

## Wolfram y sus aplicaciones en el aprendizaje de las matemáticas: Una revisión sistemática

Mayckol Jiménez Huayama<sup>1\*</sup>, María Félix Sánchez Villavicencio<sup>2</sup>, Javier Bernardo Rodríguez Cruz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Escuela de Posgrado. Universidad César Vallejo. Perú.

<sup>2</sup> Dept. Ciencias Exactas, Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.

\*Autor para correspondencia: Mayckol Jiménez Huayama, jjimenezhu18@ucvvirtual.edu.pe

(Recibido: 10-12-2023. Publicado: 31-12-2023.)

DOI: 10.59427/rcli/2023/v23cs.4100-4108

### Resumen

*Este trabajo tiene como finalidad realizar una revisión sistemática de artículos que abordan los beneficios de software Wolfram y sus aplicaciones en el aprendizaje de las matemáticas. Se revisó las publicaciones comprendidas en el período del 2018 al 2023; se consultaron bases de datos de acceso abierto tales como: Google Scholar, Redalyc, Scielo, Dialnet y Scopus. Se aplicó el método Prisma, seleccionándose 25 artículos los cuales mencionan la integración del software para motivar el aprendizaje de las matemáticas, contribuir a las habilidades de los estudiantes en esta disciplina o áreas relacionadas, así como propiciar la aplicación de esta materia de forma interactiva. Entre las conclusiones se develó que, al utilizar Wolfram, los estudiantes se muestran mucho más interesados por resolver problemas matemáticos, al mismo tiempo que permite profundizar conceptos, mejorar la comprensión de los contenidos y experimentar colaborativamente.*

**Palabras claves:** Aprendizaje, aplicaciones, habilidades, matemática, wolfram.

### Abstract

*The purpose of this work was to conduct a systematic review of articles that addressed the Wolfram experience and its applications in the learning of mathematics, focusing on publications from 2018 to 2023. Open access databases were consulted, including Google Scholar, Redalyc, Scielo, Dialnet and Scopus. The Prisma method was applied, selecting 25 articles. These studies were the integration of software to motivate the learning of mathematics, to contribute to students' skills in this discipline or related areas, as well as to promote the application of this subject in a much more interactive way. Among the conclusions, it was revealed that, when using Wolfram, students are much more interested in solving problems, at the same time that it allows them to deepen concepts, improve the understanding of the contents and experiment collaboratively.*

**Keywords:** Learning, applications, skills, mathematics, Wolfram.

## 1. Introducción

Las matemáticas se consideran como una de las ramas de la ciencia que es la base para los descubrimientos en diferentes ámbitos, la presencia de la tecnología facilita la comprensión y despierta el interés de parte de los estudiantes (Dalinger & Dautov, 2019). La alianza entre la matemática y los softwares; permite la construcción de conocimiento en diferentes disciplinas, en este sentido puede referirse que la forma en cómo se asimile su conocimiento, devela la posible aplicación en múltiples campos del conocimiento. Para lograr aprendizajes que aporten de forma más duradera se ha potenciado el uso de la tecnología para dar solución a problemas que requieren ser atendidos en escenarios que suelen cambiar constantemente. Una de las formas en las cuales puede ocurrir una aproximación del conocimiento de forma creativa es trabajando con Wolfram, puesto que este comparte numerosas formas disponibles para la experimentación por parte de los estudiantes, en función de resolver problemas (Wolfram Cloud, 2021). Esta es una herramienta que ha ganado terreno poco a poco dentro de las aulas de clase, puesto que el interfaz y la forma sencilla de su presentación se vuelve una forma atractiva, lo que promueve el aprendizaje de las matemáticas y genera la posibilidad de incursionar en problemáticas nuevas (Palencia & García, 2019).

Fue una realidad amplia y extendida que la presencia de la pandemia promovió de forma exponencial, la necesidad latente del uso de las tecnologías en el aprendizaje de las matemáticas como una respuesta inmediata a un contexto incierto en ese momento, por lo cual la virtualidad representó la oportunidad para que softwares educativos pudieran ser difundidos de forma más rápida (Elisondo & de la Barrera, 2022). La interacción de los estudiantes con software matemáticos, entre ellos Wolfram permite la adquisición de habilidades y con ello se visualiza una perspectiva amigable de esta ciencia (Ayuso et al., 2020). Es con el uso de los medios tecnológicos que la educación ha dado pasos en favor del aprendizaje, en el caso de las matemáticas esto se vuelve notorio, cuando los estudiantes avanzan en los procesos de comprensión, realizan análisis aplicando la teoría y experimentan apoyados por softwares que facilitan la construcción del conocimiento de forma individual y en espacios colaborativos (Semante & Robayo, 2021). La tecnología es una forma práctica de promocionar el aprendizaje y motivar a la interacción dinámica con las matemáticas (Criollo, 2022). Es en la medida que el docente promueva el uso de la tecnología en el aula, que esta se convertirá en una aliada importante para alcanzar un nivel óptimo del aprendizaje, puesto que más allá de solo esperar la aprobación, puede utilizarse para generar competencias (Zaldúa, 2018).

Dado el comportamiento social en las aulas de los estudiantes, se visualiza el interés innato que sienten por la tecnología, situación que está siendo aprovechada por los docentes, sobre todo cuando al develar los mecanismos de funcionamiento de softwares educativos, les crea un mundo de posibilidades para el aprendizaje de las matemáticas (Jiménez, 2018). Es el uso constante de estrategias metodológicas apoyadas en la digitalización las que aportan a la resolución de problemas en el área de las matemáticas (Castaño et al., 2021; Macías et al., 2022). La forma en como los softwares matemáticos se han incorporado implica un cambio importante en la facilitación de la clase, lo cual representa que el docente debe de hacer de la tecnología una estrategia en aras de motivar a los estudiantes en el aprendizaje de las matemáticas de un modo creativo y promoviendo el pensamiento crítico (Moroto, 2021). Es un hecho que el utilizar softwares educativos enriquece la clase y con ello se genera la posibilidad que los estudiantes adquieran competencias de resolución de problemas (Bravo & Saústegui, 2022). Por otro lado, para Álvarez & Agudelo (2019) al estar los estudiantes en contacto con este tipo de herramientas, crea la oportunidad de interactuar y colaborar, lo cual genera a su vez nuevas competencias enfocadas a la parte social.

Es con el uso de los softwares educativos que los estudiantes pueden desarrollar las actividades académicas de forma secuencial, realizando avances que pueden ser medidos y atendiendo el comportamiento de los resultados se procede a hacer ajustes y comprobar si los procedimientos utilizados brindan salida a las problemáticas que se desean resolver, situación ideal en el campo de la matemática (Wrigley et al., 2018). Atendiendo distintas experiencias desarrolladas sobre la presencia de los softwares educativos en el aula de clase, se planteó como objetivo identificar investigaciones relacionadas con el uso Wolfram en el aprendizaje de la matemática. Esta motivación nace por la trascendencia que ha generado el uso de estos recursos didácticos en la forma en como los estudiantes aprenden las matemáticas, por lo cual se estima necesario tener una panorámica de como concretamente Wolfram contribuye en esta labor.

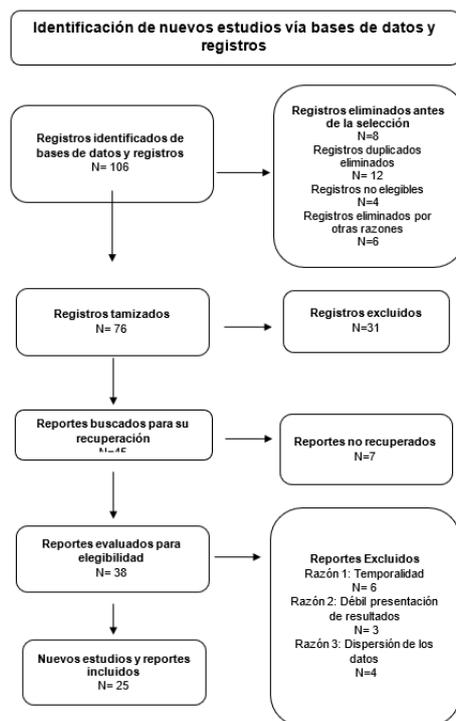
## 2. Metodología

Para la revisión sistemática, se estableció la siguiente pregunta de investigación ¿Cuáles son las aplicaciones de Wolfram en el aprendizaje de las matemáticas?, esto a su vez generó la formulación de otras interrogantes como: ¿Qué aportes genera el uso de Wolfram en el aprendizaje de las matemáticas?, ¿Cuáles han sido las experiencias de aprendizaje desarrolladas alrededor de este software en el lapso de tiempo de 2018 a 2023?, para atender las interrogantes se realizó este estudio y se utilizó como método la revisión sistemática apoyado en el modelo PRISMA (Page et al., 2021). Siendo el primer paso para el desarrollo de esta búsqueda de los artículos relacionados bajo los criterios establecidos, en las bases de datos online Scielo, Dialnet, Redalyc, Google Scholar, y Scopus considerando la siguiente fórmula: “Wolfram” AND “Aprendizaje” AND “Matemática”.

Un segundo paso fue la estimación de los criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los artículos donde se relacionan las variables Wolfram y aprendizaje de la matemática, como criterios de inclusión se precisaron; artículos en español inglés u otros idiomas, investigaciones respecto las variables Wolfran y el aprendizaje de las matemáticas, estudios en la temporalidad del 2018 al 2023. Y entre los criterios de exclusión; documentos duplicados, investigaciones con combinatoria de otras variables, libros o tesis en grado académico de maestría o doctorado, así como estudios de carácter demostrativo, o documentos sin evidencia clara y precisa de los resultados o bien que estos no se encontraran disponibles de forma completa. Para proceder al proceso de extracción y síntesis de los datos se estimó vital como parte del proceso la selección de los artículos, y para esta acción se revisó el título y el resumen con la finalidad de aplicar los primeros criterios de exclusión. Posteriormente, se realizó la lectura detallada de cada uno de los documentos, para filtrar la información requerida para la construcción de esta revisión sistemática.

### 3. Resultados

Finalizado el proceso de búsqueda, se alcanzó un total de 106 documentos como se muestra en la figura 1, de los cuales se eliminaron 30 por diferentes causas (duplicados, no elegibles, otras razones). A continuación, se revisaron un total de 76 trabajos, de estos 31 se excluyeron por diferentes motivos (libros o tesis a nivel de maestría o doctorado), obteniendo un total de 45 artículos y por motivo de no contar con el acceso completo al artículo se descartaron 7, de los 38 documentos elegibles se eliminaron 13 por no cumplir los criterios tales como: temporalidad 6, débil presentación de resultado 3 y por la dispersión de los datos 4 documentos.



**Figura 1:** Diagrama de flujo PRISMA.

Estos 25 artículos seleccionados 8 se encuentran en español y 17 en otros idiomas entre ellos 8 en indonesio, 6 en ruso y 3 en inglés.

La presentación de los resultados se realizó atendiendo dos ejes, indicadores bibliométricos, así como las variables de estudio.

**1. Año de publicación.** Con respecto al año que en mayor proporción de publicaciones este se encuentra en posiciones compartidas por el 2020 y 2021, lo cual indica el interés y las experiencias desarrolladas haciendo uso de Wolfram para el aprendizaje de la matemática en este período, situación que bajó en el 2022 y 2023.

**Tabla 1:** Año de Publicación.

Año	Frecuencia	%
2018	1	4
2019	4	16
2020	6	24
2021	6	24
2022	5	20
2023	3	12
Total	25	100

**2. País:** Un aspecto de interés son los países en que se ha producido investigación sobre esta temática en el tiempo referido. Se ordenan por continentes, predominan los estudios en Asia, seguido de América y en una tercera posición Europa.

**Tabla 2:** País de procedencia de los estudios.

Continente	País	Frecuencia	%
América	Colombia	1	4
	Costa Rica	2	8
	Ecuador	5	20
	USA	1	4
Europa	Checoslovaquia	1	4
	Bielorrusia	1	4
	Macedonia	1	4
	Rusia	4	16
	Ucrania	1	4
Asia	Indonesia	8	32
Total		25	100

Dentro del proceso de la extracción de datos, se diseñó un formulario que incluía información sobre los criterios de inclusión establecidos. Entre estos: 1) autores y año de publicación; y 2) objetivo del trabajo. En este sentido, como se puede observar en la Tabla 3, los objetivos de los diferentes estudios fueron bastante distintos; sin embargo, todos ellos incluyeron entre sus variables el análisis de Wolfram en el aprendizaje de las matemáticas.

**Tabla 3:** Objetivo de los estudios incluidos en la revisión sistemática.

Autores	Objetivo
Abramovich (2021)	Demostrar el uso de Wolfram Alpha para ayudar a las diferentes características matemáticas.
Altamirano y Mera (2022)	Identificar el nivel de conocimiento de los docentes sobre las estrategias didácticas en las TICs como herramientas para la enseñanza de las matemáticas en bachillerato.
Argianti y Andayani (2021)	Revelar la eficacia del enfoque STEM asistido por Wolfram Alpha en términos de motivación y aprendizaje autorregulado.
Campuzano y Crisanto (2022)	Determinar la eficacia del uso de la herramienta Wolfram Alpha en el rendimiento académico y la actitud de los estudiantes hacia ella en el aprendizaje de la geometría analítica.
Divay y Purwaningrum, (2023)	Describir cómo la implementación de la estrategia de Hábitos Matemáticos de la Mente asistida por Wolfram es uno de los esfuerzos para mejorar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes en la resolución de problemas de formas planas. El método utilizado es un método cualitativo con un diseño de revisión de la literatura.
Fortin et al 2021	Demostrar esta capacidad para la formación geométrica y gráfica de los estudiantes.
Grahita et al., (2022)	Desarrollar un medio de aprendizaje en forma de e-módulo asistido por tungsten mathematica que sea factible (válido) de ser utilizado y conocer el nivel de efectividad del e-módulo.
López y Vilchez (2019)	Corroborar resultados y tiempos obtenidos a través del empleo del lenguaje de programación VB 6.0
Myroniuk y Roiko (2020)	Ofrecer la posibilidad de utilizar el servicio web Wolfram—Alpha para optimizar el proceso de aprendizaje del curso "Matemáticas Superiores" para estudiantes de especialidades no matemáticas.
Montoya y Prada (2019)	Socializar una experiencia de aula desarrollada con los estudiantes de Cálculo Diferencial en el eje temático de funciones inversas utilizando el software Wolfram Mathematica 10.
Mukhanov y Mukhanova (2019)	Analizar las posibilidades de utilizar los servicios informáticos de matemáticas con fines de simulación y modelización.
Musyriyah et al 2021	Desarrollar materiales didácticos en módulos de aprendizaje en la aplicación Wolfram Mathematica asistida por material de Derivadas de funciones utilizando el modelo de desarrollo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación).
Muñoz y Porras (2018)	Propiciar el aprendizaje de Cálculo por medio del estudio de las aplicaciones de la derivada y el integral empleando software matemático: Wolfram Alpha, Derive y Geogebra, con la finalidad de resolver problemas relacionados con su formación profesional.
Nurchayho et al., (2020)	Visualizar los resultados de la implementación del aprendizaje de cálculo con Wolfram CDF en la pseudoclase de Schoology
Raihan y Harahap (2020)	Realizar un estudio bibliográfico sobre el aprendizaje de la aritmética utilizando este tipo de aplicativos.
Razali (2022)	Utilizar la aplicación en línea Wolfram Alpha para resolver problemas computacionales, especialmente de matemáticas.
Rihová et al., (2020)	Evaluar la calidad de la enseñanza de materias económicas utilizando la herramienta en línea Wolfram Alpha.
Salazar et al (2022)	Determinar la incidencia de la utilización de aplicaciones software como herramienta de una metodología activa en la enseñanza de la matemática, en el rendimiento académico.
Seidametova (2020)	Proporcionar el ejemplo del uso de uno de los CAS (Mathematica) para la investigación matemática sobre la función D(s)-asociadas con la función Zeta de Riemann.
Solorzano et al. (2023)	Explorar el impacto de la tecnología y las aplicaciones móviles en la enseñanza de las matemáticas.
Sunaryo (2020)	Determinar la mejora de las capacidades de representación matemática de los estudiantes mediante modelos de aprendizaje basados en problemas asistidos por el software Wolfram Mathematica.
Taranchuk y Savionok (2023)	Comprender los efectos del uso de Wolfram en la integración.
Trifunov y Zenku (2021)	Proporcionar una descripción analítica de la interpolación hacia atrás de Newton y cómo puede utilizarse el software Wolfram Mathematica para resolver los problemas de interpolación hacia atrás de Newton.
Vilchez (2019)	Implementar una estrategia de enseñanza y aprendizaje asistida por computadora, basada en el uso de un paquete de software creado por el autor, denominado: ViCretas, Mathematica, cuya plataforma de uso la provee el programa comercial Wolfram.
Zolotariov (2021)	Desarrollar el mecanismo de interacción entre los programas Wolfram Mathematica y la cola de Apache Kafka para proporcionar la capacidad de construir aplicaciones basadas en eventos.

Posteriormente, se recogió información relevante, la cual se muestra en la Tabla 4, que se codificó de la siguiente manera: 1) autores y año de publicación; 2) lugar y 3) variables estudiadas. En este sentido, como se puede observar, fue en el 2020 y 2021 cuando se han presentado un mayor número de investigaciones, lo que sugiere indicar el gran potencial de este tema de investigación en la actualidad.

**Tabla 4:** Estudios que analizan la relación entre Wolfram y el aprendizaje de las matemáticas.

Autores	Nombre del artículo	Variable de estudio
Abramovich (2021)	Using Wolfram Alpha with Elementary Teacher Candidates: From More Than One Correct Answer to More Than One Correct Solution	Partición de enteros; permutaciones; función generadora; niños pequeños; formación de profesores; aprendizaje activo; planteamiento de problemas; Wolfram Alpha
Altamirano y Mera (2022)	Estrategia didáctica sustentada en la utilización de herramientas virtuales para la enseñanza de las matemáticas	Herramientas virtuales; Enseñanza; Estrategias didácticas; Matemáticas
Argianti y Andayani (2021)	The effectiveness of the STEM approach assisted by Wolfram Alpha in learning mathematics in terms of motivation and learning independence	motivación, aprendizaje autorregulado, enfoque STEM asistido por Wolfram Alpha
Campuzano y Crisanto (2022)	Learning Analytic Geometry with the aid of Wolfram Alpha	geometría analítica, Wolfram Alpha, cónicas, parábola, cuasi-experimento
Divay y Purwaningrum, (2023)	Mathematical Habits of Mind Strategy Assisted by Wolfram Alpha to Improve Students' Critical Thinking Ability in Solving Flat Buildings	Mathematical Habits of Mind; Critical Thinking Ability; Quadrilateral.
Fortin et al 2021	Wolfram Mathematics as applied to the interactive visualisation of descriptive geometry problems	Geometría descriptiva, Mathematica, proyectos interactivos.
Grahita et al., (2022)	Development of rocky e-module wolfram mathematica to improve students' critical thinking skills	Mathematics, E-Modules, Critical Thinking
López y Vilchez (2019)	Método de búsqueda tabú para optimización combinatoria apoyado con el software Wolfram mathematica	Software comercial; Búsqueda tabú; oscilación; funciones internas; problema del agente viajero; solución óptima
Myroniuk y Roiko (2020)	Wolfram –alpha as a tool for optimizing the learning process of the course "higher mathematics	optimización del proceso de aprendizaje, matemáticas superiores, tecnologías de la información y la comunicación, Wolfram–Alpha.
Montoya y Prada (2019)	The importance of conceptualization in the use of Wolfram Mathematica 10 for a course in differential calculus	Wolfram, Cálculo, Ingeniería
Mukhanov y Mukhanova (2019)	Using the Wolfram—Alpha service in modeling probabilistic experiments	enseñanza superior, matemáticas, teoría de la probabilidad, wolfram alpha, teoría de la probabilidad.
Musyrfah et al 2021	Development of wolfram mathematica applicationassisted learning module on derivative in high school	Wolfram, matemática, derivadas
Muñoz y Porras (2018)	Wolfram alpha, geometría y derive como integrantes de la formación STEM	STEM, software matemático, aprendizaje significativo, educación
Nurcahyo et al., (2020)	Implementation of calculus interactive learning with wolfram cdf player in schoology pseudo-classroom	Cálculo, aprendizaje interactivo, RAD, Wolfram
Rahai y Harshap (2020)	Learning Rhythmic Learning Using Wolfram Alpha App	Aritmética, Wolfram alpha, aplicación, software
Razali (2022)	Utilizing Wolfram Alpha in Learning to Teach Mathematics	Wolfram Alpha; Aprender; Enseñar; Matemáticas.
Rihová et al., (2020)	Wolfram alpha in mathematics and economics	Wolfram Alpha, cuestionario, cultura financiera, matemáticas financieras
Salazar et al (2022)	Utilización de aplicaciones software como herramienta de una metodología activa en la enseñanza de la matemática	Aplicaciones software; Metodología activa; Rendimiento Académico
Saidametova (2020)	Combining Programming and Mathematics Through Computer Simulation Problems	Sistema de álgebra computacional (CAS), Mathematica, software Wolfram, pensamiento computacional, cálculo numérico, función zeta de Riemann, efecto efecto.
Solorzano et al. (2023)	Breaking down barriers in mathematics teaching: how applications and technologies can improve academic performance and student confidence	Tecnología, enseñanza de matemáticas, aplicaciones, estudiantes, aprendizaje, recursos didácticos
Sunaryo (2020)	Mathematical Representation Ability Through Problem-Based Learning Assisted by Wolfram Mathematica Software	Aprendizaje basado en problemas, software Wolfram Mathematica, representación matemática.
Taranchuk y Savionok (2023)	Examples of Integrating Wolfram Mathematica Tools into OSTIS Applications	Tecnología OSTIS, ostis-system, álgebra computacional, Mathematica Wolfram, sistemas informáticos y redes y Redes, visualización de gráficos
Trifunov y Zenku (2021)	Application of Newton's Backward Interpolation Using Wolfram Mathematica	Retrosoco, Interpolación, Matemáticas, Wolfram
Vilchez (2019)	Estudio de caso: Estrategia de enseñanza y aprendizaje asistida por computadora para un curso de matemática discreta a través del uso del paquete WolCretas en el software Wolfram Mathematica	Aprendizaje; enseñanza; matemática discreta; paquete de software WolCretas; percepción.
Zolotariov (2021)	The mechanism for creation of event-driven applications based on wolfram mathematica and apache kafka	aplicaciones dirigidas por eventos; gestor de colas; procesador matemático; ahorro de recursos y fondos; Kafka; Mathematica.

En cuanto, a los principales resultados provenientes de los estudios se refleja en la tabla 5, que los beneficios de utilizar Wolfram en el aprendizaje son múltiples, entre los que destacan

**Tabla 5:** Principales resultados de estudios sobre Wolfram.

Autores	Resultados
Abramovich (2021)	Wolfram Alpha, capaz de realizar diversos cálculos numéricos y simbólicos necesarios para ayudar a los de responder a la pregunta formulada por un alumno de segundo curso.
Altamirano y Mera (2022)	Fue por medio del uso de Wolfram que las clases prácticas aportaron al rendimiento de los docentes y se incrementó favorablemente en comparación al inicio del proceso. Se concluyó que, Wolfram es un apoyo fundamental para los docentes en la enseñanza de las matemáticas y deben ser implementadas en el contexto educativo.
Argianti y Andayani (2021)	El resultado muestra que Wolfram Alpha es eficaz para mejorar la motivación, para mejorar el aprendizaje autorregulado. Alcanzado el primero una puntuación de 4,258 y con un valor de significación de la motivación después del tratamiento de 0,001, que es inferior a 0,05. Y el segundo una puntuación de 5,030 y con el valor de significación de 0,000, que es inferior a 0,05.
Campuzano y Crisanto (2022)	Los resultados sugieren que Wolfram Alpha mejora el rendimiento académico de los estudiantes generando condiciones positivas e interactivas en las que los estudiantes pueden beneficiarse del uso de las TIC de diferentes maneras. Los estudiantes tienen actitudes optimistas sobre esta herramienta y apoyan que se incluya en los cursos regulares de pre-cálculo. Los profesores deberían considerar el uso de Wolfram Alpha en sus cursos de matemáticas.
Divay y Purwaningrum, (2023)	Haciendo uso de Wolfram Alpha los estudiantes logran estimular su pensamiento sobre todo si este software se acompaña de preguntas que estimulen su curiosidad, por esto puede afirmarse que apoya el desarrollo del pensamiento crítico.
Fortin et al 2021	La principal dificultad de trabajar con ecuaciones de superficie era la necesidad de garantizar que, al cambiar dinámicamente los planos representados, las líneas de intersección de los planos también cambiaran dinámicamente. Es haciendo uso de Wolfram que esta dificultad aparente se mejor significativamente provocando que los elementos gráficos y la reordenación dinámica de la línea de intersección de planos se expenga de forma mucho más rápida.
Grahita et al., (2022)	Por medio de Wolfram Mathematica se desarrolló el modelo ADDIE el cual tiene 5 etapas, a saber, análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación en este estudio el cual fue validado por expertos con una puntuación del 86% por tanto se estimó en una categoría de práctica y eficaz puesto que permite el logro de resultados de aprendizaje en términos de habilidades de pensamiento crítico clásicamente estudiantes fue $\geq 75\%$ , y al aplicar la prueba N-Gain esta apoyó la declaración que la influencia de los medios de comunicación en las habilidades de pensamiento crítico fue de 0,65 en la categoría moderada. Por tanto, los medios de aprendizaje en forma de e-módulos con Wolfram Mathematica pueden ser utilizados para mejorar las habilidades de pensamiento crítico.
López y Vilchez (2019)	El empleo de los comandos nativos de Wolfram Mathematica le permite constituirse en una herramienta muy versátil al promover una fácil integración con bases lo cual se ve reflejada en las pruebas realizadas en la seguridad y confianza de los estudiantes al hacer uso de esta plataforma.
Myroniuk y Roiko (2020)	Wolfram Alpha puede utilizarse como herramienta de optimización del aprendizaje para comprobar la corrección del resultado obtenido manualmente al momento de resolver problemas en el área de las matemáticas, sin embargo, su uso, reduce el tiempo empleado en realizar engorrosas transformaciones, al mismo tiempo que acompaña las tareas con imágenes gráficas lo cual apoya la asimilación de conceptos y el aprendizaje en general.
Montoya y Prada (2019)	Para los estudiantes Wolfram es un software "avanzado" su potencia de cálculo aporta a temáticas complejas en diversos ámbitos de las matemáticas como la geometría
Mukhanov y Mukhanova (2019)	Este programa puede ser útil para estudiar las leyes de distribución de variables aleatorias.

Musyrifah et al 2021	El módulo de aprendizaje asistido por la aplicación Wolfram Mathematica obtuvo una categoría muy apta en los componentes de calidad del contenido y objetivos. Los expertos expresaron que este software tiene un alto nivel de exactitud y exhaustividad, así como lo relacionado con la ilustración y la conformidad de los resultados que se obtienen al hacer uso del mismo.
Muñoz y Porras (2018)	Diferenciales, en donde se vuelve fundamental el aplicar todos los conocimientos previos adquiridos de Matemáticas, sino que también el resultado observado en el post-test de ellos, comparado con el grupo de control, ratifica el beneficio alcanzado en los estudiantes. Implementación de la plataforma de Wolfram Alpha.
Nurcahyo et al., (2020)	El resultado de esta investigación es un medio interactivo de aprendizaje de cálculo con pseudo-clase de Schoology. El medio puede ser utilizado como una solución alternativa en el aprendizaje de cálculo. La aplicación de la tecnología realizada con Wolfram CDF y Schoology ayuda en las actividades de aprendizaje.
Raihan y Harahap (2020)	La ventaja de Wolfram Alpha es que no sólo muestra el resultado de las fracciones, sino que también muestra el resultado en forma decimal, aún más no sólo en forma decimal, también muestra más detalles del resultado, entre estas la fracción mixta y la recta numérica del resultado, lo cual le permite al estudiante comprender de una mejor forma el contenido.
Razali (2022)	Wolfram es una oportunidad para que mayor cantidad de docentes y estudiantes logren mejores resultados en el aprendizaje de las matemáticas dado que es de fácil y accesible aplicación, es gratuito, y que puede ser operada a través de un smartphone, u ordenador.
Ríhová et al., (2020)	Más del 60 % de todos los encuestados afirmaron que siguen utilizando Wolfram Alpha en su proceso de estudio, sobre todo en el área de matemáticas.
Salazar et al (2022)	El uso de aplicaciones software como Wolfram se estima como una herramienta de una metodología activa bastante prometedora, ya que mediante esta los estudiantes poseen la capacidad de interactuar con las aplicaciones, facilita el proceso de aprendizaje, ofrece la oportunidad de realizar y explorar curvas con rapidez y en forma precisa, y hallar resultados inmediatamente.
Seidametova (2020)	El uso de Wolfram aporta al aprendizaje de las matemáticas, sin embargo, depende en mucho de la calidad de los planteamientos de los problemas, es decir los resultados dependen de la formulación y no propiamente de la herramienta.
Solorzano et al. (2023)	La implementación de tecnologías innovadoras en la enseñanza de matemáticas como Wolfram es una oportunidad para enriquecer la educación y mejorar la comprensión de los conceptos matemáticos. Proporcionando una experiencia de aprendizaje accesible e interactiva que puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos y aplicarlos a situaciones reales.
Sunaryo (2020)	Los resultados mostraron que el aumento de la capacidad de representación matemática de los estudiantes que aprendieron mediante modelos de aprendizaje basado en problemas asistidos por Wolfram Mathematica Software fue mejor que el de los estudiantes que aprendieron mediante el aprendizaje convencional. La habilidad de los estudiantes para manejar el Software Wolfram Mathematica fue clave para que todos los estudiantes pudieran resolver problemas de programas lineales.
Taranchuk y Savionok (2023)	Entre los resultados obtenidos y considerados se incluye el aprendizaje básico sobre la aplicación en lenguajes de programación, la comprensión gráfica que aporta al momento de dar solución a los problemas, así como poder resolver problemas complejos del área de Mathematica
Trifunov y Zenku (2021)	Wolfram generó la posibilidad de crear códigos de interpolación hacia atrás con el fin de trabajar con volúmenes de información importantes.
Vilchez (2019)	Wolfram permite profundizar contenidos (84.8%), es adecuado para el curso EIF-203 (89.2%), mejora la comprensión de procedimientos (91.4%), facilita el abordaje de problemas se valora como un recurso de apoyo (89.1%) y mejora la comprensión conceptual (95.6%), promueve la obtención de conocimientos más sólidos en el área de las matemáticas.
Zolotariov (2021)	Se han desarrollado y fundamentado recomendaciones prácticas relativas a la formación del mecanismo de interacción entre el procesador matemático Wolfram Mathematica y el gestor de colas Apache Kafka, al mismo tiempo la presencia de Wolfram permite que el estudiante demuestre sus capacidades.

## 4. Discusión

De acuerdo a los artículos analizados los mismos hacen referencia a la importancia que tiene la tecnología en el aprendizaje de las matemáticas, razón por la cual, desde distintas experiencias educativas sobre la incorporación de los softwares estos aportan a la comprensión de los conceptos, y con ello dan solución a problemas en esta disciplina de forma colaborativa, lo cual formó parte de los objetivos de los investigadores lo cual se encuentra alineado con los aportes realizados por Dalinger & Dautov (2019), así como Ayuso et al. (2020). Por otro lado, para Salazar et al. (2022) es por medio del uso de software como Wolfram que se crean las condiciones para la puesta en acción de una metodología que apoya la formación de habilidades en los estudiantes, lo cual favorece el aprendizaje de las matemáticas, esta situación es compartida por Nurcahyo et al. (2020) quien visualizó que el hacer uso de este software es una oportunidad para que estudiantes en cursos con una base numérica distinta como logren comprender los lineamientos básicos en esta área, en esta misma línea se encontró a Diva & Purwaningrum (2023), quienes refieren que Wolfram proporciona los elementos necesarios para la solución de problemas y alcanzar mejores niveles en cuanto al pensamiento crítico, estos hallazgos pueden ser contratados con los realizados por Criollo (2022).

De acuerdo a las variables de estudio durante los procesos de investigación analizados, para Vilchez (2019), Raihan & Harahap (2020), Grahita et al. (2022), sus estudios se centraron en la implementación de Wolfram como software educativo de gran potencia, considerado como aliado importante en el aprendizaje de las matemática, lo cual proporcionó resultados que definieron que el uso de este tipo de tecnología es una forma moderna de acercar el conocimiento en el aula, siendo más efectivo que los estudiantes logren construir el mismo, trabajando de forma grupal, creando con ello un escenario educativo dinámico, situaciones similares se encontraron por parte de Maroto (2021) y Zaldúa (2018).

Respecto a las múltiples aplicaciones que puede desarrollarse con Wolfram en el estudio realizado por Říhová et al. (2020) se reflejó que su interés se centró en referir como el uso de este software aporta a la comprensión de cursos un tanto más especializados como la matemática financiera, lo que denota que esta herramienta puede ser utilizada en diferentes áreas del conocimiento, al mismo tiempo que permite a los estudiantes la ejercitación y la adquisición de mayor destreza en la resolución de problemas, esto se alinea a otros estudios analizados como los de Mukhanov & Mukhanova (2019) quien confirmó el poder de Wolfram al estudiar probabilidades, y otra de las experiencias que demostraron la versatilidad de este software fue Musyrifah et al 2021 quien experimento con dicha herramienta al hacer cálculo y aplicaciones en derivadas, se reconoce de esta forma que Wolfram representa una oportunidad para alcanzar el cumplimiento de objetivos en diferentes ámbitos académicos y esto se contrasta

con los hallazgos realizados por Wrigley et al, (2018), Palencia & García (2019) y Elisondo & de las Barrera (2022).

La forma en cómo funciona Wolfram lo ha convertido en un software que se alinea a las necesidades de los diferentes cursos, puesto que por medio de este los estudiantes alcanzan de forma mucho más sencilla asimilar las definiciones básicas en el aprendizaje de las matemáticas, situación que se adapta para otras materias como cálculo diferencial e integral, estadística, matemática financiera, entre otros, por ello López y Vílchez (2019) refieren como parte de los resultados de su estudio, como la presencia de esta herramienta apoya a ganar seguridad en los estudiantes lo que a su vez les motiva a construir dentro del aula de forma individual o en colectivo. Una situación similar fue la encontrada por Montoya y Prada (2019), quienes estiman que Wolfram potencia las temáticas consideradas complejas y apoya a la comprensión de las definiciones, así mismo permite las aplicaciones en diversos contextos, esto se compara con los aportes de estudios realizados por Álvarez & Agudelo (2019) y Semanate & Robayo (2021).

## 5. Conclusiones

Se concluye que, Wolfram como software educativo y una plataforma intuitiva permite a los estudiantes, hacer un análisis y comprender con mayor detalle el planteamiento y forma de solución de ejercicios prácticos, lo cual les brinda la oportunidad de sentirse seguros e intentar la experimentación, pasando de niveles simples a otros más complejos. La presencia de Wolfram apoya la construcción de forma colaborativa, lo cual se convierte en una competencia valiosa dentro del aula de clase, creando con esto la base para interactuar y aprender con otros y desde la perspectiva de sus pares, lo cual es valioso para su futuro profesional. Es un hecho que Wolfram se ha destacado y se ha vuelto un software mucho más conocido, que aporta a la construcción de conocimientos, favoreciendo con esto la labor docente y la participación del estudiante en su propio aprendizaje. Wolfram se está convirtiendo en un software que poco a poco por su potencia participa de experiencias de aprendizaje en distintas especialidades donde la matemática se requiere, por tanto, puede decirse que, al ser operado por los estudiantes, estos incrementan su base de conocimiento para poder ser aplicada en diferentes ámbitos.

## 6. Referencias bibliográficas

- Abramovich, S. (2021). Using Wolfram Alpha with Elementary Teacher Candidates: From More Than One Correct Answer to More Than One Correct Solution. *Mathematics*, 9(2112), 1-18.
- Altamirano, J., & Mera, F. (2023). Estrategia didáctica sustentada en la utilización de herramientas virtuales para la enseñanza de las matemáticas. *Dominio de la Ciencia*, 9(1), 151-167.
- Álvarez, Y. G., & Agudelo, C. I. (2019). Resolución de problemas con tecnología en un ambiente de aprendizaje. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 151-165.
- Argianti, A., & Andayani, S. (2021). The effectiveness of the STEM approach assisted by Wolfram Alpha in learning mathematics in terms of motivation and learning independence. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 8(2), 217-230.
- Arsiwalla, X., & Gorard, J. (2021). Pregeometric Spaces from Wolfram Model Rewriting Systems as Homotopy Types. *arxiv*.
- Ayuso, L., Requena, F., Jiménez, O., & Khamis, N. (2020). the Effects of COVID-19 Confinement on the Spanish Family: Adaptation or Change? *Journal of Comparative Family Studies*, 1(3), 274-287.
- Bravo, A., & Suástegui Solórzano, S. (2022). Herramientas Digitales para el Desarrollo de la Motivación en el Aprendizaje de Matemática del Nivel Básico Superior. *Polo del Conocimiento*, 7(6), 372-397.
- Campuzano, M., & Crisanto, T. (2022). Learning Analytic Geometry with the aid of Wolfram Alpha. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 7(1), 722-727.
- Castaño, E., Castro, J., Ojeda, A., & Ozuna, D. (2021). Estrategia Heurística de Pólya con mediación de Moodle para el fortalecimiento de la competencia de resolución de problemas en contextos numéricos y geométricos. Tesis de Maestría, Universidad de Cartagena, Cartagena.
- Criollo, S. (2022). Herramientas digitales para el fortalecimiento de las matemáticas de los estudiantes del sexto C de la Escuela de EGB Manuela Cañizares, año lectivo 2020-2021. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca.
- Dalinger, V., & Dautov, A. (2019). The education teaching mathematics using information and communication technologies as a means of. *Bulletin of the Siberian Institute of Business and Information Technology*, 2(30), 11-15.

- Dewi, G., Nizaruddin, & Murtianto, Y. (2022). Development of rocky e-module wolfram mathematica to improve students' critical thinking skills. *Phenomenon : Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 242-254.
- Diva, S., & Purwaningrum, P. (2023). Strategi Mathematical Habits of Mind Berbantuan Wolfram Alpha untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa dalam Menyelesaikan Bangun Datar. *Plusminus: Jurnal Pendidikan Matematika*, 3(1), 15-28.
- Elisondo, R. C., & de la Barrera, M. L. (2022). Pandemia y experiencias de aprendizaje en escuelas secundarias de Río Cuarto. *Cuadernos De Investigación Educativa*, 13(1), 174.
- Fortin, C., Ignatiev, S., & Voronina, M. (2021). Wolfram Mathematica as applied to the interactive visualisation of descriptive geometry problems. *Global Journal of Engineering Education*, 23(1), 37-42.
- Jiménez, D. A. (2018). Herramientas Digitales para la Enseñanza de las Matemáticas en la Educación Básica y Superior. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 3(25).
- López, E., & Vilchez, E. (2019). Tabu search method for combinatorial optimization supported with wolfram mathematica software. *revista de matemática: teoría y aplicaciones*, 26(1), 99-114.
- Macías, M., Caro, E. O., & Fernández, F. (2022). Las mediaciones TIC en la resolución de problemas matemáticos, un abordaje documental. *Revista Gestión y Desarrollo Libre*, 7(4).
- Maroto, S. A. (2021). Oportunidades digitales educativas a raíz del COVID-19: Del escape room al BreakOut online. *e-publica*, (29), 27-57.
- Montoya, S., & Prada, D. (2019). The importance of conceptualization in the use of Wolfram Mathematica 10 for a course in differential calculus. *Journal of Physics: Conference Series*, 1-5.
- Mukhanov, S., & Mukhanova, A. (2019). Using the Wolfram—Alpha service in modeling probabilistic experiments. *Modern teacher education*(2), 66-69.
- Muñoz, M., & Porras, M. (2018). Wolfram alpha, geogebra y derive como integrantes de la formación stem. *Centro de investigaciones UTEMACH*, 2(1), 41-53.
- Musyrifah, E., Rabbani, H., Sobiruddin, & Khairunnis. (2021). Development of wolfram mathematica application-assisted. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Muyassar, M., & Harahap, E. (2020). Arithmetic Learning Using Wolfram Alpha Application. *Jurnal Matematika*, 25-32.
- Myroniuk, L. P., & Roiko, L. L. (2020). wolfram—alpha as a tool for optimizing the learning process of the course "higher mathematics. *Scientific journal Computer-integrated technologies: education, science, production*", 58-63.
- Nurcahyo, A., Ishartono, N., & Arif Sudibyo, N. (2020). Implementasi pembelajaran interaktif kalkulus dengan wolfram cdf player pada kelas semu schoolology. *Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 9(4), 883-893.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D. Mayo-Wilso. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799.
- Palencia, F., & García, C. (2019). Un curso de Cálculo con Wolfram Alpha. *Pi-InnovaMath*.
- Razali, M. (2022). Utilizing Wolfram Alpha in Learning to Teach Mathematics. *Jurnal Penelitian*, 2(4), 199-209.
- Říhová, v., Jílková, & Wossala, J. (2020). International days of science 2020. wolfram alpha in mathematics and economics, (págs. 156-172).
- Salazar-Álvarez, E., Yungán-Cazar, J., Borja -Mayorga, D., & Villacrés-Sampedro, J. (2022). Utilización de aplicaciones software como herramienta de una metodología activa en la enseñanza de la matemática. *Polo del conocimiento*, 7(7), 329-348.
- Seidametova, Z. (2020). Combining Programming and Mathematics Through Computer Simulation Problems. *ceur-ws.org*, 27(32), 1-12.
- Semanate, S., & Robayo, J. (2021). Estrategia didáctica basada en TIC para mejorar el desempeño académico en el área de matemática. *Episteme Koinonia*, 4(8), 388-400.
- Shaziayani, W., Rosly, W., Sarimah, S., & Abdullah, S. (2020). The uses of Wolfram Alpha in Mathematics. *Teaching and Learning in Higher Education*, 1, 96-103.
- Solorzano, L., Choez, C., Castillo, J., C, C., & Macias, A. (2023). Breaking down barriers in mathematics teaching: how applications and technologies can improve academic performance and student confidence. *Revista Científica Multidisciplinar G-ner@ndo*, 4(1), 888-911.

Sunaryo, Y. (2020). Mathematical Representation Ability Through Problem-Based Learning Assisted by Wolfram Mathematica Software. *JNPM (Jurnal Nasional Pendidikan Matematika)*, 4(1), 85-94.

Taranchuk, V., & Savionok, V. (2023). Examples of Integrating Wolfram Mathematica Tools into OSTIS Applications. *OTIS*, 225-236.

Trifunov, Z., Zenku, L., & usufi-Zenku, T. (2021). Application of Newton's Backward Interpolation Using Wolfram Mathematica. *International Journal of Mathematics Trends and Technology*, 67(2), 53-56.

Vilchez, E. (2019). Estudio de caso: Estrategia de enseñanza y aprendizaje asistida por computadora para un curso de matemática discreta a través del uso del paquete VilCretas en el software Wolfram Mathematica. *Revista Electrónica Educare*, 23(2), 1-25.

WolframCloud. (2021). Wolfram Cloud.

Wrigley, C., Mosely, G., & Tomitsch, M. (2018). Design Thinking Education: A Comparison of Massive Open Online Courses. *She J*, 275-292.

Zaldúa, H. S. (2018). El Uso De Herramientas Digitales Matemáticas - San Joaquín - La Mesa. Universidad Externado de Colombia.

Zolotariov, D. (2021). The mechanism for creation of event-driven applications based on wolfram mathematica and apache kafka. *Innovative technologies and scientific solutions for industries*, 1(15), 53-58.