

El uso del Software GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática

The use of GeoGebra software in learning mathematics:
A systematic review

Lorenzo Morales Chicana¹, Luz Milena Zuta Velayarse², Beymar Pedro Solis Trujillo³, Fiorela Anaí Fernández Otoya⁴, Máryuri García González⁵

¹⁻³ Universidad César Vallejo, Perú

¹Correo electrónico: lmorales9@ucvvirtual.edu.pe

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-3038-1249>

²Correo electrónico: zvelayarsel@ucvvirtual.edu.pe

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2084-5898>

³Correo electrónico: bsolist@ucvvirtual.edu.pe

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6988-3356>

⁴Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú

Correo electrónico ffernandez@usat.edu.pe

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0971-335X>

⁵ Universidad de La Habana, Cuba

Correo electrónico maryuri@cepes.uh.cu

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2734-6541>

Recibido: 7 de julio de 2022

Aceptado: 27 de septiembre 2022

Resumen

El objetivo de esta investigación fue analizar la producción científica sobre el impacto del software GeoGebra en el aprendizaje de la matemática en estudiantes, durante los años 2011 – 2022. Se realizó una revisión sistemática de la literatura, basada en los métodos de investigación científica hermenéutico y análisis de contenido. Se analizaron 16 artículos científicos considerados relevantes para el estudio e identificados en la base de datos Scopus. Se concluye que existe un predominio de la utilización del software GeoGebra en el desarrollo de las habilidades matemáticas de los estudiantes del nivel secundario, por su impacto positivo las matemáticas.

Palabras clave: Tecnologías, habilidades matemáticas, geometría, enseñanza.

Abstract

The objective of this research was to analyze the scientific production on the impact of the GeoGebra software on the learning of mathematics in students, during the years 2011 - 2022. A systematic review of the literature was carried out, based on the hermeneutic and scientific research methods, content analysis. Sixteen scientific articles considered relevant to the study and identified in the Scopus database were analyzed. It is concluded that there is a predominance of the use of GeoGebra software in the development of mathematical skills of secondary level students, due to its positive impact on mathematics.

Keywords: Technologies, mathematical skills, geometry, teaching.

Licencia Creative Commons



Introducción

Las habilidades matemáticas constituyen un requisito esencial para un óptimo rendimiento escolar y el éxito personal [1]. El uso de la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas de manera asertiva y creativa ayuda a que los estudiantes desarrollen sus habilidades y conocimientos necesarios para cumplir con las expectativas que la educación y sociedad del siglo XXI exigen [2]. El uso del software GeoGebra es una forma de integrar la tecnología al aprendizaje de las matemáticas. Existen investigaciones [3-14] que han demostrado que la implementación y uso del software Geogebra lograron mejoras en el rendimiento de estudiantes brindándoles, sobre todo a los que presentan serias dificultades en geometría, más oportunidades para visualizar conceptos geométricos. Esta comprensión respalda la urgencia de integrar GeoGebra en las aulas donde se enseña Geometría. Sin embargo, hasta ahora, la tecnología viene siendo vista como un añadido a un conjunto de prácticas educativas tradicionales [1], siendo esencial repensar cómo se produce esta integración en el aprendizaje.

Consecuentemente, existe la necesidad de que los educadores cuenten con información convincente que les permita a decidir bajo qué condiciones el aprendizaje de las matemáticas respaldado por el uso del software GeoGebra alcanzará un nivel más efectivo de habilidad matemática de los estudiantes. En ese contexto, la presente investigación busca analizar las producciones científicas sobre el impacto del software GeoGebra en el aprendizaje de la matemática en estudiantes, durante los años 2011 – 2022, a través de la búsqueda sistemática de artículos, identificación y selección de aspectos esenciales de los documentos analizados.

Materiales y métodos

Este artículo responde a un estudio cualitativo, de tipo descriptivo y de diseño revisión sistemática, que tiene como propósito analizar la trascendencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la matemática en estudiantes, se fundamenta en los métodos de investigación científica hermenéutico y análisis de contenido.

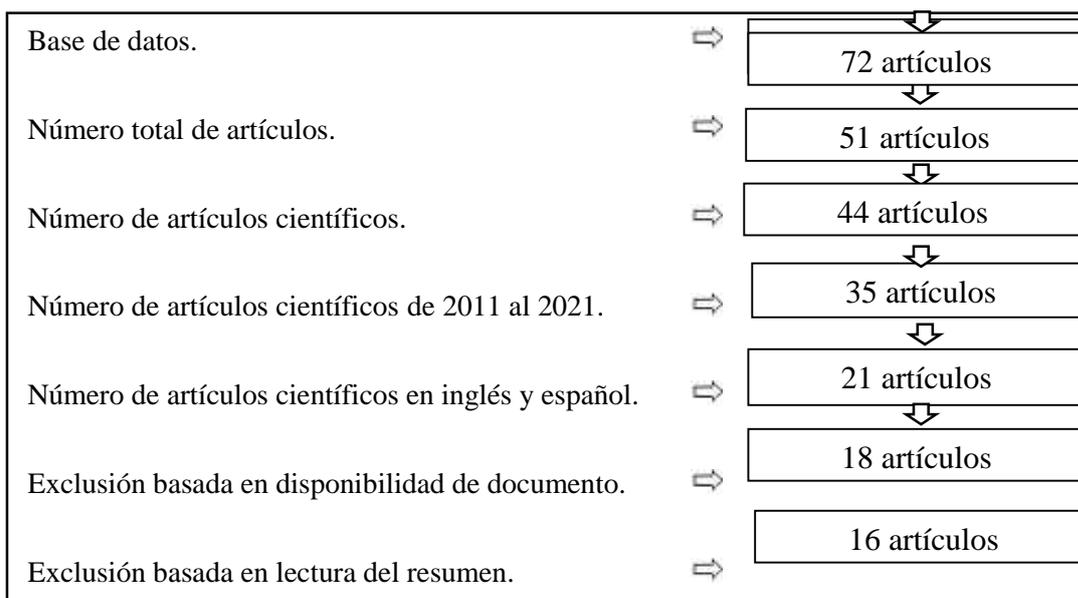
En referencia a la búsqueda de documentos, solamente se seleccionaron artículos científicos, separando los capítulos de libros, libros, tesis, conferencias, etc. publicadas en ambas bases de datos desde el año 2011 hasta el 2022. En la Tabla 1 se presentan los criterios aplicados para la búsqueda en las bases de datos.

Tabla 1. Criterios de búsqueda. Fuente: Elaboración propia

Criterios	Descripción
Base de datos	Scopus
Espacio de tiempo	2011 al 2022
Tipo de documento	Artículos científicos
Campo de búsqueda	Título, resumen y palabras clave
Estrategia de búsqueda	TITLE-ABS-KEY (software AND geogebra " AND " learning AND mathematics) AND (LIMIT-TO (OA , "all")) AND (LIMIT-TO (PUBYEAR , 2022) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2021) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2020) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2019) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2018) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2017) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2016) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2015) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2014) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2013) OR LIMIT-TO (PUBYEAR , 2012)) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish"))
Resultados	72 artículos

La búsqueda en la base de datos de Scopus arrojó un total de 72 producciones registradas, de las cuales se seleccionaron 16 artículos científicos por su carácter científico en el cual se fundamenta el estudio. Estos documentos encontrados fueron limitado al tipo de estudio, es decir, artículo científico, obteniendo 51 artículos; seguidamente la búsqueda se limitó a los años 2011 al 2022, quedando 44 artículos; asimismo, se volvió a limitar la búsqueda a los documentos escritos en español e inglés, permaneciendo hasta allí 35 documentos; posteriormente se llegó a excluir 8

documentos porque no eran de libre acceso, quedando hasta ese momento 21 artículos; además, se excluyeron 6 documentos basados en la lectura del resumen, llegando a quedar 18 artículos, de los cuales al revisar el contenido se descartaron 2 artículos, teniendo como resultado final un total de 16 artículos científicos para revisión (Figura 1), los cuales fueron analizados en profundidad.



Nota. La figura representa un resumen del proceso de búsqueda y selección
Figura 1. Resumen del proceso de búsqueda. Fuente Elaboración propia

Resultados

Una vez procesados los textos fueron sintetizados y catalogados según las siguientes categorías de análisis.

Tabla 2. Resultados de la revisión sistemática. Fuente Elaboración propia

No.	Título del artículo	Autor(es)	Muestra	Conclusiones
1	Preservice teachers' usage of dynamic mathematics software	Bulut y Bulut	Estudiantes de primer y segundo año de secundaria	GeoGebra permite múltiples representaciones de conceptos matemáticos tales como geométricos, algebraicos y de hoja de cálculo.
2	The effect of dynamic mathematics software GeoGebra on student achievement in teaching of trigonometry	Zengin et al.	Estudiantes de secundaria	Las lecciones con GeoGebra contribuyeron a hallar una diferencia significativa entre los logros en trigonometría del grupo experimental y de

				control; a favor del grupo experimental.
3	Effects of GeoGebra on Students Achievement	Arbain y Shukor	Estudiantes de secundaria	El exceso de recursos despertó el interés de los alumnos por aprender Matemáticas; sin embargo, la selección del software debe planificarse adecuadamente.
4	Software GeoGebra en la mejora de capacidades resolutivas de problemas de figuras geométricas bidimensionales en universitarios	Aldazabal et al.	Estudiantes universitarios	El uso del software GeoGebra mejoraron las habilidades resolutivas de problemas matemáticos de figuras geométricas bidimensionales, fomentándose el trabajo colaborativo, integración estudiantil y mejora del clima de clase.
5	Mathematical software tools for teaching of complex numbers	Esguerra-Prieto et al.	Estudiante de secundaria	Las herramientas tecnológicas como MATLAB, GeoGebra, entre otras, evolucionan cada día para brindar mejores contenidos, potencia y eficiencia al momento de graficar o manipular contenidos matemáticos
6	The importance of dynamic geometry computer software on learners' performance in geometry	Adelabu et al.	Estudiantes de secundaria	Existe un gran potencial en el uso de GeoGebra para enseñar matemáticas en escuelas secundarias.
7	El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la secundaria básica haciendo matemática.	Arteaga et al.	Estudiantes de secundaria	El GeoGebra es un elemento mediador entre el alumno y el conocimiento matemático, esta relación puede describirse mediante la tríada alumno – GeoGebra – contenido.
8	Use of data science and machine learning to analyze GeoGebra application in the educational process	Salas-Rueda y Salas-Rueda	Estudiantes universitarios	Geogebra facilita el proceso de enseñanza-aprendizaje sobre Probabilidad Binomial, desarrolla las habilidades matemáticas, mejora la asimilación de conocimientos y promueve el papel activo del estudiante.
9	Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students.	Zulnaidi et al.	Estudiantes de secundaria	GeoGebra puede ilustrar bien los conceptos y procedimientos matemáticos a través de imágenes y gráficos.
10	Effectiveness of GeoGebra in Developing the Conceptual Understanding of	Kado y Nim	Estudiantes de 12° grado	El software GeoGebra es capaz de potenciar y mejorar significativamente

	Definite Integral at Gongzim Ugyen Dorji Central School, in Haa Bhutan.			la comprensión conceptual de la integral definida por parte de los estudiantes.
11	The effect of GeoGebra in three-dimensional geometry learning on students' mathematical communication ability	Kusumah et al.	Estudiantes de secundaria	El aprendizaje de Geometría asistido por GeoGebra mejoró las habilidades de comunicación matemática en los estudiantes.
12	GeoGebra for learning and teaching: a parallel investigation	Mthethwa et al.	Estudiantes de secundaria	El uso de GeoGebra ayudó a que los estudiantes tengan más éxito en la resolución de problemas y en la justificación de sus respuestas.
13	Utilización de los materiales didácticos digitales con el GeoGebra en la enseñanza de la matemática.	Arteaga et al.	Estudiantes de secundaria	GeoGebra es un software con grandes potencialidades para desarrollar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática, ya que ofrece posibilidades para la elaboración de materiales didácticos digitales.
14	Implementing GeoGebra integrated with multi-teaching approaches guided by the APOS theory to enhance students' conceptual understanding of limit in Ethiopian Universities	Mulat et al.	Estudiantes universitarios	La comprensión conceptual del límite por parte de los estudiantes mejora utilizando GeoGebra integrado con enfoques de enseñanza múltiple.
15	Influencia del software GeoGebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios	Pumacallah ui et al.	Estudiantes de secundaria	La intervención didáctica basada en el empleo del software Geogebra, mejoró significativamente el aprendizaje de la geometría en los estudiantes.
16	Specialized Knowledge of the Mathematics Teacher in teaching the modeling of the ellipse through technological resources	Padilla-Escorcía y Acevedo-Rincón	Estudiantes universitarios	GeoGebra mejora los procesos de aprendizaje motivacional y autorregulado en los sujetos.

Discusión

En la Tabla 2 se resumen los principales hallazgos de la revisión sistemática, en la que se observan considerable número de artículos científicos escritos en el idioma inglés y español sobre el uso de GeoGebra en la enseñanza de la matemática, en el que se demuestra un claro predominio del uso del software en las instituciones educativas del nivel secundario; de los 16 estudios analizados, 12 se realizaron con estudiantes del nivel secundario y 4 del nivel superior.

Existen diversos estudios sobre el aprendizaje de las matemáticas apoyados en el uso del software matemático GeoGebra desde la escuela primaria hasta el nivel

universitario, dado a que ofrece grandes potencialidades para elaborar materiales didácticos digitales que permiten desarrollar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática [12]. Este software multiplataforma está disponible gratuitamente y cuenta con diferentes interfaces que permiten enseñar y aprender conceptos matemáticos de geometría, álgebra y cálculo [13].

Uno de los beneficios de GeoGebra en el aprendizaje de las matemáticas es que permite que los estudiantes ilustren bien los conceptos y procedimientos matemáticos a través de imágenes y gráficos, permite dibujar y escribir con facilidad objetos matemáticos como puntos, líneas, planos y figuras espaciales [8]. Además, ejerce un rol predominante en la mediación entre el estudiante y el conocimiento matemático [7]. Asimismo, capacita a los estudiantes a articular su pensamiento visual y analítico en el proceso de aprendizaje [11], mejora las habilidades de comunicación matemática en los estudiantes [10], fomenta la visualización y comprensión de los conceptos matemáticos y el razonamiento mientras los estudiantes aprenden [9].

También mejora las habilidades resolutivas de problemas matemáticos de figuras geométricas bidimensionales. Fomenta el trabajo colaborativo, integración socio estudiantil y mejora del clima de clase [6]. Además, brinda mejores contenidos, potencia y eficiencia al momento de graficar o manipular contenidos matemáticos [16]. Adicionalmente, mejora los procesos de aprendizaje motivacional y autorregulado en los sujetos [17], así como la asimilación de conocimientos y promueve el papel activo del estudiante [18].

Los estudios analizados en instituciones educativas del nivel secundario [3-5]; [7-12]; [14] y universitario [6]; [13] destacan las cualidades de Geogebra evidenciadas durante el desarrollo de los ejercicios y su trascendencia en la enseñanza y el aprendizaje, demostrando notables similitudes en sus resultados, enfatizando además que la implementación intervenciones didácticas basadas en el uso del software GeoGebra mejoran de manera significativa el aprendizaje de las matemáticas de los estudiantes, ayudándoles a que tengan más éxito en la resolución de problemas y en la justificación de sus respuestas.

Esto, gracias al carácter dinámico, la multiplataforma, el uso amigable, la representación múltiple y la accesibilidad abierta que posee el software GeoGebra, haciendo de ella una herramienta poderosa y preferida para el aprendizaje de los estudiantes y enseñanza de las matemáticas en escuelas secundarias [2].

Sin embargo, la selección de actividades que propone este software debe planificarse adecuadamente en cantidad y calidad porque su exceso o baja demanda cognitiva puede, en lugar de motivar a los estudiantes, causar aburrimiento y apatía, de allí la importancia del rol del docente en la planificación estructurada y organizada [5].

Finalmente, GeoGebra es un paquete de software matemático que ofrece una combinación de software de geometría, álgebra y trigonometría [15], cuya implementación impacta en las habilidades matemáticas de los estudiantes, por lo que se ha convertido en una tendencia para la mayoría de los docentes de educación secundaria y universitarios [10].

Conclusiones

A partir de la búsqueda de documentos en la base de datos de Scopus e incorporados en la revisión sistemática, se puede apreciar una creciente tendencia a usar el software GeoGebra para mejorar el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes del nivel secundaria y superior, obteniéndose un total de 72 artículos en poco más de una década (2011-2022), procedentes de diversos países e idiomas. Para fines de esta investigación se seleccionaron y analizaron sistemáticamente 16 artículos científicos escritos, principalmente, en el idioma inglés.

A partir del análisis de la revisión sistemática, se puede establecer que GeoGebra es un software con grandes potencialidades para desarrollar el proceso de enseñanza – aprendizaje de la Matemática, sobre todo de la Geometría, ya que permite ilustrar bien los conceptos y procedimientos matemáticos a través de imágenes y gráficos, lo que ayuda considerablemente a los estudiantes a dominar y comprender conceptos y procedimientos relacionados con funciones; ofreciendo además, a los docentes la posibilidad de elaborar materiales didácticos digitales.

Referencias bibliográficas

1. Juandi D, Kusumah D, Tamur M, Perbowo K, Tanu S. A meta-analysis of Geogebra software decade of assisted mathematics learning: what to learn and where to go? [Internet]. Heliyon. 2021; 7(5): 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06953>
2. Adelabu FM, Makgato M, Ramaligela MS. The importance of dynamic geometry computer software on learners' performance in geometry [Internet]. Electrón. J. eLearn. 2019; 17(1): 52 – 63 Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1216699.pdf>

3. Bulut M, Bulut N. Preservice teachers' usage of dynamic mathematics software [Internet]. TOJET- The Turkish Online Journal of Educational Tecnology. 2011; 10(4): 294-299. Disponible en: <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ946637.pdf>
4. Zengin Y, Hasan F, Kutluca T. The effect of dynamic mathematics software geogebra on student achievement in teaching of trigonometry [Internet]. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2012; 1(31): 183-187. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.12.038>
5. Arbain N, Shukor N. Effects of GeoGebra on Students Achievement [Internet]. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 2015; 1(172): 208 – 214. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.01.356>
6. Aldazabal OF, Vértiz RI, Aldazabal L H, Guevara MF, Zorrilla E. Software GeoGebra en la mejora de capacidades resolutivas de problemas de figuras geométricas bidimensionales en universitarios [Internet]. Propósitos y representaciones. 2018; 9(1): 3-14. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2021.v9n1.1040>
7. Arteaga E, Medina JP, Del Sol JL. El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la secundaria básica haciendo matemática [Internet]. Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos. 2019; 15(70): 102-109. Disponible en: <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
8. Zulnaidi H, Oktavika E, Hidayat R. Effect of use of GeoGebra on achievement of high school mathematics students [Internet]. Education and Information Technologies. 2019; 5(1): 51-72. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09899-y>
9. Kado A, Nim D. Effectiveness of GeoGebra in Developing the Conceptual Understanding of Definite Integral at Gongzim Ugyen Dorji Central School, in Haa Bhutan [Internet]. Asian Journal of Education and Social Studies. 2020; 10(4): 60-66. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07012>
10. Kusumah YS, Kustiawati D, Herman T. The effect of GeoGebra in three-dimensional geometry learning on students' mathematical communication ability [Internet]. Int. J. InStruct. 2020; 13(2): 895 – 908. Disponible en: <https://doi.org/10.29333/iji.2020.13260a>
11. Mthethwa M, Bayaga A, Bossé MJ, Williams D. GeoGebra for learning and teaching: a parallel investigation [Internet]. S. Afr. J. Educ. 2020; 40(2): 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.15700/saje.v40n2a1669>

12. Arteaga E, Hernández CM, Del Sol JL. Utilización de los materiales didácticos digitales con el Geogebra en la enseñanza de la matemática [Internet]. Revista pedagógica de la Universidad de Cienfuegos. 2021; 17(79): 7-15. Disponible en: <https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/1689>
13. Mulat B, Atnafu M, Ejigu T. Implementing GeoGebra integrated with multi-teaching approaches guided by the APOS theory to enhance students' conceptual understanding of limit in Ethiopian Universities [Internet]. Heliyon. 2021; 7(5): 2-13. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07012>
14. Pumacallahui E, Acuña CI, Calcina DA. Influencia del software Geogebra en el aprendizaje de la geometría en estudiantes de cuarto grado de secundaria en el distrito de Tambopata de la región de Madre de Dios [Internet]. Educación Matemática. 2021; 33(2): 245-270. Disponible en: <https://doi.org/10.24844/em3302.10>.
15. Weinhandl R, Lavicza Z, Hohenwarter M, Schallert S. Enhancing flipped mathematics education by utilising Geogebra [Internet]. Int. J. Educ. Math. Sci. Technol. 2020; 8(1): 1-15. Disponible en: <https://doi.org/10.46328/ijemst.v8i1.832>
16. Esguerra-Prieto B, González-Garzón N, Acosta-López A. Mathematical software tools for teaching of complex numbers [Internet]. Revista Facultad de Ingeniería. 2018; 27(48): 79-90. Disponible en: <https://doi.org/10.19053/01211129.v27.n48.2018.8403>
17. Padilla-Escorcía IA, Acevedo-Rincón JP. Specialized Knowledge of the Mathematics Teacher in teaching the modeling of the ellipse through technological resources [Internet]. Revista Lasallista de Investigación. 2022; 19(1): 67-83. Disponible en: <http://greav.ub.edu/der/>
18. Salas-Rueda R A, Salas-Rueda RD. Use of data science and machine learning to analyze GeoGebra application in the educational process [Internet]. Digital Education Review. 2019; (36): 117-151. Disponible en: <https://doi.org/10.1344/der.2019.36.117-151>
19. Gallego-López FA, Granados-López H, Sánchez-Sánchez OJ. Influence of GeoGebra in the motivation and self-regulation of the learning of calculus and algebra in universities [Internet]. Espacios. 2018; 39(17): 7-15. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a18v39n17/a18v39n17p07.pdf>

Contribución de autoría

Los cinco coautores participaron de forma equitativa en las etapas de diseño de la investigación, recolección de datos, procesamiento, análisis y elaboración del texto.

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses. Todos los autores del artículo declaramos que estamos de total acuerdo con lo escrito en este informe y aprobamos la versión final.

Autores

Lorenzo Morales Chicana. Doctorando, Universidad César Vallejo, Perú.

Luz Milena Zuta Velayarse. Magister en Educación. Profesor de I.E. 18322. Bongará. Universidad César Vallejo, Perú.

Beymar Pedro Solis Trujillo. Doctor en educación. Docente a tiempo completo de Posgrado. Universidad César Vallejo, Perú.

Fiorela Anaí Fernández Otoyá. Doctora en Ciencias de la Educación Profesora Adscrita al Departamento de Humanidades USAT.. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú.

Máryuri García González. Profesora-Investigadora. Doctora en Ciencias de la Educación. Centro de Estudios para el Perfeccionamiento de la Educación Superior. (CEPES), Universidad de La Habana, Cuba.

