 1. Aplicación de Geogebra en el aprendizaje de ecuación de la recta

Prueba	Estadístico	Valores
Pre	U de Mann-Whitney	185,500
	Sig. asintót. (bilateral)	,693
Post	U de Mann-Whitney	55,500
	Sig. asintót. (bilateral)	,000

En cuanto a la dimensión de la ecuación punto pendiente en los estudiantes del nivel secundario, se evidenció que en el pre test ambos grupos son semejantes (p -valor = .783), sin embargo, en el post test los datos de ambos grupos son diferentes (p -valor = .014). Se asevera que el grupo experimental alcanzó el puntaje superior al grupo control, por lo tanto, existe evidencia suficiente para demostrar que la aplicación de Geogebra influye positivamente en el aprendizaje de la ecuación punto pendiente.

Tabla 2. Aplicación de Geogebra en el aprendizaje de ecuación punto pendiente

Prueba	Estadístico	Valores
Pre	U de Mann-Whitney	190,000
	Sig. asintót. (bilateral)	.783
Post	U de Mann-Whitney	112.500
	Sig. asintót. (bilateral)	.014

En relación a la dimensión ecuación cartesiana de la recta en los estudiantes del nivel secundaria, se corroboró en ambos grupos, siendo en el pre test semejantes (p -valor = .877), sin embargo, en el post test los datos fueron diferentes (p -valor = .002). En efecto, el grupo experimental alcanzó el puntaje superior al grupo control, por lo tanto, existe evidencia suficiente para demostrar que la aplicación de Geogebra influye positivamente en el aprendizaje de la ecuación cartesiana de la recta.

Tabla 3. Aplicación de Geogebra en el aprendizaje de la ecuación cartesiana

Prueba	Estadístico	Valores
Pre	U de Mann-Whitney	194.500
	Sig. asintót. (bilateral)	.877
Post	U de Mann-Whitney	93.500
	Sig. asintót. (bilateral)	.002

En cuanto a los resultados de la ecuación pendiente y ordenada en el origen de la recta, para contrastar la H_0 logró demostrarse que en el pre test ambos grupos son semejantes (p -valor = .367), sin embargo, en el post test los datos de ambos grupos son diferentes (p -valor = .000). Se asevera que el grupo experimental alcanzó el puntaje superior al grupo control, por lo tanto, existe evidencia suficiente para demostrar que la aplicación de Geogebra influye positivamente en el aprendizaje.

Tabla 4. Aplicación de Geogebra en el aprendizaje de la ecuación pendiente y ordenada en el origen de la recta

Prueba	Estadístico	Valores
Pre	U de Mann-Whitney	168.00
	Sig. asintót. (bilateral)	.367
Post	U de Mann-Whitney	74.50
	Sig. asintót. (bilateral)	.000

De acuerdo a los resultados de la prueba de U Mann Whitney respecto a los datos de la ecuación simétrica, para contrastar la H_0 logró demostrarse que en el pre test ambos grupos son semejantes (p -valor = .447), sin embargo, en el post test los datos de ambos grupos son diferentes (p -valor = .002). Se asevera que el grupo experimental alcanzó el puntaje superior al grupo control, por lo tanto, existe evidencia suficiente para demostrar que la aplicación de Geogebra influye positivamente en el aprendizaje de la ecuación simétrica en los estudiantes del cuarto de secundaria.

Tabla 5. Aplicación de Geogebra en el aprendizaje de la ecuación simétrica

Prueba	Estadístico	Valores
Pre	U de Mann-Whitney	172.500
	Sig. asintót. (bilateral)	.447
Post	U de Mann-Whitney	87.500
	Sig. asintót. (bilateral)	.002

Los resultados de la prueba de U Mann Whitney respecto a los datos de la ecuación general, para contrastar la H_0 logró demostrarse que en el pre test ambos grupos son semejantes (p -valor = .866), sin embargo, en el post test los datos de ambos grupos son diferentes (p -valor = .000). Se asevera que el grupo experimental alcanzó el puntaje superior al grupo control, por lo tanto, existe evidencia suficiente para demostrar que la aplicación de Geogebra influye positivamente en el aprendizaje de la ecuación general.

DISCUSIÓN

La dificultad de los alumnos por resolver problemas de matemática con respecto a la ecuación de la recta, los resultados evidencian que con el apoyo de una computadora manejando un software y complementando “conocimiento, computadora y software”, éstos incrementan su aprendizaje. El software GeoGebra influyó de manera positiva en el aprendizaje de la Ecuación de la recta tal como se evidencia en el p valor=.000, resultado que se sustenta en el constructivismo, debido a que el estudiante para resolver los problemas de diferentes tipos de ecuaciones de la recta, comprender el ejercicio, tuvo que experimentar en el proceso, permitiéndole perfeccionar estrategias mediante la indagación, no solo resolviendo el ejercicio sino comprendiendo la utilidad en sus actividades diarias, exigiendo un proceso mental intenso en el aprendizaje, tal como lo señala (Godino, Batanero, & Font, 2003).

Asimismo, se puso en práctica lo planteado en el constructivismo con respecto al trabajo en equipo, las actividades de intervención fueron individuales como grupales predominando las tareas en equipo, generando la participación activa de los alumnos a través de la lluvia de ideas, propiciando un ambiente adecuado para el aprendizaje. En la teoría de las situaciones didácticas (Brousseau, 2002) el docente es el eje en este proceso, de haberse presentado factores negativos como la desmotivación, pérdida del entusiasmo, carencia de habilidades de enseñanza hubieran influido en el fracaso de la intervención. Al no existir la presencia de estos factores el experimento desarrollo un cumplimiento a cabalidad lo sostenido por Bandura, la inclusión del software GeoGebra en el aprendizaje, permitió recoger conceptos sobre el mismo software y su incidencia en el aprendizaje (Benjumeda Muñoz, 2012) tal como lo señalaron otros autores empleando el software, (Hohenwarter et al., 2009).

El logro obtenido de que los estudiantes mejoren los puntajes sobre la ecuación de la recta coincide con la estrategia diseñada por Romero Albaladejo et al. (2015) que revertió resultados ante las debilidades de los alumnos por resolver problemas, por otra parte se mejoró resultados sobre problemas de la ecuación (Ridha et al., 2020), demostrándose la capacidad resolutive de los problemas y pensar críticamente utilizando el modelo basado en problemas asistidos en comparación con el grupo de aprendizaje convencional (Setiawi et al., 2021). El aprendizaje con respecto a la ecuación punto pendiente en los estudiantes que se obtuvo resultados de p valor=.014: igualmente, la aplicación del software GeoGebra incluyó en el aprendizaje de la ecuación cartesiana con un p valor=.002; el aprendizaje de la ecuación pendiente y ordenada también arrojó resultados de p valor=.000; con respecto al aprendizaje de la ecuación simétrica con resultados de p valor=.002 y de la ecuación general con p valor=.000 armonizan con las mejoras de los puntajes sobre las mismas ecuaciones (Giraldo Buitrago,

2012). Lo que se muestra que aplicar el software GeoGebra en el aprendizaje de la matemática previo diseño del software, da resultados positivos sobre la ecuación de la recta, tomando en cuenta las teorías y su aplicación de dicho logro.

CONCLUSIONES

El uso del software Geogebra es una opción para el aprendizaje de la ecuación recta en los estudiantes del nivel secundario, una alternativa para familiarizarse con la práctica y desempeño de las nuevas tecnologías en la educación básica regular. Con ello, se adquiere habilidades en el manejo de estrategias para el docente, que de alguna manera orienta y dirige el proceso de aprendizaje, explorando nuevos procedimientos en el cálculo de las figuras bidimensionales en la asignatura de matemáticas. Se sugiere que desde temprana edad debe enseñarse, comenzando en primaria, puesto que es una herramienta clave en la combinación de nuevas aplicaciones que facilitarán la calidad de la educación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdullah, A. H., Misrom, N. S., Kohar, U. H. A., Hamzah, M. H., Ashari, Z. M., Ali, D. F., Samah, N. A., Tahir, L. M., & Rahman, S. N. S. A. (2020). The Effects of an Inductive Reasoning Learning Strategy Assisted by the GeoGebra Software on Students' Motivation for the Functional Graph II Topic. *IEEE Access*, 8, 143848–143861. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3014202>
- Adegoke, I. (2016). GeoGebra: The Third Millennium Package for Mathematics Instruction in Nigeria. *Anale Seria Informatica*, 14(1), 35–43. <https://1library.net/document/qm068g5y-geogebra-millennium-package-mathematics-instruction-nigeria.html>
- Aldazabal Melgar, O. F., Vertiz-Osores, R. I., Zorrilla Tarazona, E., & Aldazabal Melgar, Liliana Hilda Guevara Duarez, M. F. G. (2021). Software GeoGebra en la mejora de capacidades resolutivas de problemas de figuras geométricas bidimensionales en universitarios. *Propósitos y Representaciones*, 9(1), 1040. <https://doi.org/10.20511/PYR2021.V9N1.1040>
- Arenas Suaza, B. S. (2013). Las ecuaciones lineales, desde situaciones cotidianas [Universidad Nacional de Colombia]. <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/587533>
- Ayodele, O., & Adegoke, I. (2016). Geogebra : the third millennium device for mathematics instruction in Nigeria. *Anale Seria Informatica*, 14(1), 35–43.

- Benjumeda Muñoz, F. J. (2012). *Proyectos para la enseñanza de las Matemáticas en Educación Secundaria*.
- Birgin, O., & Uzun Yazıcı, K. (2021). The effect of GeoGebra software–supported mathematics instruction on eighth-grade students’ conceptual understanding and retention. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 925–939. <https://doi.org/10.1111/JCAL.12532>
- Brousseau, G. (2002). *Theory of Didactical Situations in Mathematics* (M. University (ed.)). Monash University.
- Bueno, A. C., & Basniak, M. I. (2021). Cenários animados no GeoGebra e o estudo de funções por alunos com altas habilidades/superdotação. *TANGRAM - Revista de Educação Matemática*, 4(1), 134–154. <https://doi.org/10.30612/TANGRAM.V4I1.12629>
- Bwalya, D. (2019). Influence of Geogebra on Students’ Achievement in Geometric Transformations and Attitude towards Learning Mathematics with Technology. *Journal of Education and Practice*, 10(13), 25–36. <https://doi.org/10.7176/JEP/10-13-04>
- Giraldo Buitrago, H. (2012). Diseño e implementación de una estrategia didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de función lineal en el grado noveno mediada en las nuevas tecnologías: Estudio de caso en el Colegio Marymount grupo 9° B del municipio de Medellín. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10911>
- Grisales-Aguirre, A. (2018). Vista de Uso de recursos TIC en la enseñanza de las matemáticas: retos y perspectivas | *Entramado*. *Entramado*, 14(2), 198–214. <https://doi.org/doi:10.18041/1900-3803/entramado.2.4751>
- Guntur, M. I. S., & Setyaningrum, W. (2021). The Effectiveness of Augmented Reality in Learning Vector to Improve Students’ Spatial and Problem-Solving Skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 15(05), 159–173. <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/19037>
- Hähkiöniemi, M. (2017). Student teachers’ types of probing questions in inquiry-based mathematics teaching with and without GeoGebra. <Http://Dx.Doi.Org/10.1080/0020739X.2017.1329558>, 48(7), 973–987. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2017.1329558>
- Halim, A., Hamid, A., Zainuddin, Nurulwati, Herman, & Irwandi. (2021). Application of GeoGebra media in teaching the concept of particle kinematics in 1D and 2D. *AIP Conference Proceedings*, 2331, 30015. <https://doi.org/10.1063/5.0041624/FORMAT/PDF>

- Hohenwarter, J., Hohenwarter, M., & Lavicza, Z. (2009). Introducing Dynamic Mathematics Software to Secondary School Teachers: The Case of GeoGebra. *Computer in Mathematics and Science Teaching*, 28(2), 135–146. https://www.researchgate.net/publication/234730242_Introducing_Dynamic_Mathematics_Software_to_Secondary_School_Teachers_The_Case_of_GeoGebra
- Joshi, D. R., & Singh, K. B. (2020). Effect of Using Geogebra on Eight Grade Students' Understanding in Learning Linear Equations. *76 MATHEMATICS TEACHING RESEARCH JOURNAL FALL*, 12(3). <https://commons.hostos.cuny.edu/mtrj/>
- Juandi, D., Kusumah, Y. S., Tamur, M., Perbowo, K. S., & Wijaya, T. T. (2021). A meta-analysis of Geogebra software decade of assisted mathematics learning: what to learn and where to go? *Heliyon*, 7(5), e06953. <https://doi.org/10.1016/J.HELIYON.2021.E06953>
- Kushwaha, R. C., Chaurasia, P. K., & Singhal, A. (2014). Impact on students' achievement in teaching mathematics using geogebra. *Proceedings - IEEE 6th International Conference on Technology for Education, T4E 2014*, 134–137. <https://doi.org/10.1109/T4E.2014.54>
- Mukamba, E., & Makamure, C. (2020). Integration of GeoGebra in Teaching and Learning Geometric Transformations at Ordinary Level in Zimbabwe. *Contemporary Mathematics and Science Education*, 1(1), ep20001. <https://doi.org/10.30935/CONMATHS/8431>
- Nurdin, E., Ma'aruf, A., Amir, Z., Risnawati, R., Noviarni, N., & Azmi, M. P. (2019). Pemanfaatan video pembelajaran berbasis Geogebra untuk meningkatkan kemampuan pemahaman konsep matematis siswa SMK. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(1), 87–98. <https://journal.uny.ac.id/index.php/jrpm/article/view/18421>
- Putra, A., Hafis, M., Laswadi, L., & Oktafia, M. (2020). Gallery of Learning with Geogebra: Does it Affect Students' Learning Motivation? *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 210–218. <https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i2.6506>
- Ridha, M. R., Pramiarsih, E. E., & Widjajani. (2020). The Use of Geogebra Software in Learning Geometry Transformation to Improve Students' Mathematical Understanding Ability. *Journal of Physics: Conference Series*, 1477(4), 042048. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1477/4/042048>
- Romero Albaladejo, I. M., Del Mar García, M., & Codina, A. (2015). Developing Mathematical Competencies in Secondary Students by Introducing Dynamic Geometry Systems in the Classroom. *EĞİTİM VE BİLİM*, 40(177), 43–58. <https://doi.org/10.15390/EB.2015.2640>

- Setiawi, A. P., Suparta, N., & Suharta, I. G. P. (2021). The Effect of The Geogebra-Assisted Problem Based Learning Model on Problem Solving Ability and Critical Thinking Ability for Class X Students of SMA Negeri I Petang. *Daya Matematis: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika*, 9(1), 42–47. <https://doi.org/10.26858/JDM.V9I1.15201>
- Simbolon, A. K., & Siahaan, L. (2020). The Use of Geogebra Software in Improving Student's Mathematical Abilities in Learning Geometry. *Education, Sustainable Tourism, and Innovation Technologies*, 352–360. <https://doi.org/10.5220/0010311803520360>
- Vergara, E., Cruz, M. D. la, Vertiz, J., Rosillo, F. F., Quispe, D., & Vertiz, R. (2021). Gestión institucional y planificación estratégica en una institución educativa pública del distrito de Jaén, Cajamarca, Perú. *Revista Científica Pakamuros*, 9(1), 42–53. <https://doi.org/10.37787/PAKAMUROS-UNJ.V9I1.162>
- Vértiz Osoro, J., Cucho Flores, R., Vélchez Ochoa, G., Angulo Romero, A., & Vértiz-Osoro, R. (2020). Virtual university education in the context of the health emergency due to COVID-19: Challenges in the evaluation processes. *International Journal of Early Childhood Special Education (INT-JECSE)*, 12(1), 467–477. <https://doi.org/10.9756/INT-JECSE/V12I1.201027>
- Zengin, A., & Akçakın, V. (2021). SDU International Journal of Educational Studies The Effect of GeoGebra Assisted Mathematics Teaching on the Achievements of Sixth Grade Students: Area and Volume Measurement. *SDU International Journal of Educational Studies*, 8(1), 51–67. <https://doi.org/10.33710/sduijes.871299>.