

# GeoGebra as a technological-educational tool for learning differential calculus.

Fernando Ysmael Cenas Chacón, Mg.<sup>1</sup>, Yasmina Ramírez Sobalvarro Dra.<sup>2</sup>, Fanny Evelyn Blaz Fernández, Mg.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, fernando.cenas@upn.edu.pe

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú, yramirezsl@unac.edu.pe

<sup>3</sup>Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, fanny.blaz@upn.edu.pe

## *Abstract.*

*GeoGebra is considered as one of the main tools that can be used in differential calculus, it is through it that results are achieved in different areas of learning. The methodology used was the systematic review, analyzing 45 scientific articles, supported by the PRISMA 2020 methodological proposal, this review covers the period from 2018 to 2023. Among the main results, it was found that the country that led in this subject and based on the proposed purpose was Indonesia with 24%, the period that reflected higher publications was 2019 with 29% followed by 2021 with 24%, which shows that GeoGebra is one of the technological and didactic tools that generates greater contributions and has been internalized for the learning of differential calculus, the methodology that was mostly used in the reviewed studies was qualitative with 60%, followed by quantitative with 36%, to this is added that the most implemented design was descriptive with 60%.*

**Keywords:** *GeoGebra, technological tool, didactics, learning, differential calculus.*

**Digital Object Identifier:** (only for full papers, inserted by LEIRD).

**ISSN, ISBN:** (to be inserted by LEIRD).

# GeoGebra como herramienta tecnológica-didáctica en el aprendizaje del cálculo diferencial.

Fernando Ysmael Cenas Chacón, Mg.<sup>1</sup>, Yasmina Ramírez Sobalvarro Dra.<sup>2</sup>, Fanny Evelyn Blaz Fernández, Mg.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, fernando.cenas@upn.edu.pe

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Callao, Lima, Perú, yramirezsl@unac.edu.pe

<sup>3</sup>Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú, fanny.blaz@upn.edu.pe

**Resumen:** *GeoGebra se considera como una de las principales herramientas que puede utilizarse en el cálculo diferencial, es a través de esta que se logra resultados en diferentes ámbitos del aprendizaje. La metodología que se utilizó fue la revisión sistemática, analizándose 45 artículos científicos, apoyados por la propuesta metodológica de PRISMA 2020, dicha revisión comprende el período de 2018 al 2023. Entre los principales resultados se encontró que el país que lideró en esta temática y en base al propósito planteado fue Indonesia con un 24%, el período que reflejó mayores publicaciones fue el 2019 con un 29 % seguido del 2021 con un 24 %, lo cual demuestra que GeoGebra es una de las herramientas tecnológicas y didácticas que mayores aportes genera y se ha visto interiorizada para el aprendizaje del cálculo diferencial, la metodología que mayormente se utilizó en los estudios revisados fue la cualitativa con un 60%, seguida de la cuantitativa con un 36%, a esto se une que el diseño más implementado fue el descriptivo con un 60%.*

**Palabras clave:** *GeoGebra, herramienta tecnológica, didáctica, aprendizaje, cálculo diferencial.*

## I. INTRODUCCIÓN

GeoGebra favorece una comprensión mucho más precisa de los conceptos del cálculo diferencial, esta herramienta tecnológica se torna didáctica en la medida que su interfaz facilita la visualización de los resultados, al mismo tiempo que permite la modelación de las variables y se logra un mayor nivel de comprensión de las variables de estudio [1]. Pese a que GeoGebra es conocido en el entorno de la enseñanza del cálculo a nivel universitario, bien es cierto que su implementación, implica un compromiso por parte del docente, crear las condiciones para motivar a los estudiantes a que hagan uso del mismo, en aras de optimizar el proceso de aprendizaje de una disciplina tan valiosa como el cálculo diferencial sobre todo en estudiantes universitarios [2].

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LEIRD).  
ISSN, ISBN: (to be inserted by LEIRD).

GeoGebra es una de las opciones más prácticas que puede visualizarse como una herramienta a nivel tecnológico y didáctica que apoya de forma simple y contribuye al aprendizaje de las diferentes variables que conforman el cálculo diferencial [3].

Uno de los aportes que más se destaca del GeoGebra desde su incorporación en el aprendizaje del cálculo diferencial es que el mismo aporta a la adquisición y mejora de habilidades, convirtiéndose con el tiempo en una competencia importante que puede ser aprovechada y relacionada con otros cursos en la formación universitaria [4]. Este software es una herramienta válida para el desarrollo de la estrategia didáctica enfocada en alcanzar resultados cuantitativos y cualitativos superiores en el aprendizaje del cálculo diferencial, sobre todo en el ámbito universitario [5].

## II. MARCO TEÓRICO

### A. El aprendizaje del cálculo diferencial

El aprendizaje de las derivadas, así como diferentes componentes del cálculo diferencial se mejora al trabajar de la mano con GeoGebra, considerado como una herramienta tecnológica valiosa, que apoya la didáctica del docente y fortalece las competencias en esta materia [6]. GeoGebra hace alusión a una herramienta didáctica aliada indispensable del docente para despertar el interés de los estudiantes y lograr que el aprendizaje del cálculo diferencial sea mucho más activo y se optimicen cada uno de los recursos cognitivos [7]. Es por medio del uso de herramientas tecnológicas en el aula que los estudiantes alcanzan el desarrollo de un pensamiento crítico mucho más elevado, crea una perspectiva ajustada a la realidad y sobre todo afina las competencias en dicho ámbito [8]. Haciendo uso del GeoGebra, el estudiante logra hacer una representación mucho más clara de las problemáticas que debe de atender en el aula [9]. La necesidad de encontrar nuevas formas de enseñar el cálculo diferencial, han llevado a los docentes a experimentar diferentes alternativas y diseñar estrategias didácticas

novedosas, en ese sentido se reconoce a GeoGebra como una herramienta atractiva que apoya el desarrollo de los lineamientos básicos en esta materia [10].

Hacer uso de GeoGebra, como herramienta didáctica, implica la adquisición de habilidades en el campo de lo conceptual, lo cual es utilizado por los estudiantes para resolver situaciones en contextos diversos [11]. Se concibe al GeoGebra como una herramienta que concilia y enriquece las bases metodológicas del estudiante, al mismo tiempo que permite que el docente desconcentre su acción pedagógica, promoviendo con ello la construcción de conocimientos en el campo del cálculo diferencial [12]. Utilizar GeoGebra es un acierto sobre todo en el cálculo diferencial, puesto que este se encuentra en la categoría de software libre y esto le brinda mayores opciones al estudiante para que pueda utilizarlo tanto dentro como fuera del aula de clase [13]. Durante la pandemia se incrementó de forma exponencial el uso de las tecnologías en el ámbito educativo, razón por la cual el GeoGebra paso a convertirse en una forma mucho más práctica de apoyar el estudio y comprensión de distintos procesos educativos en el área de las matemáticas entre ellos el cálculo diferencial [14].

#### B. Herramienta tecnológica y didáctica

GeoGebra como herramienta tecnológica y en el marco de un planeamiento didáctico activo, permite el asumir retos en la comprensión y aplicación de conceptos, evocando nuevas maneras de aprender y sobre todo haciéndolo en un ambiente de colaboración [15]. Con GeoGebra el estudiante logra relacionar los contenidos teóricos y pasa a lo procedimental de forma sencilla, al mismo tiempo que se interactúa con la herramienta, lo que brinda cierta autonomía y permite con ello un aprendizaje a un ritmo casi personalizado [16]. Por esto, GeoGebra se convierte en un referente valioso al momento de planificar las clases de cálculo diferencial, puesto que dicha herramienta aporta a la comprensión estructural de los contenidos y los enlaza de forma práctica, motivando con ello a los estudiantes a seguir avanzando y fortalecer con ello las competencias en esta disciplina [17]. Es por medio del GeoGebra que se logra llamar la atención de forma casi natural y esto apoya la praxis en el aprendizaje de diferentes componentes del cálculo diferencial [18]. GeoGebra es una herramienta didáctica que se incorporó en el espectro educativo, creando con ello acciones importantes que motivan la participación activa de los estudiantes, ya sea en un contexto individual o grupal, este software se estila como uno de los favoritos por los estudiantes por su interfaz intuitiva [19].

El aprendizaje de las matemáticas y particularmente del cálculo diferencial se beneficia cuando se hace uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra, lo cual se traduce en resultados académicos satisfactorios [20]. Es un hecho que la planificación de las clases en el ámbito universitario de

manera particular experimenta cambios importantes, cuando la tecnología se hace presente, apoyando a la generación de cursos mucho más dinámicos, donde los roles de los participantes del proceso de enseñanza-aprendizaje se invierten y la construcción de los saberes es enriquecido de múltiples formas, en este sentido GeoGebra contribuye a la formación de competencias en el cálculo diferencial [21]. Se estima a GeoGebra como una herramienta tecnológica ágil que contribuye eficientemente a la mejora de los aprendizajes de cálculo diferencial [22]. GeoGebra brinda elementos fundamentales para que el estudiante logre construir el sustento para brindar soluciones prácticas y justificadas científicamente [23].

Puede decirse entonces que GeoGebra es una muy buena opción para que los docente puedan adquirir los elementos necesarios y suficientes en el ámbito del cálculo diferencial [24].

### III. METODOLOGÍA

La finalidad de llevar a cabo esta revisión fue el de examinar la literatura existente sobre GeoGebra y como la misma se convirtió en una herramienta tecnológica y didáctica que aporta al aprendizaje del cálculo diferencial en educación superior. Para llevar a cabo esta revisión sistemática se consideró la necesidad de consultar estudios que respondieran a los siguientes descriptores o palabras claves; GeoGebra como herramienta tecnológica; GeoGebra como herramienta, aprendizaje de cálculo diferencial, los cuales se encuentran publicados en el periodo del 2018 al 2023.

El trabajo se estructuró atendiendo dos momentos: primeramente, se realizó una búsqueda en las principales bases de datos de artículos e investigaciones científicas tales como; Scopus, Scielo, Dialnet, Redalyc y google académico. Un segundo paso, en base a las referencias encontradas se crearon categorías de análisis. Para dar mayor sentido y objetividad al estudio se hizo uso de metodología PRISMA 2020, por medio de la cual se logró filtrar de una mejor manera los estudios que permitieron de forma objetiva reconocer la validación de este software [25].

### IV. RESULTADOS

En cuanto a la procedencia del material que se analizó en la Fig. 1 se refleja que el 24% de los artículos seleccionados para el estudio provienen de Indonesia, seguido de un 9% posición que es compartida por Ecuador y México y en un tercer peldaño se ubica de forma compartida; Brasil, Colombia y Ucrania, la cuarta posición fue compartida por varios países que obtuvieron un 4%, entre estos; Bután, Costa Rica, Cuba, Etiopía y Perú, la participación de otros países se fragmentó como fue el caso de Argentina, India,

Panamá, Portugal entre otros con un 2%. Se refleja el interés que ha suscitado el estudio del GeoGebra como una herramienta tecnológica y didáctica que se ha popularizado a lo largo de los últimos 7 años aplicándose la misma para el aprendizaje del cálculo diferencial en escenarios universitarios.

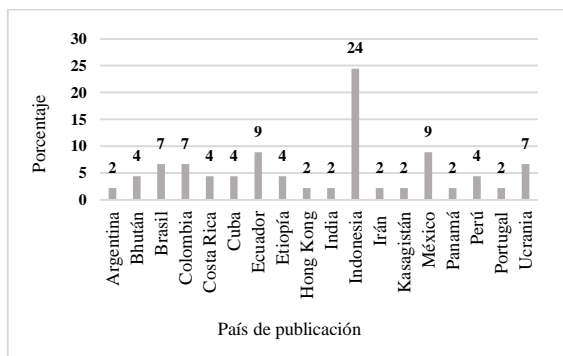


Fig. 1 Países de publicación

Con respecto a la temática de interés, esta se expone en la Fig.2, donde se muestra un ritmo sostenido de publicación en el año 2019 con un 29% lo cual indica la creciente aplicación o presencia de GeoGebra en el aula de clase, situación que se venía evidenciando ya desde el 2018 cuando se encontró con un 16%. Se muestra que en el año 2020 la motivación por documentar la experiencia sobre GeoGebra como una herramienta tecnológica y didáctica, sus aportes en la educación superior descendieron a un 20%, sin embargo, el año 2021 crece nuevamente la producción académica en esta línea hasta a un 24%, lo cual indica que se sostiene los hallazgos encontrados sobre los beneficios de implementar este software, de forma interesante se encontró que en el 2022 bajó la publicación sobre la temática y en lo que va del 2023 se muestra un poco conservador dicho proceso, sin dejar de lado, que en la medida que se sostenga el uso de la tecnología en el aula, se estará apoyando la mejora en los aprendizajes.

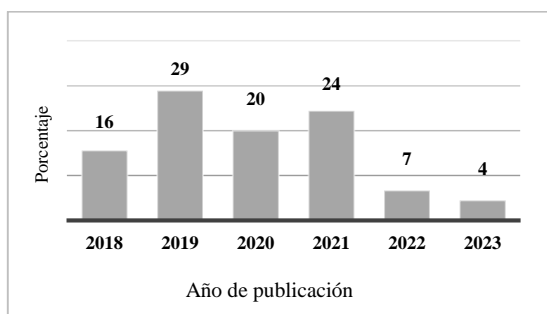


Fig. 2. Año de Publicación

De acuerdo a los cuarenta y cinco artículos revisados, la evidencia expuesta en la Fig. 3, muestra que el instrumento que más destacó fue la prueba de conocimiento con un 27%, seguido de las entrevistas con un 22%, lo cual orienta que se

utilizó técnicas de recolección de datos tanto cuantitativas como cualitativas, con lo cual puede afirmarse se tiene una panorámica mucho más completa y se visualiza a GeoGebra como una herramienta que didácticamente aporta al aprendizaje de los estudiantes. Al continuar revisando forma parte de los hallazgos, que otros instrumentos se utilizaron en los diferentes estudios cotejados y se ubica la guía de análisis documental con un 20%, seguido de la encuesta con un 18%, marcándose de esta forma investigaciones que han realizado un abordaje de variables medibles, así como de categorías observables que refuerzan la posición de GeoGebra como un software altamente utilizado para el aprendizaje del cálculo diferencial.

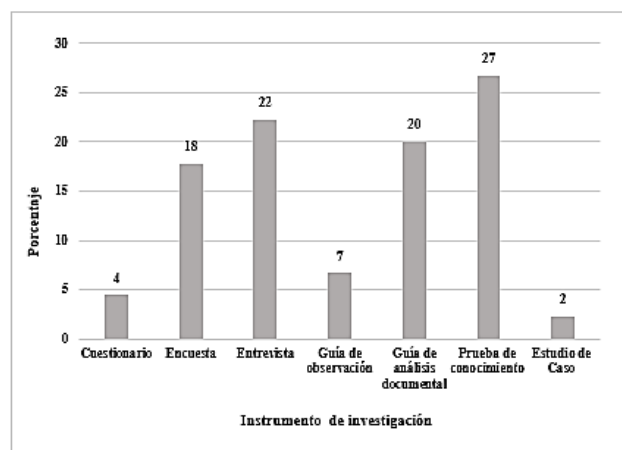


Fig. 3. Instrumento utilizado

En cuanto a los diferentes tipos de métodos utilizados, en la Fig. 4, se indica que el mayor porcentaje, lo representan aquellos que han hecho uso de la metodología cualitativa expresado en un 60% de las publicaciones analizadas, y por otro lado, la metodología cuantitativa alcanzó un 36% lo cual orienta que en su mayoría los estudios colectados se han interesado por comprender como el uso del GeoGebra aporta a una mejora de la confianza de los estudiantes, el trabajo en equipo, la construcción colaborativa y como estas mejoras impactan directamente en el rendimiento académico de los estudiantes. En el proceso de revisión se contó con un interesante 4% que optó por desarrollar una metodología mixta, lo cual brinda un enfoque un tanto más holístico y que apoya el papel del GeoGebra como un software educativo con grandes bondades en el aprendizaje del cálculo diferencial.

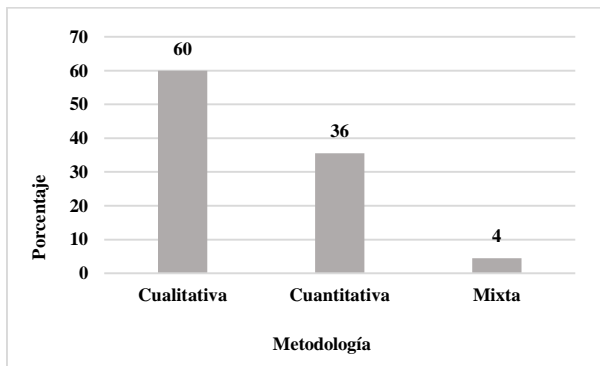


Fig. 4. Metodología

Al hacer referencia sobre diseño bajo el cual se desarrollaron las investigaciones consultadas se evidencia en la Fig. 5 que fueron los estudios descriptivos los que mayormente fueron tendencia de las variables de estudio en estos seis años de revisión, alcanzando estos un 60%, seguidos de los estudios con un diseño experimental con un 31% lo que indica que se logró comprobar los resultados referentes a las bondades del GeoGebra como una herramienta tecnológica y didáctica y como la misma impacta positivamente en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes, y las habilidades para resolver situaciones problemáticas en el aula de clase. Con un 7% se ubicaron los estudios cuyo diseño utilizó la acción participación y con un 2% aquellos que optaron por un diseño no experimental, siendo estas dos últimas formas de atender a la temática de interés desde una visión personal y objetiva.

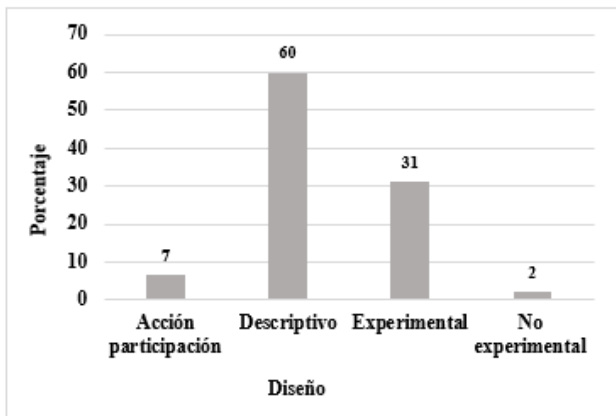


Fig. 5. Diseño

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados encontrados al momento de hacer esta revisión sistemática se logra visualizar la producción académica sobre GeoGebra, y cómo esta es considerada una herramienta tecnológica y didáctica de amplio uso para el aprendizaje del cálculo diferencial, de acuerdo a las experiencias desarrolladas en diferentes países, en este

sentido se evidenció que Indonesia es el país que mayor cantidad de investigaciones desarrolló en relación a otros países, indicativo que existe un amplio interés en hacer uso de la tecnología en el aula de clase con resultados positivos tal y como lo demostró [26] [27]. A partir de dichos resultados se puede referir que es por medio de GeoGebra que los estudiantes puedan adquirir habilidades valiosas al momento de resolver situaciones problemáticas en el aula de clase, lo cual puede ser comparado con [8] [28] [23].

En cuanto al año que mayor cantidad de publicaciones se revisaron y que se encuentran en correspondencia con el objetivo de este estudio, se encontró que fue el año 2019, seguido del 2021 los que puntaron con los porcentajes más altos, concibiéndose en este período el mayor interés de los investigadores por ahondar en aspectos relacionados con; la influencia directa de la tecnología en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes en cálculo diferencial, así como, el aprendizaje en esta disciplina haciendo uso de GeoGebra y sus aplicaciones en la vida cotidiana, lo cual fue atendido por [29] [7] [30] [31], lo cual indica que en la medida que se logre hacer uso de la tecnología en función de apoyar la motivación por el aprendizaje, se logran resultados cualitativos y cuantitativos en niveles más altos, lo cual se encuentra en correspondencia con los hallazgos de [3] [11] y [24].

Al momento de la realización de las investigaciones, de acuerdo a [32] [33] [34] y [35] se reflejó que al hacer uso de la prueba de conocimiento se realiza una validación efectiva de las bondades con el uso de GeoGebra en el aula en beneficio de los estudiantes, a esto se une que aun cuando es importante conocer la mejora en cuanto al nivel de rendimiento académico, de igual forma lo es comprender la mejora en cuanto a la actitud hacia el aprendizaje, situación que es develada al hacer uso de entrevistas tales como en el estudio de [36] [37] [2]; pudiéndose decir entonces que al contar con GeoGebra en el aula los estudiantes, logran sentirse más motivados y seguros para enfrentar retos en el área de cálculo diferencial, estos resultados pueden ser comparables con los encontrados por [17] [10] y [9].

Al hacer una revisión en los documentos consultados se evidenció que fue la metodología cualitativa la que se utilizó en un mayor porcentaje, lo que indica la relevancia que los investigadores han proporcionado a aspectos como; la presencia de la tecnología y la modificación del pensamiento, actitud crítica y mayores niveles de motivación para atender situaciones problemáticas, lo cual se develó en los estudios de [38] [39] [40] [41] y [42] sin embargo, otro de los aspectos que igualmente llamó el interés de los expertos fue lo relacionado con el desarrollo de la comprensión de los contenidos y definiciones que sostienen la ejecución de GeoGebra, al momento de resolver problemas, así como el cambio en los hábitos de aprendizaje al hacer uso de este software lo cual se evidenció en los aportes de [6] [43] [44] y

[33], dichos hallazgos pueden ser comparados con los encontrados por [7] [20] y [4].

Durante el proceso de revisión contando con los 45 artículos se reflejó que el diseño más utilizado fue el de tipo descriptivo el cual de acuerdo a [45] [46] [47] [48] y [49] quienes refieren en sus estudios que GeoGebra es una herramienta que aporta de forma didáctica a la comprensión de los conceptos, logrando aplicarlos y desarrollar procedimientos de forma organizada, apoyados por una navegabilidad e interfaz sencilla de ejecutar, a esto se suma el que los estudiantes se formen un sentido intuitivo y visualicen los procesos en cálculo diferencial de una forma mucho más analítica. En un segundo escalón se ubicaron los estudios cuyo diseño fue experimental, tal es el caso de [50], [51] [52] [53] y [54] quienes por su parte reflejaron que GeoGebra apoya una mejora en cuanto a las percepciones de los estudiantes para el aprendizaje del cálculo diferencial, así como que este software produce en los estudiantes cambios significativos en la forma como se concibe la resolución de problemas de esta área, situación que se compara con lo expuesto por [16] [15] [1] así como lo dispuesto por [18].

## VI. CONCLUSIONES

GeoGebra se estima como uno de los software que mayores aportes genera a la formación de los estudiantes, puesto que su diseño intuitivo. Al hacer uso de GeoGebra de forma sistemática les brinda a los estudiantes la oportunidad de trabajar de forma colaborativa, interpretando de mejor manera los lineamientos teóricos y con ello se crea la base para dar solución a situaciones problemáticas en escenarios nuevos.

El trabajo en el aula de clase haciendo uso de GeoGebra potencia satisfactoriamente la mejora del rendimiento académico. Por medio de GeoGebra el docente asume un rol de guía y facilitador, apoyando el aprendizaje de los estudiantes, por tanto, puede afirmarse que esta es una herramienta tecnológica y didáctica que despierta la curiosidad, promoviendo con ello sentimientos de seguridad y confianza para atender nuevos retos en cálculo diferencial.

La Percepción de los estudiantes cambia notablemente cuando se interioriza los parámetros de funcionamiento de esta herramienta, por ello ocurren cambios importantes en su rol, provocando que el aprendizaje ocurra de forma natural, comprendiendo los conceptos, aplicándolos y creando las condiciones para llevar los conocimientos a niveles más complejos.

## REFERENCIAS

[1] Castro Morales, L. G. (2019). Programa GeoGebra y su aplicación en la enseñanza de la matemática. HOLOPRAXIS Ciencia, Tecnología e Innovación, 3(2), 118-133. Obtenido de <https://www.revistaholopraxis.com/index.php/ojs/article/view/123>

[2] Santos Monterroza, S. (2021). GeoGebra y el desarrollo del pensamiento espacial: una oportunidad de innovación en la práctica educativa. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(4), 4388. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i4.627](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i4.627)

[3] Aguilar-Salinas, Wendolyn, De Las Fuentes-Lara, M., Justo-López, A., & Martínez-Molina, A. (2021). Propuesta para el tratamiento de problemas de tasas de variación relacionadas mediante el uso de GeoGebra: Un estudio de casos. Formación Universitaria, 14(5), 95-106. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000500095>

[4] Kim, K., & Md-Ali, R. (2018). GeoGebra in learning of mathematics towards supporting 'stem' education. Journal of Social Sciences Research, Special Issues 6., 776-782. <https://doi.org/10.32861/jssr.spi6.776.782>

[5] Barradas Arenas, U. D. (2021). Recursos digitales como apoyo en la enseñanza del cálculo. revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 12(23), 276. <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1040>

[6] Colquepisco Paucar, N. T. (2019). Aprendiendo el cálculo diferencial e integral con GeoGebra. Revista Killkana Técnica, 3(2), 11-16. [https://doi.org/10.26871/killkana\\_tecnica.v3i2.484](https://doi.org/10.26871/killkana_tecnica.v3i2.484)

[7] Portillo-Lara, H., Ávila-Sandoval, M., Cruz-Quiñones, M., & López-Ruvalcaba, C. (2019). GeoGebra y Problemas de Optimización. Cultura Científica y Tecnológica, 16(1), 5-11. <http://dx.doi.org/10.20983/culcyt.2019.1.2.1>

[8] Terekhova, N., & Zubova, E. (2020). Information and Communication Technologies of Teaching Higher Mathematics To Students of Engineering Specialties At Technical Universities. Amazonia.investiga, 9(27), 560-569. <http://dx.doi.org/10.34069/AI/2020.27.03.60>

[9] Mora, J. C. (2020). GeoGebra como herramienta de transformación educativa en Matemática. Mamakuna Revista de divulgación de experiencias pedagógicas, 14, 71-81. Obtenido de <https://revistas.unae.edu.ec/index.php/mamakuna/article/view/349>

[10] Damián, A., & Morales, A. (2020). Estrategia teórico-didáctica para formar el concepto de gráfica y función lineal en el registro geométrico. Números: Revista de Didáctica de las Matemáticas, 103, 113-121. Obtenido de <http://ri.uagro.mx/handle/uagro/1747>

[11] Morales Carballo, A., Damián Mojica, A., Licia Espinoza, E., & Jeronimo Contreras, M. (2022). Uso de GeoGebra para mejorar la comprensión de la resolución de problemas de optimización en el bachillerato. Números. Revista de didácticas de las Matemáticas (111), 71-89. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8516166>

[12] Padilla-Hernández, A. L., Gámiz-Sánchez, V. M., & Romero-López, M. A. (2020). Evolución de la competencia digital docente del profesorado universitario: Incidentes críticos a partir de relatos de vida. Educar, 56(1), 109-127. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1088>

[13] Saputra, E., & Fahrizal, E. (2019). The Development of Mathematics Teaching Materials through GeoGebra Software to Improve Learning Independence. Malikussaleh Journal of Mathematics Learning (MJML), 2(2), 39-44. <https://doi.org/10.29103/mjml.v2i2.1860>

[14] Ortiz, P. A. (2020). Teaching in the time of COVID-19. Biochemistry and Molecular Biology Education, 48(201), 201. <https://doi.org/10.1002/bmb.21348>

[15] Salas Rueda, R. A. (2018). Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas. Revista

- Iberoamericana de Investigación y Desarrollo Educativo, 8(16), 1-30. <http://dx.doi.org/10.23913/ride.v8i16.331>
- [16] Duarte, D. M., & Guevara, J. A. (2018). Recursos educativos digitales en GeoGebra para la enseñanza del cálculo diferencial en la educación media. Trabajo de grado Licenciado en Matemáticas. Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencias y Tecnología, Bogotá. Obtenido de <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11152/TE-22697.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [17] Mercapide Argüello, G. (2018). Dificultades de aprendizaje del cálculo y enseñanza de la economía. Los conceptos de función y derivada. Tesis para optar al título de máster en Formación del profesorado de Educación secundaria, Universidad de Cantabria. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10902/13733>
- [18] Rojas, J. P., Vergel, M., & Pabón, J. A. (2019). Understanding of derivative as an essential part of the study of differential calculus. Journal of Physics: Conference Series, 1329, 1-5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1329/1/012014>
- [19] Díaz, L., Rodríguez, J., & Lingán, S. (2018). Enseñanza de la geometría con el software GeoGebra en estudiantes secundarios de una institución educativa en Lima. Propósitos y Representaciones, 6(2), 217-234. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2018.v6n2.251>
- [20] Zamora-Aray, Andrey, J., Ramírez-Jiménez, J., & Delgado-Navarro, F. (2020). Uso de herramientas tecnológicas y su impacto en el rendimiento en el curso de Cálculo II de la Universidad Nacional. Eco matemático, 11(1), 20-30. <https://doi.org/10.22463/17948231.2952>
- [21] Hitt, F. (2018). El aprendizaje del cálculo y nuevas. Eco Matemático, 8, 9-15. <https://doi.org/10.22463/17948231.1374>
- [22] Rahmawati, N. S., Kurnia Bungsu, T., Daulatina Islamiah, I., Setiawan, W., Siliwangi, I., Terusan, J., . . . Barat, J. (2019). Analisis minat belajar siswa ma al-mubarak melalui pendekatan saintifik berbantuan aplikasi GeoGebra pada materi statistika dasar. Journal on Education, 1(3), 386-395. <https://doi.org/10.31004/joe.v1i3.180>
- [23] Benning, I., Linsell, C., & Ingram, N. (2023). Examining the changes in mathematics teachers' technology dispositions through GeoGebra-mediated professional development. Asian Journal for Mathematics Education, 2(1), 42-63. <https://doi.org/10.1177/27527263231163276>
- [24] Kusharyadi, R., Pertiwi, S. E., & Dasari, D. (2023). Bibliometric Analysis: Software Usage Trends GeoGebra in Mathematics Learning From 2017 - 2022. Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan, 11(1), 196-205. <https://doi.org/10.33394/j-ps.v11i1.6786>
- [25] Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Mayo-Wilson, (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. Revista Española de Cardiología, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- [26] Bernard, M., & Senjayawati, E. (2019). Meningkatkan Kemampuan Koneksi Matematik Siswa SMP dengan Menggunakan Pendekatan Metaphorical Thinking Berbantuan Software GeoGebra. Jurnal Mercumatika : Jurnal Penelitian Matematika Dan Pendidikan Matematika, 3(2), 79-87. <https://doi.org/10.26486/jm.v3i2.558>
- [27] Machromah, I., Purnomo, M., & Sari, C. (2019). Learning calculus with GeoGebra at college. Journal of Physics: Conf. Series 1180, 1-12. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1180/1/012008>
- [28] Handhika, J., & Sasono, M. (2021). Using of GeoGebra software to improve understanding of vector and kinematic concepts in online physics course. Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK), 1, 1-10. <https://doi.org/10.25273/jpfk.v7i1.8619>
- [29] Gil Vera, V. D. (2020). Enseñanza del concepto de derivada con GeoGebra: una guía didáctica desde el aula de clase. Revista Internacional De Aprendizaje En Ciencia, Matemáticas Y Tecnología, 6(2), 63-72. <https://doi.org/10.37467/gka-revedumat.v6.2114>
- [30] Wasiran, Y., Maja, I., & Husien, F. (2019). PKM for SMP teachers who have difficulty using GeoGebra software in Math learning GeoGebra software in learning Math. Aptekmaa, 2(2), 13-19. Obtenido de <https://doi.org/10.36257/apts.v2i2.1601>
- [31] Septian, A., Darhim, & Prabawanto, S. (2021). IndoMatch: Indonesia Mathematic Indonesian. 4(1), 1-10. Obtenido de <https://jurnal.ustjogja.ac.id/index.php/indomath>
- [32] Borji, V., Alamolhodaei, H., & Radmehr, F. (2018). Application of the APOS-ACE Theory to improve Students Graphical Understanding of Derivative. Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 14(7), 2947-2967. <https://doi.org/10.29333/ejmste/91451>
- [33] Kado, K., & Pema, D. (2020). Effectiveness of using GeoGebra on students' conceptual understanding in differential calculus for grade xi students at gongzim uyen dorji central school. International Journal of Multidisciplinary Research and Development, 7(9), 71-75. <https://journalajess.com/index.php/AJESS/article/view/183/365>
- [34] Vlasenko, K., Grudkina, N., Chumak, O., & Sitak, I. (2019). Methodology of computer-oriented teaching of differential equations to the students of a higher technical school. Information Technologies and Learning Tools, 74(6), 127-137. <https://doi.org/10.33407/itlt.v74i6.2646>
- [35] Yimer, S. T. (2022). Effective-Instruction-for-Calculus-Learning-Outcomes-through-Blending-co-operative-Learning-and-GeoGebra Active Learning and Technology-based Learning Strategy Capable of enhancing Learners' Conceptual Knowledge View project Active Learning Method Blended. MATHEMATICS TEACHING RESEARCH JOURNAL, 14(3), 170-189. Obtenido de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1372282.pdf>
- [36] Alfaro-Carvajal, C., & Fonseca-Castro, J. (2018). Problem solving in the teaching of single variable differential and integral calculus: Perspective of mathematics teachers. UNICIENCIA, 32(2), 42-56. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.32-2.1>
- [37] Thiele, T., Kamphorst, E. M., & Kamphorst, C. H. (2020). Atividades de investigação em Cálculo Diferencial e Integral: uma proposta para o ensino do conceito de limite de uma função com o software GeoGebra. REMAT: Revista Eletrônica da Matemática, 6(2), 1-19. <https://doi.org/10.35819/remat2020v6i2id3987>
- [38] Arteaga, E., Medina, J. F., & Luís, D. S. (2019). El GeoGebra: una herramienta tecnológica para aprender matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. Revista Conrado, 15(70), 102-108. <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- [39] Aggarwal, M., & Gupta, S. (2020). Tools of ICT for learning and teaching. Journal of Mechanics of continua and mathematical Sciences, 15(4), 1-12. <https://doi.org/10.26782/jmcs.2020.04.00001>
- [40] Del Rio, L. (2020). Recursos para la enseñanza del Cálculo basados en GeoGebra. Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo, 9(1), 120-131. <http://dx.doi.org/10.23925/2237-9657.2020.v9i1p120-131>

- [41] Bokiye, K. (2021). The Importance of developing elementary students' basic mathematical skills through the use of Computer Programs. SUMMUS LLC, 2(2), 415-415. Obtenido de <http://summusjournals.uz/index.php/ijdiie>
- [42] Bigotte de Almeida, M. E., Queiruga-Dios, A., & Cáceres, M. J. (2021). Differential and Integral Calculus in First-Year Engineering Students: A Diagnosis to Understand the Failure. *Mathematics*, 9(61), 1-18. <https://doi.org/10.3390/math9010061>
- [43] Bekene Bedada, T., & Machaba, M. F. (2022). The Effect of GeoGebra on Students' Abilities to Study Calculus. *Hindawi: Education Research Internationa*, 1-14. <https://doi.org/10.1155/2022/4400024>
- [44] Borambaev, M. (2020). The Effects of using GeoGebra on 10th-11th grade students. *Proceedings of International Young Scholars Workshop*, 9, 1-7. <https://doi.org/10.47344/iysw.v9i0.67>
- [45] Villagrán-Cáceres, W. J., Cruz-Siguenza, E. L.-A., Barrera-Cárdenas, O. B., & Insuasti-Castelo, R. M. (2018). Utilización de GEOGEBRA como herramienta metodológica en la enseñanza de la geometría Analítica y su incidencia en el control del rendimiento académico de estudiantes del primer semestre de ingeniería. *Dominio de Las Ciencias*, 4(4), 128-144. <https://doi.org/10.23857/dc.v4i4.827>
- [46] Oliveira, R. A., Gonçalves, W. V., & Piasson, D. (2018). O uso do GeoGebra para o ensino de cálculo diferencial e integral, um mapeamento de suas publicações. *Revista Thema*, 15(2), 466-484. <https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.466-484.892>
- [47] Varela Avila, C., & Alvarado Borge, L. (2019). El proceso de enseñanza aprendizaje de la didáctica de la matemática desde un enfoque ciencia, tecnología y sociedad. *Revista Conrado*, 15(68), 259-262. Obtenido de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- [48] Arini, F. Y., & Dewi, N. R. (2019). GeoGebraAs a Tool to Enhance Student., (págs. 205-212). Obtenido de [https://www.academia.edu/49350816/GeoGebraAs\\_a\\_Tool\\_to\\_Enhance\\_Student\\_Ability\\_in\\_Calculus](https://www.academia.edu/49350816/GeoGebraAs_a_Tool_to_Enhance_Student_Ability_in_Calculus)
- [49] Nuritha, C., & Tsurayya, A. (2021). Pengembangan Video Pembelajaran Berbantuan GeoGebra untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Siswa. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 05(01), 48-64. <https://doi.org/10.31004/cendekia.v5i1.430>
- [50] Villalobos, E., Cornejo Serrano, M. d., Quintana Hernández, P., Ramos Beltrán, J., & Torres Guerrero, C. (2019). Análisis de los índices de aprovechamiento en las asignaturas de matemáticas posteriores a cálculo diferencial, cuando se usó el software GeoGebra en su enseñanza. *Revista Global de Negocios*, 6(7), 67-76. Obtenido de [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3243558](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3243558)
- [51] Shroff, R. H., Ting, F. S., & Lam, W. H. (2019). Development and validation of an instrument to measure students' perceptions of technology-enabled active learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 35(4), 109-127. <https://doi.org/10.14742/ajet.4472>
- [52] Muñante-Toledo, M., Salazar -Lozano, G., Méndez Vargaray, J., & Flores, E. (2021). GeoGebra Software in Mathematical Skills of High School Students: Systematic Review. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 12(6), 4164-4172. Obtenido de <https://turcomat.org/index.php/turkbilmate/article/view/8386/6562>
- [53] Ramírez Santamaría, B. A. (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. <https://doi.org/10.18845/rdmei.v21i1.5341>
- [54] Pacheco Cedeño, F. R., & Durán Pico, U. C. (2023). GeoGebra como factor dinámico en los resultados de aprendizaje de matemática en décimo año de la Unidad Educativa Sebastián Muñoz. *MQR. Investigar*, 7(2), 347-420. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.2.2023>