



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica de Loja

**FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, EDUCACIÓN Y
HUMANIDADES**

**CARRERA DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN MENCIÓN
FÍSICO MATEMÁTICAS**

**Integración de Photomath como herramienta innovadora y
agente dinamizador en la simplificación y resolución de
expresiones algebraicas en la educación básica**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de:

**LICENCIADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
MENCIÓN FÍSICO MATEMÁTICAS**

Autor: Araujo Ochoa, Adrián Xavier

Directora: Andrade Pazmiño Elsa Geovany

CUENCA

2025



Esta versión digital, ha sido acreditada bajo la licencia Creative Commons 4.0, CC BY-NC-SA: Reconocimiento-No comercial-Compartir igual; la cual permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra, mientras se reconozca la autoría original, no se utilice con fines comerciales y se permiten obras derivadas, siempre que mantenga la misma licencia al ser divulgada. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>

2025

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Loja, 01 de abril de 2025

Magister

José Edmundo Sánchez Romero

Director de Ciencias de la Educación Físico Matemático

Ciudad. -

De mi consideración:

Me permito comunicar que, en calidad de director del presente Trabajo de Integración Curricular denominado: Integración de Photomath como herramienta innovadora y agente dinamizador en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas en la educación básica realizado por Adrián Xavier Araujo Ochoa ha sido orientado y revisado durante su ejecución, así mismo ha sido verificado a través de la herramienta de similitud académica institucional, y cuenta con un porcentaje de coincidencia aceptable. En virtud de ello, y por considerar que el mismo cumple con todos los parámetros establecidos por la Universidad, doy mi aprobación a fin de continuar con el proceso académico correspondiente.

Particular que comunico para los fines pertinentes.

Atentamente,

Director: Elsa Geovany Andrade Pazmiño. Mg

C.I.: 1705709077

Correo electrónico: egandrade2@utpl.edu.ec

Declaración de autoría y cesión de derechos

Yo, Adrián Xavier Araujo Ochoa, declaro y acepto en forma expresa lo siguiente:

Ser autor del Trabajo de Integración Curricular denominado: Integración de Photomath como herramienta innovadora y agente dinamizador en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas en la educación básica, de la carrera en Ciencias de la Educación mención Físico Matemático, específicamente de los contenidos comprendidos en: Dedicatoria, Agradecimiento, Índice de contenidos, Resumen, Abstract, Introducción, Capítulo 1. Marco teórico, análisis de artículos, Capítulo 2. Metodología de la investigación, Capítulo 3. Análisis y discusión de resultados, propuesta de Artículo, Conclusiones y Recomendaciones, siendo, directora del presente trabajo; también declaro que la presente investigación no vulnera derechos de terceros ni utiliza fraudulentamente obras preexistentes. Además, ratifico que las ideas, criterios, opiniones, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad. Eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones judiciales o administrativas, en relación a la propiedad intelectual de este trabajo.

Que la presente obra, producto de mis actividades académicas y de investigación, forma parte del patrimonio de la Universidad Técnica Particular de Loja, de conformidad con el artículo 20, literal j), de la Ley Orgánica de Educación Superior; y, artículo 91 del Estatuto Orgánico de la UTP, que establece: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”, en tal virtud, cedo a favor de la Universidad Técnica Particular de Loja la titularidad de los derechos patrimoniales que me corresponden en calidad de autor/a, de forma incondicional, completa, exclusiva y por todo el tiempo de su vigencia.

La Universidad Técnica Particular de Loja queda facultada para ingresar el presente trabajo al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública, en cumplimiento del artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

.....

Autor: Adrián Xavier Araujo Ochoa

C.I.: 0104647656

Correo electrónico: axao_12@hotmail.com

Dedicatoria

Dedico el siguiente trabajo, primeramente, a Dios, que con su sabiduría supo entregarme las herramientas necesarias para la elaboración de este proyecto. A mi esposa que por su apoyo y comprensión me dio el empujón necesario para superarme siempre. A mis padres por enseñarme que para salir adelante en el mundo depende nada más de mí. A mis hermanos que con sus consejos se logró mejorar en gran medida la calidad de este trabajo.

Agradecimiento

Para llegar hasta aquí y cumplir este anhelado sueño de culminar mi carrera han intervenido varias personas que con sus ganas de ayudar han sido partícipes paso a paso en el camino y culminación de este grandioso recorrido, a mi esposa que día a día ha estado impulsándome y evitando que decaiga, a mis padres que han sido una gran fuente de inspiración y motivación, a mis hermanos que con su ejemplo y buenos consejos me han tendido la mano en los momentos más difíciles de mi carrera, a mi cuñado Javier, que me ayudó en esta investigación, y a la Universidad Técnica Particular de Loja por haberme otorgado la gran oportunidad de haber estudiado en tan prestigiosa institución.

Índice de contenido

Aprobación del director del Trabajo de Integración Curricular	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria	V
Agradecimiento	VI
Índice de contenido	VII
Resumen	1
Abstract.....	2
Introducción.....	3
Capítulo uno	5
Marco teórico.....	5
1.1 Expresiones algebraicas.....	5
1.1.1 <i>Definición</i>	5
1.1.2 <i>Importancia de las expresiones algebraicas</i>	6
1.1.3 <i>Características de las expresiones algebraicas</i>	6
1.1.4 <i>Métodos de resolución</i>	7
1.2 Educación y tecnología	8
1.2.1 <i>Avance de la tecnología en la educación</i>	9
1.2.2 <i>Cambios en la educación a causa del COVID - 19</i>	10
1.2.3 <i>Los docentes y las nuevas tecnologías</i>	10
1.2.4 <i>El buen uso de las herramientas tecnológicas educativas</i>	11
1.3 Photomath	12
Capítulo dos.....	14
Metodología	14
2.1 Objetivos y pregunta de investigación	14
2.1.1 <i>objetivo general</i>	14
2.1.2 <i>objetivos específicos</i>	14
2.1.3 <i>Pregunta de investigación</i>	14

2.2	Diseño de investigación.....	14
2.3	Métodos.....	15
2.3.1	<i>Método inductivo</i>	15
2.3.2	<i>Método deductivo</i>	16
2.3.3	<i>Método analítico</i>.....	16
2.3.4	<i>Método hermenêutico</i>.....	16
2.3.5	<i>Método análisis de expertos</i>	16
2.4	<i>Técnicas</i>.....	17
2.4.1	<i>Técnicas bibliográficas</i>.....	17
2.4.2	<i>Paráfrasis</i>.....	17
2.5	<i>Procedimiento</i>	17
	Capítulo tres	20
	Análisis de resultados	20
3.1	Validez y confiabilidad.....	20
3.2	Análisis de resultados	22
	Conclusiones.....	47
	Recomendaciones.....	49
	Referencias	50

Índice de tablas

Tabla 1. Destrezas básicas imprescindibles relacionadas a los contenidos de Álgebra y Funciones.	24
Tabla 2. Destrezas básicas deseables relacionadas a los contenidos de Álgebra y Funciones.	27
Tabla 3. Rúbrica de evaluación relacionada a los números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones.....	29
Tabla 4. Rúbrica de evaluación relacionada a los números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones.....	32
Tabla 5. Rúbrica de evaluación relacionada a los números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones.....	36
Tabla 6. Resultados de las evaluaciones del criterio 1 sin el uso del software Photomath en el grupo de expertos.	41
Tabla 7. Resultados de las evaluaciones del criterio 1 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos.	41
Tabla 8. Resultados de las evaluaciones del criterio 1 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos.	42
Tabla 9. Resultados de las evaluaciones del criterio 2 sin el uso del software Photomath en el grupo de expertos.	42
Tabla 10. Resultados de las evaluaciones del criterio 2 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos.....	42
Tabla 11. Resultados de las evaluaciones del criterio 2 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos.....	43
Tabla 12. Resultados de las evaluaciones del criterio 3 sin el uso del software Photomath en el grupo de expertos.	44
Tabla 13. Resultados de las evaluaciones del criterio 3 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos.....	44

Tabla 14. Resultados de las evaluaciones del criterio 3 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos.....	45
---	-----------

Índice de figuras

Figura 1. Estadística de investigaciones relacionadas a la resolución de problemas algebraicos soportados por software.....	20
Figura 2. Investigaciones relacionadas al uso de software en la resolución de problemas algebraicos por área del conocimiento	21
Figura 3. Tipos de documentos relacionados a la búsqueda de resolución de ejercicios algebraicos mediante Photomath.	21
Figura 4. Contenidos del componente de álgebra y funciones dentro de Matemáticas	22
Figura 5. Contenidos del componente de Geometría y medida dentro de Matemáticas	22
Figura 6. Contenidos del componente de Estadística y probabilidad dentro de Matemáticas.....	23
Figura 7. Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 1	29
Figura 8. Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 2	32
Figura 9. Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 3	35

Resumen

En busca de mejorar la educación de los niños, niñas y jóvenes, la tecnología es una de las mejores herramientas en la actualidad para cumplir la misión de enseñar. Debido a la pandemia generada por el COVID-19, todos los centros educativos, ya sea públicos, privados, fiscomisionales, etc. se vieron en la necesidad de incorporar herramientas informáticas para los procesos de enseñanza – aprendizaje, por lo que, como objetivo principal se busca incorporar el software Photomath dentro del proceso de resolución de expresiones algebraicas. Se analizan las destrezas generales y deseables y se agrupan en tres criterios, se plantea un grupo de 13 preguntas con un tiempo estimado de 3 minutos cada uno, y mediante un análisis de expertos, se desarrolla el instrumento de evaluación, posteriormente se realiza un análisis del alfa de Cronbach para ver la correlación de las destrezas en los criterios. Se consigue que, con el uso del software photomath permite un incremento del 8,55% en los resultados de aprendizaje.

Palabras clave: Photomath, educación básica, tecnología, expresiones algebraicas, destrezas.

Abstract

Technology is one of the best tools today to improve the education of our children and young people to fulfill the mission of teaching. Due to the pandemic generated by COVID-19, all educational centers, whether public, private, fiscal, etc., saw the need to incorporate computer tools for the teaching-learning processes, so, as the main objective, it is sought to integrate the Photomath software within the program. The general and desirable skills are analyzed and grouped into three criteria; a group of 13 questions is asked with an estimated time of 3 minutes each, and through expert analysis, the evaluation instrument is developed. Subsequently, an analysis is carried out using Cronbach's alpha to see the correlation of skills in the criteria. It is achieved that the use of the photomath software allows an increase of 8.55% in learning results.

Keywords: Photomath, basic education, technology, algebraic expressions, skills.

Introducción

Las herramientas tecnológicas en la actualidad han convertido la forma en la que se realiza la práctica educativa. A medida que la tecnología avanza, los canales y formas en la que la información se transmite también, por lo que estos medios se transforman en grandes herramientas para la educación. La integración de aplicaciones como herramientas innovadoras han marcado un hito significativo en el proceso de enseñanza de las matemáticas. Photomath utiliza la cámara de un dispositivo móvil para escanear y resolver problemas matemáticos complejos, lo que ha transformado la manera en que los estudiantes abordan y comprenden conceptos algebraicos. Con esta aplicación estimulamos el enfoque práctico y dinámico del aprendizaje matemático, dado que al proporcionar soluciones paso a paso junto con explicaciones detalladas de los procesos el estudiante tiene varias opciones y caminos de desarrollar cualquier ejercicio planteado.

Este trabajo pretende verificar que Photomath como aplicación en el campo matemático ayuda al desarrollo del aprendizaje y desempeño del estudiante, de manera precisa, para lo que busca fortalecer el conocimiento si se usa de manera adecuada.

Por otro lado, se debe tener presente que parte fundamental de este trabajo es la colaboración de los estudiantes al usar de forma correcta la herramienta, que el uso correcto de esta, aparte de poder ser una ayuda valiosa para el aprendizaje de las expresiones algebraicas, también ayudará para que al momento de la experimentación y análisis de los datos obtenidos sean resultados reales.

A futuro la integración de herramientas tecnológicas, como es el caso de Photomath, se dará en varias metodologías de trabajo, ya que el fin de todas estas aplicaciones es que las personas las usen como una herramienta adicional a la enseñanza tradicional en el aula.

Esta investigación está estructurada en tres capítulos: El primer capítulo contiene el marco teórico, en donde se indica información relevante sobre las

expresiones algebraicas, las herramientas tecnológicas y sobre la aplicación Photomath; toda esta información recopilada de varios artículos científicos y libros referentes a educación en el área de las matemáticas. El segundo capítulo muestra la manera en la que se desarrollará la investigación siendo el método cualitativo y cuantitativo el escogido, ya que este permitirá relacionar la parte teórica con la práctica y de este modo responder a los objetivos y a preguntas de investigación de una manera precisa y eficaz. Por último, en el tercer capítulo se realizará las respectivas conclusiones y recomendaciones obtenidas mediante los datos de la experimentación realizada en este trabajo.

Por último, cabe recalcar la importancia de este trabajo para la Universidad Técnica Particular de Loja y la institución educativa donde se realizará la investigación, ya que lo que se desea conseguir son datos para mejorar el sistema de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes en el área de las Matemáticas.

Capítulo uno

Marco teórico

1.1 Expresiones algebraicas

1.1.1 *Definición*

Definir a las expresiones algebraicas es una complicada misión, ya que cada matemático en el planeta puede darle una distinta conceptualización. Según Aguilar Márquez (2015), las expresiones algebraicas son combinaciones de números reales y letras o variables, que representan un número.

En álgebra el uso de letras es muy común, se usan para la representación de cantidades que se desconoce o desea hallar, cuando una expresión está dada solo por números se llama expresión numérica, a lo contrario si se expresa en forma de combinación de variables, números y signos de operación la llamamos expresión algebraica (Bello, 2009).

Además Ocaña Gómez y Pérez Ruiz (2011), indican que las expresiones algebraicas fueron usadas por civilizaciones antiguas, de una forma muy básica; en la edad media los matemáticos árabes utilizaban la letra x para denotar las potencias de funciones y para el siglo XVI se dio un importante avance en el álgebra, ya que fue el momento en que los matemáticos decidieron usar simbología para las operaciones, potencias algebraicas y las incógnitas.

Asimismo señala Bautista-Pérez (2021), las expresiones algebraicas constituyen el cimiento del pensamiento matemático avanzado. Estas representaciones simbólicas son la puerta de entrada a la resolución de problemas complejos en diversas áreas, desde la física y la ingeniería hasta la economía y la informática. La comprensión de este tema es crucial, ya que proporciona el conocimiento necesario para modelar situaciones del mundo real y resolver incógnitas fundamentales.

Por otro lado, para Acosta (2018), el aprendizaje sólido de las expresiones algebraicas capacita a las mentes jóvenes para analizar, simplificar y resolver problemas con un sistema lógico, fomentando habilidades críticas de razonamiento y abstracción que son indudablemente necesarias para la vida cotidiana y en la toma de decisiones informadas.

1.1.2 Importancia de las expresiones algebraicas

Para comprender la importancia del tema (Duval, s. f.), señala que Dominar las expresiones algebraicas, y en general el álgebra, implica comprender el lenguaje matemático que subyace en muchos fenómenos naturales y sistemas complejos. Estas expresiones permiten no solo describir, sino también predecir y controlar el comportamiento de variables desconocidas en diversas situaciones.

En ciencias físicas, las ecuaciones algebraicas son la base para entender el movimiento de objetos en el espacio, mientras que en economía, ayudan a modelar y comprender fenómenos complejos como el crecimiento económico o la variación en los precios. La habilidad de traducir problemas reales a términos algebraicos y viceversa es una destreza invaluable, impulsando la innovación y el progreso en todas las disciplinas (Suaréz José, 2015).

Comprender cómo manipular y trabajar con expresiones algebraicas es la llave para desbloquear oportunidades en carreras técnicas, ingenierías y carreras afines a las finanzas y economía, ya que proporciona las bases para comprender algoritmos, analizar datos y resolver problemas complejos en el mundo moderno. El dominio de las expresiones algebraicas no solo es valioso, sino que también es un habilitador fundamental para el éxito en un panorama cada vez más impulsado por la ciencia y la tecnología (Rincón Hernández, 2014).

1.1.3 Características de las expresiones algebraicas.

Las expresiones algebraicas tienen varias características distintivas que definen su naturaleza y forma. Para Baldor (2008), algunas de las características principales son:

- **Variables:** Las expresiones algebraicas contienen variables, que son símbolos o letras que representan cantidades desconocidas o variables. Estas variables pueden ser representadas por cualquier letra del alfabeto.
- **Constantes:** Además de las variables, las expresiones algebraicas pueden contener constantes, que son números específicos o coeficientes que no cambian de valor.

- Operaciones matemáticas: Las expresiones algebraicas están compuestas por operaciones matemáticas como suma, resta, multiplicación, división, potenciación y radicación. Estas operaciones se aplican a las variables y constantes presentes en la expresión.
- Términos: Las expresiones algebraicas se componen de términos, que son combinaciones de variables, constantes y operaciones. Cada término está separado por signos de suma o resta.
- Grados y exponentes: Los términos pueden tener grados o exponentes que indican la potencia a la que se elevan las variables. Por ejemplo, un término con una variable elevada al cuadrado tiene un grado o exponente de 2.
- Polinomios: Las expresiones algebraicas pueden estar compuestas por múltiples términos, organizados en polinomios, que son sumas o restas de varios términos algebraicos.
- Simplificación y resolución: Las expresiones algebraicas pueden simplificarse utilizando diferentes técnicas algebraicas como factorización, reducción de términos semejantes o aplicación de identidades algebraicas. Además, pueden resolverse para encontrar valores específicos de las variables en ecuaciones.

Estas características definen las expresiones algebraicas y proporcionan las bases para manipular y resolver problemas matemáticos en el ámbito algebraico.

1.1.4 Métodos de resolución

Para cada matemático, habrá herramientas preferidas para la resolución de las expresiones algebraicas, pero como indica Arzate Cabrera (2015), existen varios métodos para resolver y simplificar expresiones algebraicas. No existe una regla específica para dar solución a todas, ya que, para cada caso, se podría utilizar tranquilamente dos o más métodos de resolución, pero algunos de los más comunes incluyen:

- Orden de operaciones (jerarquía): Este método establece el orden en el que se deben realizar las operaciones matemáticas: Paréntesis, Exponentes, Multiplicación y

División (de izquierda a derecha), y Suma y Resta (de izquierda a derecha). Siguiendo este orden, se simplifican las expresiones, realizando las operaciones paso a paso.

- Factorización: Consiste en descomponer una expresión en factores que pueden ser simplificados. Esto implica buscar los factores comunes y factorizar términos con el objetivo de simplificar la expresión.
- Reducción de términos semejantes: Cuando hay términos con las mismas variables elevadas a los mismos exponentes, se pueden combinar o reducir para simplificar la expresión.
- Usar identidades algebraicas: Emplear identidades notables, como las identidades trigonométricas, identidades de ángulo doble, identidades de cuadrado perfecto, entre otras, para simplificar la expresión algebraica.
- Resolver ecuaciones: Si la expresión contiene una ecuación, se pueden aplicar métodos para despejar la incógnita y encontrar su valor, lo que simplificará la expresión original.

Estos métodos se utilizan de manera combinada y a menudo requieren conocimiento de reglas algebraicas y manipulación de términos para llegar a una expresión simplificada o una solución.

1.2 Educación y tecnología

La intersección entre educación y tecnología define el rumbo del aprendizaje en la era moderna. Para Valdés, (2019), la tecnología ha transformado radicalmente la forma en que se accede, comparte y procesa información, revolucionando las aulas y el proceso educativo en su conjunto. En la actualidad es de lo más normal tener a la mano un smartphone, Tablet o computadora portátil, por lo cual la tecnología se ha transformado en un instrumento indudable en nuestro día a día.

La integración de herramientas tecnológicas en la enseñanza no solo potencia la accesibilidad al conocimiento, sino que también promueve la colaboración, la personalización del aprendizaje y el desarrollo de habilidades necesarias para el siglo XXI, preparando a las

generaciones venideras para un mundo cada vez más interconectado y digitalizado (Araya, s. f.).

Según Sánchez Pachas (2020), previo a la pandemia por COVID-19, las herramientas tecnológicas en educación tenían un alcance limitado entre los estudiantes. Sin embargo, tras varios meses de confinamiento en casa, la integración de la tecnología en la educación se produjo de manera acelerada. Este cambio rápido llevó a muchos estudiantes a adquirir conocimientos de forma autónoma, que previamente se obtenían en el entorno presencial del aula.

1.2.1 Avance de la tecnología en la educación

El avance de la tecnología en la educación ha revolucionado la manera en que se enseña y aprende. Herramientas como las pizarras digitales interactivas han transformado las aulas, permitiendo una presentación más dinámica y visual de conceptos complejos. Plataformas de aprendizaje en línea, como Coursera o Khan Academy, han democratizado el acceso a la educación superior, brindando cursos de alta calidad a nivel mundial (Revelo Rosero, 2018).

En los últimos años las herramientas tecnológicas se convirtieron en pilares fundamentales para mantener la continuidad educativa. Para Pabón (2020), plataformas de videoconferencia como Zoom o Google Meet permitieron la conexión directa entre estudiantes y profesores, posibilitando clases virtuales en tiempo real y ayudando a minimizar la falta de la interacción física entre ambas partes.

Asimismo Mendoza Castillo (1970), indica que el acceso a recursos educativos en línea se expandió considerablemente, ofreciendo a estudiantes y docentes una amplia gama de materiales, desde libros digitales hasta tutoriales interactivos. Esta transición forzada hacia la educación en línea impulsó la innovación, incentivando el desarrollo de nuevas herramientas y métodos de enseñanza que han perdurado más allá de la crisis, ampliando así las oportunidades de aprendizaje y la flexibilidad en la educación.

1.2.2 Cambios en la educación a causa del COVID - 19

Según Sandoval (2020), la transición de los profesores de la educación tradicional al uso de herramientas educativas representó un desafío significativo, pero también una oportunidad transformadora. En muchos casos, implicó un cambio de paradigma, alejándose de los métodos convencionales de enseñanza hacia un enfoque más interactivo y tecnológico.

Para muchos educadores, esta transición requería un proceso de aprendizaje continuo, adaptación y exploración de nuevas herramientas digitales, así como el desarrollo de habilidades tecnológicas que quizás no habían sido una prioridad en su formación inicial. Sin embargo, a medida que abrazaban estas nuevas herramientas, los profesores descubrieron la capacidad de enriquecer sus lecciones, personalizar el aprendizaje para los estudiantes y ampliar el acceso a recursos educativos de alta calidad (Robles Ortega et al., 2022).

La transición no fue simplemente técnica, sino también pedagógica, exigiendo a los docentes repensar su enfoque didáctico para integrar de manera efectiva estas innovaciones en su práctica educativa cotidiana. Para Mendoza Chavarria et al., (2022) esta evolución no solo fortaleció las habilidades de los profesores, sino que también benefició a los estudiantes al ofrecerles un entorno de aprendizaje más dinámico, colaborativo y adaptado a las demandas del siglo XXI.

1.2.3 Los docentes y las nuevas tecnologías.

La interacción entre las herramientas educativas y los docentes constituye un vínculo crucial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si bien, Roa Becerra (2013). Indica que las herramientas tecnológicas ofrecen una amplia gama de recursos y posibilidades, es la habilidad y visión del docente la que da forma y sentido a su aplicación en el aula. Los docentes actúan como guías expertos que seleccionan, adaptan y emplean estas herramientas de manera estratégica para enriquecer la experiencia educativa, personalizando el aprendizaje y fomentando la participación activa de los estudiantes.

El papel del docente no solo radica en dominar estas herramientas, sino también en entender cómo integrarlas de manera efectiva para maximizar su potencial, motivar el aprendizaje autónomo y cultivar habilidades críticas en los estudiantes, asegurando así un

entorno educativo dinámico y en constante evolución, asegurando también el uso correcto de las mismas para que el uso correcto sea guiado hacia resultados positivos (Arroyo & Cid, 2013).

1.2.4 El buen uso de las herramientas tecnológicas educativas.

En la actualidad, la tecnología ha dado saltos impresionantes, con relación a esto González González (2020), indica que con las herramientas educativas, los estudiantes que aprovechan adecuadamente las herramientas educativas no solo adquieren conocimiento, sino que también cultivan habilidades para resolver problemas, comunicarse eficazmente y adaptarse a un entorno cambiante, preparándose así para un futuro en el que la capacidad de utilizar la tecnología de manera inteligente y ética es esencial.

La seguridad en el uso de dispositivos electrónicos por parte de los jóvenes en el ámbito de las herramientas educativas es una preocupación primordial en el entorno digital actual. El buen uso de estas herramientas les brinda la oportunidad de acceder a un vasto universo de recursos, fomentando la investigación independiente, la colaboración y la creatividad. Sin embargo, la clave reside en no solo dominar la tecnología, sino también en desarrollar habilidades críticas para discernir, evaluar y aplicar la información obtenida. Esto implica no solo consumir contenido, sino también cuestionarlo, analizarlo y sintetizarlo de manera reflexiva (Macías Ferrer, 2007).

Así como indica Pinargote-Baque & Cevallos-Cedeño (2020), a medida que los estudiantes utilizan cada vez más dispositivos y plataformas tecnológicas para su educación, es crucial inculcar desde temprana edad prácticas de seguridad informática. Esto implica enseñarles sobre la importancia de contraseñas sólidas, la identificación de posibles riesgos en línea, la protección de su información personal y la conciencia sobre el manejo responsable de datos.

Los jóvenes deben comprender los peligros potenciales de compartir información sensible en entornos no seguros, así como aprender a discernir entre fuentes confiables y contenido no verificado en línea. La educación sobre seguridad digital no solo les proporciona las herramientas para protegerse a sí mismos, sino que también les capacita para ser

ciudadanos digitales responsables y éticos en un mundo cada vez más interconectado (Catalina-García et al., 2014).

1.3 Photomath

Según la página oficial de la aplicación Photomath (2022), es una aplicación móvil innovadora que brinda una forma interactiva y accesible de abordar problemas matemáticos complejos. Al utilizar la cámara de un dispositivo móvil, la aplicación permite a los usuarios escanear problemas matemáticos escritos a mano o impresos, ofreciendo soluciones paso a paso e incluso explicaciones detalladas del proceso para resolverlos. Esta herramienta no solo resuelve ecuaciones, sino que también abarca una amplia gama de conceptos matemáticos, incluyendo álgebra, trigonometría, cálculo y estadística.

Además Barrera (2019). Indica que la aplicación Photomath sirve como un recurso educativo complementario valioso y que genera motivación en el estudiante, ya que no reemplaza la enseñanza tradicional, sino que la fortalece al ofrecer a los estudiantes una herramienta para resolver problemas de manera independiente y reforzar lo aprendido en el aula.

Asimismo Martínez Luz (2022) señala que es una herramienta versátil que puede adaptarse a diferentes estilos de aprendizaje, permitiendo a los usuarios avanzar a su propio ritmo y practicar conceptos específicos según sus necesidades. Además, Photomath funciona aún sin conexión a Internet, proporcionando retroalimentación inmediata y la oportunidad de identificar áreas de mejora. En resumen, esta aplicación no solo facilita la resolución de problemas matemáticos, sino que también empodera a los estudiantes al brindarles una herramienta interactiva y práctica para fortalecer su comprensión y habilidades matemáticas.

En su tesis Moya León, (2018). Nos indica que Photomath ofrece una gama amplia de ventajas y herramientas que la convierten en una aplicación notoria para el aprendizaje de las matemáticas. Su función principal es escanear problemas matemáticos, proporcionando soluciones paso a paso junto con explicaciones del proceso. Esta aplicación abarca una variedad de conceptos matemáticos, desde álgebra hasta cálculo, con temas específicos en: operaciones con números reales, expresiones algebraicas, ecuaciones, desigualdades,

solución de sistemas, derivadas, integrales, trigonometría y graficación de funciones elementales, ofreciendo una comprensión más profunda de la resolución de los mismos.

Capítulo dos

Metodología

2.1 Objetivos y pregunta de investigación

2.1.1 objetivo general

Evaluar la integración de PhotoMath como herramienta innovadora y agente dinamizador en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas en la educación básica superior.

2.1.2 objetivos específicos

Analizar la situación actual de las metodologías de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de educación básica superior relacionada a la simplificación y resolución de expresiones algebraicas.

Incorporar el uso de la herramienta PhotoMath en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas.

Establecer el grado de eficiencia del uso de la herramienta PhotoMath en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas.

2.1.3 Pregunta de investigación

¿Photomath ayudará a simplificar y resolver las expresiones algebraicas en la educación básica superior?

2.2 Diseño de investigación

El presente trabajo de titulación adopta el enfoque del paradigma mixto, fusionando métodos cualitativos y cuantitativos. Esta combinación se realiza con el propósito de abordar una interrogante que demanda la utilización de ambas perspectivas para obtener una solución satisfactoria.

En primera instancia, se aplicó el método cuantitativo, al centrarse en datos numéricos, para llevar a cabo una revisión sistemática y ordenada de la bibliografía seleccionada, conforme a la definición de Espinos et al. (2018). Este proceso consistió en una recopilación crítica de publicaciones relacionadas con el problema en estudio, involucrando la selección de un amplio conjunto de artículos relacionados con las interrogantes del tema

de investigación, los cuales fueron sometidos a un análisis exhaustivo y clasificación detallada.

En forma paralela, se adoptó el método cualitativo, orientado a la comprensión de la relación del uso de las nuevas tecnologías con la educación tradicional. Este enfoque se basó en un análisis documental, entendido como la acción de recopilar las ideas más significativas de cada documento, tal como describe Vera et al. (2007). A través de esta técnica, se llevó a cabo un exhaustivo examen de cada artículo, asegurando la selección de aquellos que contribuyen de manera efectiva a la resolución de la interrogante de investigación.

2.3 Métodos

Para el desarrollo del método científico se escogen métodos generales de investigación que son aplicables al ámbito socioeducativo donde se desarrolla la investigación, teniendo en cuenta los temas de estudio propuestos. Para el desarrollo del estudio cualitativo se utiliza de forma principal la investigación documental a través del estudio y recolección de información de fuentes secundarias, presente en documentos que han sido generadas por personas, investigadores o instituciones.

En la obtención de información se utilizó una ecuación de búsqueda para centrarnos en material bibliográfico que sea específicamente centrado en software para aplicación en el ámbito de las Matemáticas. Dado: solving AND software AND algebraic AND expressions AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATH") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Problem Solving") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Algebra"))

En el presente estudio, se emplean los siguientes métodos:

2.3.1 Método inductivo

En este método, se recopilan datos detallados, que permitieron identificar la importancia de las herramientas tecnológicas y en especial de la aplicación Photomath para mejorar la enseñanza – aprendizaje de las matemáticas y en especial a las expresiones algebraicas. Además, podemos obtener situaciones generales de las cuales podemos

obtener las conclusiones respectivas a los objetivos y la respuesta a la pregunta de investigación.

2.3.2 Método deductivo

A partir del método deductivo tomamos ideas generales del cómo intervendrían las herramientas tecnológicas, en el caso particular de Photomath, para mejorar la forma de aprendizaje de las expresiones algebraicas en la educación básica.

2.3.3 Método analítico

El método analítico es una forma de investigación que se centra en descomponer un problema o fenómeno en partes más pequeñas, lo que permite analizar y comprender su funcionamiento a través de un análisis detallado de cada componente. En este caso en particular, nos ayudó a identificar las particularidades de usar herramientas tecnológicas en el estudio de los estudiantes de educación básica.

Mediante el método analítico se logró construir las ideas principales para dar sentido y forma al trabajo de investigación, además ayudó a identificar las partes fuertes y débiles del tema en mención y del investigador, para poder abordarlos.

2.3.4 Método hermenéutico

Mediante la aplicación de la hermenéutica, se procedió al análisis de la documentación recopilada con el propósito de comprender e interpretar la información extraída. Este enfoque permitió establecer relaciones específicas que contribuyeron a concretar las conclusiones en relación con los objetivos planteados. Además, se logró efectuar una depuración de la documentación, descartando aquellos elementos que no resultaban necesarios o no guardaban coherencia con el tema planteado inicialmente. Esta acción resultó fundamental para simplificar la documentación, garantizando que únicamente se incorporara aquella información genuinamente relevante al contexto de estudio.

2.3.5 Método análisis de expertos

Este método permitió levantar información técnica de conocedores de las Matemáticas, tales como docentes físicos; contando con su experticia de varios años en la pedagogía en esta área. Tomando en cuenta las destrezas a comprobar en este trabajo, se

realizó pruebas mediante criterios de evaluación donde el uso de este método fue fundamental para la obtención de información precisa para analizar el software Photomath como herramienta innovadora.

2.4 Técnicas

En cuanto a las técnicas empleadas en el trabajo de investigación tenemos los siguientes:

2.4.1 Técnicas bibliográficas

Esta técnica asegura la identificación precisa de la fuente documental de donde se extrajo la información. Adquiere una potente relevancia, en lo que respecta a la actualización e investigación de métodos de trabajo.

La técnica bibliográfica desempeña un papel prioritario en la investigación, ya que a través de esta metodología se recopila información de fuentes documentales para analizar lo expuesto y resuelto por otros autores. La comparación con realidades actuales busca mejorar las estrategias utilizadas, incorporando información relevante que contribuya y oriente al lector hacia una comprensión más completa del tema.

2.4.2 Paráfrasis

Es una de las estrategias más empleadas para analizar e interpretar los textos recolectados durante la investigación. A través de esta técnica, aseguramos una comprensión más profunda de la información que estamos leyendo. Además, al reformular las investigaciones de otros autores, se nos brinda la oportunidad de presentar sus hallazgos desde la perspectiva del investigador, otorgándole un enfoque único y personalizado a la exposición de ideas en el trabajo de titulación.

2.5 Procedimiento

En el contexto del tema de investigación solicita la integración de herramientas o estrategias metodológicas innovadoras como agente dinamizador del aprendizaje en el área de las matemáticas, se escogió a Photomath como aquella herramienta que nos permita

hacer un estudio profundizado sobre estas aplicaciones y como afectan en el aprendizaje las Expresiones Algebraicas.

Para el desarrollo del trabajo de investigación se desarrolló mediante el análisis de documentación científica, que habla directamente sobre la herramienta tecnológica en estudio, y por medio de la recolección de esta información establecer la mejor metodología para desarrollar el proceso investigativo.

Una vez que se recolectó la información necesaria, tomando en cuenta que al ser estudio de herramientas tecnológicas se buscó la documentación más actualizada posible, con ayuda de fuentes confiables como Google Scholare, Google académico, ERIC y biblioteca UTPL. La información elegida fue la que hablase directamente sobre la relación educación – tecnología y como es su incorporación en los métodos de enseñanza – aprendizaje, aparte se buscó las particularidades de la aplicación Photomath, si ha habido estudios previos de esta aplicación y en que ámbitos habría sido probada.

En la elaboración del primer capítulo, designado como marco teórico y fundamental para el análisis de la información extraída de los documentos bibliográficos seleccionados, se llevó a cabo una exhaustiva revisión y análisis de cada recurso. Este proceso permitió la redacción de un contenido que incorpora las ideas principales del tema, respaldadas por citas parafraseadas de estudios de gran valor, con el propósito de fortalecer la validez y argumentación de la información hallada.

De esta manera, se procede con el capítulo dos, extendiendo el desarrollo del trabajo mediante la precisa definición de objetivos, interrogantes de investigación y la especificación de métodos y técnicas a emplear. La calidad de la información y el conocimiento que obtendremos dependerá directamente de este enfoque, centrándonos en los contextos más relevantes relacionados con la implementación de la aplicación Photomath en el ámbito educativo.

Mientras que, en el desarrollo del capítulo tres se plasmó como el tema de investigación, la integración de las herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las

matemáticas, para lo cual se elaboró un artículo científico en el cual se indica y sustenta la investigación bibliográfica mencionada en párrafos anteriores.

Por último, se procedió a realizar las conclusiones y recomendaciones, donde se detallan los resultados obtenidos del trabajo de investigación y el alcance que dio este en la unidad educativa donde se procedió a realizar la investigación. Además, por medio de las recomendaciones se especificó ciertos mecanismos que la institución educativa puede usar para mejorar en la integración de las aplicaciones y herramientas tecnológicas en los temas referentes al estudio en el área de matemáticas tanto para los estudiantes como para el profesorado.

Capítulo tres

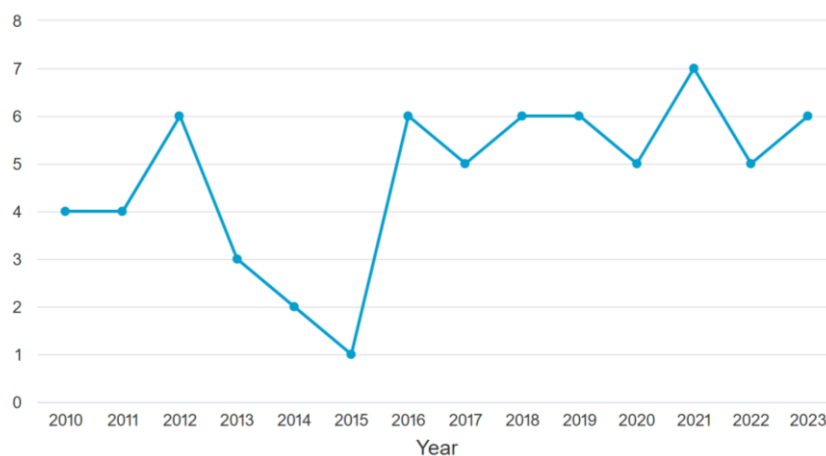
Análisis de resultados

3.1 Validez y confiabilidad

Dentro de la revisión del estado del arte se parte de la siguiente ecuación de búsqueda en las bases de datos científicas: solving AND software AND algebraic AND expressions AND (LIMIT-TO (SUBJAREA , "MATH") OR LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE , "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE , "Spanish")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Problem Solving") OR LIMIT-TO (EXACTKEYWORD , "Algebra")), dándonos que la evolución del tema de investigación en promedio tiene un avance significativo y positivo, por lo que el presente trabajo, con los resultados tendrán un gran interés dentro de la comunidad científica y académica [Figura 1].

Figura 1

Estadística de investigaciones relacionadas a la resolución de problemas algebraicos soportados por software

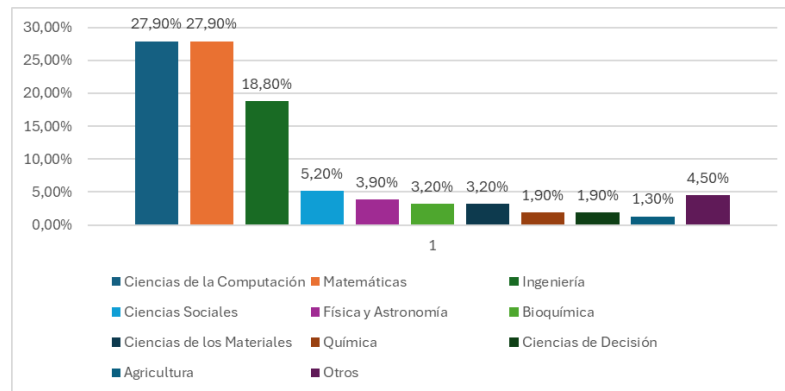


Nota: Esta figura demuestra una pendiente positiva de trabajos relacionados a la resolución de problemas de álgebra mediante el uso de software. Información obtenida con la ecuación de búsqueda en las bases de datos científicas.

De igual manera, dentro del análisis para evidenciar el campo de aplicación, se obtiene que, el uso de software para la resolución de problemas matemáticos está en un 74,6% con las principales áreas de las ciencias de la computación, matemáticas e ingeniería [Figura 2].

Figura 2

Investigaciones relacionadas al uso de software en la resolución de problemas algebraicos por área del conocimiento

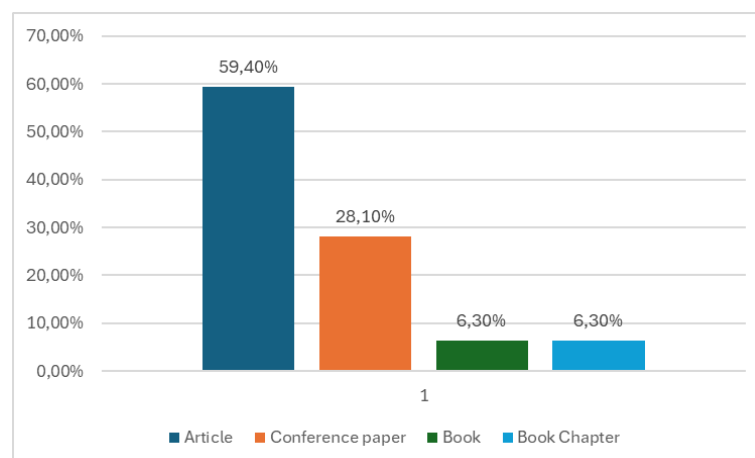


Nota: Esta figura indica los porcentajes del uso del software como herramienta para la solución de problemas algebraicos. Datos obtenidos del filtrado y análisis que ofrecen las bases de datos científicas.

Posterior al análisis previo, se limita la búsqueda en las bases de datos incorporando la palabra Photomath, dando los siguientes resultados [Figura 3]:

Figura 3

Tipos de documentos relacionados a la búsqueda de resolución de ejercicios algebraicos mediante Photomath



Nota: Esta figura se especifica que, para la investigación, se usan datos en su mayoría de artículos científicos, permitiendo trabajar con información actualizada y relevante.

3.2 Análisis de resultados

Una vez establecido las características e importancia de Photomath, se procede en base a las destrezas, mismas que están en un balance entre la capacidad de razonar y la de valorar.

El proceso de enseñanza de matemáticas dentro la Educación General Básica tiene como objetivo desarrollar capacidades y destrezas en los ámbitos del pensamiento, raciocinio, comunicación, plantear y resolver problemas de fenómenos reales, permitiendo al estudiante desarrollar su capacidad de pensamiento.

En el nivel de Educación General Básica, la solución de problemas cotidianos, mediante el uso de la tecnología, se hace cada vez más fácil de entenderlo, logrando que el aprendizaje sea más intuitivo, visual y, en especial, una manipulación directa de las propiedades matemáticas, permitiendo un aprendizaje más reflexivo y lógico de los nuevos conceptos, teoremas y demostraciones.

Dentro de la estructuración del EGB, las Matemática se agrupan en tres bloques curriculares: álgebra y funciones; geometría y medida y, estadística y probabilidad; siendo el primero, el propósito del presente trabajo de investigación.

Figura 4

Contenidos del componente de álgebra y funciones dentro de Matemáticas

Álgebra y funciones	Lógica y conjuntos
	Conjuntos numéricos, operaciones y propiedades, orden y propiedades
	Matrices, sistemas de ecuaciones lineales, R^2 y R^3

Nota. En esta figura se muestra los componentes correspondientes a

Álgebra y funciones en Matemáticas.

Figura 5

Contenidos del componente de Geometría y medida dentro de Matemáticas

Geometría y medida	Lógica y conjuntos
	Conjuntos numéricos, operaciones y propiedades, orden y propiedades
	Polígonos, Círculo, Sólido, Transformaciones
	Medidas

Nota. En esta figura se muestra los componentes correspondientes a Geometría y medida en Matemáticas.

Figura 6

Contenidos del componente de Estadística y probabilidad dentro de Matemáticas

Estadística y probabilidad	Lógica y conjuntos
	Conjuntos numéricos, operaciones y propiedades, orden y propiedades
	Funciones, Funciones reales, Funciones de distribución de probabilidad
	Tratamiento y representación de datos

Nota. En esta figura se muestra los componentes correspondientes a Estadística y probabilidad en Matemáticas.

Ahora, dentro del subnivel Superior de Educación General Básica como resultados de los aprendizajes en el área de matemáticas, los estudiantes deben ser capaces entre otros de (i) Representar y resolver de manera gráfica (utilizando las TIC) y analítica ecuaciones e inecuaciones con una variable; ecuaciones de segundo grado con una variable; y sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas, para aplicarlos en la solución de situaciones concretas; (ii) Aplicar el teorema de Pitágoras para deducir y entender las relaciones trigonométricas (utilizando las TIC) y las fórmulas usadas en el cálculo de perímetros, áreas, volúmenes, ángulos de cuerpos y figuras geométricas, con el propósito de resolver problemas. Argumentar con lógica los procesos empleados para alcanzar un mejor

entendimiento del entorno cultural, social y natural; y fomentar y fortalecer la apropiación y cuidado de los bienes patrimoniales del país; y (iii) Representar, analizar e interpretar datos estadísticos y situaciones probabilísticas con el uso de las TIC, para conocer y comprender mejor el entorno social y económico, con pensamiento crítico y reflexivo, mismos que están relacionados directamente al uso de herramientas tecnológicas, es por eso que se plantea dentro de esta investigación el uso de Photomath para obtener dichos resultados de aprendizaje. Para conseguir dichas destrezas se plantean los siguientes criterios de desempeño entre básicos imprescindibles y básicos deseables:

Tabla 1

Destrezas básicas imprescindibles relacionadas a los contenidos de Álgebra y Funciones

Ítem	Destrezas básicas imprescindibles
D.B.I.1	Reconocer los elementos del conjunto de números enteros Z , ejemplificando situaciones reales en las que se utilizan los números enteros negativos.
D.B.I.2	Establecer relaciones de orden en un conjunto de números enteros, utilizando la recta numérica y la simbología matemática ($=$, $<$, \leq , $>$, \geq).
D.B.I.3	Operar en Z (adición, sustracción, multiplicación) de forma numérica, aplicando el orden de operación.
D.B.I.4	Deducir y aplicar las propiedades algebraicas (adición y multiplicación) de los números enteros en operaciones numéricas.
D.B.I.5	Calcular la potencia de números enteros con exponentes naturales.
D.B.I.6	Expresar enunciados simples en lenguaje matemático (algebraico) para resolver problemas.
D.B.I.7	Aplicar las propiedades algebraicas (adición y multiplicación) de los números enteros en la suma de monomios homogéneos y la multiplicación de términos algebraicos.
D.B.I.8	Resolver ecuaciones de primer grado con una incógnita en Z en la solución de problemas.
D.B.I.9	Resolver inecuaciones de primer grado con una incógnita en Z , de manera analítica, en la solución de ejercicios numéricos y problemas.
D.B.I.10	Reconocer el conjunto de los números racionales Q e identificar sus elementos.

- D.B.I.11** Representar y reconocer los números racionales como un número decimal y/o como una fracción.
- D.B.I.12** Establecer relaciones de orden en un conjunto de números racionales utilizando la recta numérica y la simbología matemática ($=$, $<$, \leq , $>$, \geq).
- D.B.I.13** Operar en \mathbb{Q} (adición y multiplicación) resolviendo ejercicios numéricos.
- D.B.I.14** Aplicar las propiedades algebraicas para la suma y la multiplicación de números racionales en la solución de ejercicios numéricos.
- D.B.I.15** Calcular potencias de números racionales con exponentes enteros.
- D.B.I.16** Resolver ecuaciones de primer grado con una incógnita en \mathbb{Q} en la solución de problemas sencillos.
- D.B.I.17** Resolver inecuaciones de primer grado con una incógnita en \mathbb{Q} de manera algebraica.
- D.B.I.18** Definir y reconocer polinomios de grados 1 y 2.
- D.B.I.19** Operar con polinomios de grado ≤ 2 (adición y producto por escalar) en ejercicios numéricos y algebraicos.
- D.B.I.20** Reconocer el conjunto de los números irracionales e identificar sus elementos.
- D.B.I.21** Reconocer el conjunto de los números reales \mathbb{R} e identificar sus elementos.
- D.B.I.22** Establecer relaciones de orden en un conjunto de números reales utilizando la recta numérica y la simbología matemática ($=$, $<$, \leq , $>$, \geq).
- D.B.I.23** Calcular adiciones y multiplicaciones con números reales y con términos algebraicos aplicando propiedades en \mathbb{R} (propiedad distributiva de la suma con respecto al producto).
- D.B.I.24** Calcular expresiones numéricas y algebraicas usando las operaciones básicas y las propiedades algebraicas en \mathbb{R} .
- D.B.I.25** Reconocer y calcular productos notables e identificar factores de expresiones algebraicas.
- D.B.I.26** Aplicar las potencias de números reales con exponentes enteros para la notación científica.
- D.B.I.27** Resolver ecuaciones de primer grado con una incógnita en \mathbb{R} para resolver problemas sencillos.
- D.B.I.28** Representar un intervalo en \mathbb{R} de manera algebraica y gráfica, y reconocer el intervalo como la solución de una inecuación de primer grado con una incógnita en \mathbb{R} .

- D.B.I.29** Elaborar modelos matemáticos sencillos como funciones en la solución de problemas.
- D.B.I.30** Definir y reconocer funciones lineales en Z , con base en tablas de valores, de formulación algebraica y/o representación gráfica, con o sin el uso de la tecnología.
- D.B.I.31** Reconocer funciones crecientes y decrecientes a partir de su representación gráfica o tabla de valores.
- D.B.I.32** Definir y reconocer una función real identificando sus características: dominio, recorrido, monotonía, cortes con los ejes.
- D.B.I.33** Definir y reconocer una función lineal de manera algebraica y gráfica (con o sin el empleo de la tecnología), e identificar su monotonía a partir de la gráfica o su pendiente.
- D.B.I.34** Representar e interpretar modelos matemáticos con funciones lineales, y resolver problemas.
- D.B.I.35** Reconocer la recta como la solución gráfica de una ecuación lineal con dos incógnitas en R
- D.B.I.36** Reconocer la intersección de dos rectas como la solución gráfica de un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas.
- D.B.I.37** Resolver un sistema de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas de manera algebraica, utilizando los métodos de determinante (Cramer), de igualación, y de eliminación gaussiana.
- D.B.I.38** Resolver y plantear problemas de texto con enunciados que involucren funciones lineales y sistemas de dos ecuaciones lineales con dos incógnitas; e interpretar y juzgar la validez de las soluciones obtenidas dentro del contexto del problema.
- D.B.I.39** Definir y reconocer una función cuadrática de manera algebraica y gráfica, determinando sus características: dominio, recorrido, monotonía, máximos, mínimos y paridad.
- D.B.I.40** Resolver la ecuación de segundo grado con una incógnita de manera analítica (por factoro, completación de cuadrados, fórmula binomial) en la solución de problemas.

Nota. En esta tabla se muestra las Destrezas Básicas Imprescindibles de Álgebra y funciones.

Tabla 2

Destrezas básicas deseables relacionadas a los contenidos de Álgebra y Funciones

Ítem	Destrezas básicas deseables
D.B.D.1	Calcular raíces de números enteros no negativos que intervienen en expresiones matemáticas.
D.B.D.2	Realizar operaciones combinadas en Z aplicando el orden de operación, y verificar resultados utilizando la tecnología.
D.B.D.3	Resolver y plantear problemas de aplicación con enunciados que involucren ecuaciones o inecuaciones de primer grado con una incógnita en Z , e interpretar y juzgar la validez de las soluciones obtenidas dentro del contexto del problema.
D.B.D.4	Calcular raíces de números racionales no negativos en la solución de ejercicios numéricos (con operaciones combinadas) y algebraicos, atendiendo la jerarquía de la operación.
D.B.D.5	Resolver y plantear problemas de aplicación con enunciados que involucren ecuaciones o inecuaciones de primer grado con una incógnita en Q , e interpretar y juzgar la validez de las soluciones obtenidas dentro del contexto del problema.
D.B.D.6	Reescribir polinomios de grado 2 con la multiplicación de polinomios de grado 1.
D.B.D.7	Simplificar expresiones numéricas aplicando las reglas de los radicales.
D.B.D.8	Aproximar números reales a números decimales para resolver problemas.
D.B.D.9	Calcular raíces cuadradas de números reales no negativos y raíces cúbicas de números reales, aplicando las propiedades en R .
D.B.D.10	Reescribir expresiones numéricas o algebraicas con raíces en el denominador utilizando propiedades en R (racionalización).
D.B.D.11	Identificar las raíces como potencias con exponentes racionales para calcular potencias de números reales no negativos con exponentes racionales en R .
D.B.D.12	Resolver de manera geométrica una inecuación lineal con dos incógnitas en el plano cartesiano sombreando la solución.
D.B.D.13	Resolver un sistema de inecuaciones lineales con dos incógnitas de manera gráfica (en el plano) y reconocer la zona común sombreada como solución del sistema.

- D.B.D.14** Calcular el producto cartesiano entre dos conjuntos para definir relaciones binarias (subconjuntos), representándolas con pares ordenados.
- D.B.D.15** Identificar relaciones reflexivas, simétricas, transitivas y de equivalencia sobre un subconjunto del producto cartesiano.
- D.B.D.16** Definir y reconocer funciones de manera algebraica y de manera gráfica, con diagramas de Venn, determinando su dominio y recorrido en Z .
- D.B.D.17** Representar funciones de forma gráfica, con barras, bastones y diagramas circulares, y analizar sus características.
- D.B.D.18** Definir y reconocer funciones potencia con $n=1, 2, 3$, representarlas de manera gráfica e identificar su monotonía.
- D.B.D.19** Reconocer los ceros de la función cuadrática como la solución de la ecuación de segundo grado con una incógnita.
- D.B.D.20** Aplicar las propiedades de las raíces de la ecuación de segundo grado con una incógnita para resolver problemas.
- D.B.D.21** Resolver (con apoyo de las TIC) y plantear problemas con enunciados que involucren modelos con funciones cuadráticas, e interpretar y juzgar la validez de las soluciones obtenidas dentro del contexto del problema.

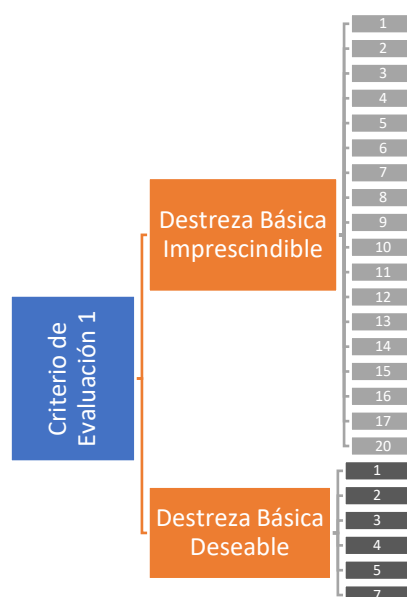
Nota. En esta tabla se muestra las Destrezas Básicas Deseables en el aprendizaje de Álgebra y funciones.

En base a las destrezas básicas imprescindibles y deseables, se agrupan en tres criterios de evaluación para establecer un instrumento que permita medir la integración de Photomath como herramienta innovadora y agente dinamizador en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas en la educación básica.

- (i) **Criterio de Evaluación 1.** Dentro de este criterio, la rúbrica evaluará la relación de orden, así como sus propiedades y expresiones algebraicas, entre ellas la adición y multiplicación; de igual forma las operaciones con distintos tipos de números (Z, Q, I), considerando ejercicios con inecuaciones y ecuaciones.

Figura 7

Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 1



Nota. En esta figura se muestra las Destrezas a ser evaluadas en el grupo 1 con el Criterio de Evaluación 1.

Rúbrica de Evaluación 1

Tabla 3

Rúbrica de evaluación relacionada a los números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Utiliza ejemplos de situaciones reales para aplicar los números enteros.	El estudiante ejemplifica de manera precisa y clara diversas situaciones reales donde se aplican los números enteros.	El estudiante ejemplifica situaciones reales de manera adecuada, pero con algunos errores conceptuales o falta de claridad en la explicación.	El estudiante intenta ejemplificar situaciones reales, pero con múltiples errores conceptuales o falta de claridad en la explicación.	El estudiante no logra ejemplificar situaciones reales que involucren números enteros.
Establece relaciones de	El estudiante establece	El estudiante establece	El estudiante intenta establecer	El estudiante no logra establecer

orden empleando la recta numérica.	correctamente y de forma precisa las relaciones de orden utilizando la recta numérica.	correctamente las relaciones de orden utilizando la recta numérica, pero con algunos errores menores.	las relaciones de orden utilizando la recta numérica, pero con múltiples errores o falta de precisión.	correctamente las relaciones de orden utilizando la recta numérica.
Aplica las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación.	El estudiante aplica correctamente las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación, en contextos adecuados y con soluciones precisas.	El estudiante aplica correctamente las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación, pero con algunos errores menores o falta de precisión en las soluciones.	El estudiante intenta aplicar las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación, pero con múltiples errores o falta de precisión en las soluciones.	El estudiante no logra aplicar correctamente las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación.
Resuelve ejercicios con inecuaciones y ecuaciones.	El estudiante resuelve de manera correcta y clara ejercicios con inecuaciones y ecuaciones, mostrando un dominio completo de los procedimientos y soluciones.	El estudiante resuelve ejercicios con ecuaciones de manera adecuada, pero con algunos errores conceptuales o falta de claridad en la presentación de los procedimientos y soluciones.	El estudiante intenta resolver ejercicios con inecuaciones y ecuaciones, pero con múltiples errores conceptuales o falta de claridad en la presentación de los procedimientos y soluciones.	El estudiante no logra resolver correctamente ejercicios con inecuaciones y ecuaciones.

Nota. En esta tabla se muestra la rúbrica de evaluación relacionada a los temas de números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones.

Ejercicios propuestos:

1. Imagina que estás en un edificio de 10 pisos y utilizas un ascensor para desplazarte entre ellos. Comienzas en el primer piso y subes hasta el quinto piso. ¿Cuál es el cambio de piso durante este movimiento?

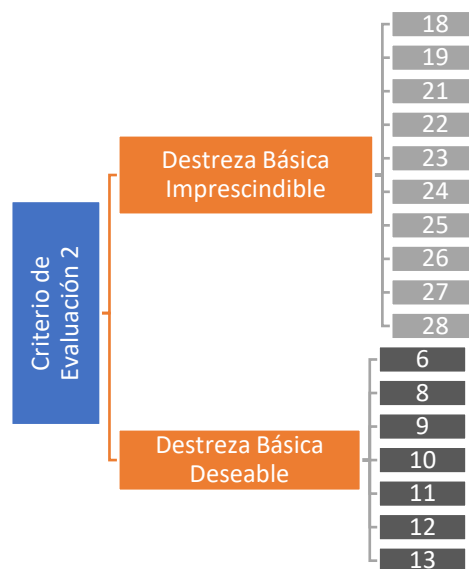
- a. +4 (subiendo 4 pisos)
 - b. -4 (bajando 4 pisos)
 - c. 0 (sin cambio de piso)
2. Se registran las temperaturas de tres ciudades diferentes en un día particular y se pide compararlas utilizando la recta numérica. [En la Ciudad A, la temperatura es de -5°C ; En la Ciudad B, la temperatura es de 10°C ; En la Ciudad C, la temperatura es de -2°C]
- Ahora, ordena las ciudades según su temperatura de menor a mayor utilizando la recta numérica:
- a. Ciudad A, Ciudad C, Ciudad B
 - b. Ciudad C, Ciudad A, Ciudad B
 - c. Ciudad A, Ciudad B, Ciudad C
3. Se pide simplificar la expresión $2(x + 3) - 4(x - 1)$ y determinar cuál de las siguientes opciones es equivalente:
- a. $2x + 6 - 4x + 4$
 - b. $2x + 6 - 4x - 4$
 - c. $2x - 6 - 4x - 4$
4. Se pide determinar cuál de las siguientes opciones es la solución correcta para la ecuación $3x + 5 = 14$ y la inecuación $2x - 7 < 15$
- a. Para la ecuación: $x = 3$, para la inecuación: $x < 11$
 - b. Para la ecuación: $x = 4$, para la inecuación: $x > 11$
 - c. Para la ecuación: $x = 2$, para la inecuación: $x < 11$

(ii) **Criterio de Evaluación 2.** Emplea las relaciones de orden, las propiedades algebraicas de las operaciones en \mathbb{R} y expresiones algebraicas, para afrontar inecuaciones, ecuaciones y sistemas de inecuaciones con soluciones de diferentes campos numéricos, y resolver problemas de la vida real, seleccionando

la notación y la forma de cálculo apropiada e interpretando y juzgando las soluciones obtenidas dentro del contexto del problema; analiza la necesidad del uso de la tecnología.

Figura 8

Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 2



Nota. En esta figura se muestra las Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 2 con el Criterio de Evaluación 2.

Rúbrica de Evaluación 2

Tabla 4

Rúbrica de evaluación relacionada a los números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Resuelve correctamente operaciones con	Demuestra un dominio completo de las operaciones con polinomios de	Resuelve mayoría de operaciones con polinomios de	Resuelve algunos de los ejercicios de operaciones con polinomios de	No logra resolver correctamente las operaciones

polinomios de grado ≤ 2	grado ≤ 2 y grado ≤ 2 de grado ≤ 2 , pero con polinomios	grado ≤ 2	resuelve todos los ejercicios de manera precisa y sin errores.	manera correcta, pero puede cometer algunos errores leves.	comete varios errores en el proceso.	de grado ≤ 2 o no se muestra capacidad para realizar las operaciones necesarias.
Aplica correctamente las propiedades algebraicas de los números reales	Puede aplicar correctamente las propiedades algebraicas de los números reales en cualquier tipo de problema	Puede aplicar correctamente las propiedades algebraicas de los números reales en la mayoría de los problemas	Puede aplicar correctamente algunas propiedades algebraicas de los números reales en algunos problemas	Tiene dificultades para aplicar correctamente las propiedades algebraicas de los números reales		
Aplica correctamente las reglas de exponentes y radicales	Utiliza las reglas de exponentes y radicales de forma precisa y sin errores.	Utiliza la mayoría de las reglas de exponentes y radicales de forma correcta, con algunos errores menores.	Utiliza algunas reglas de exponentes y radicales de forma correcta, pero con errores significativos.	No utiliza correctamente las reglas de exponentes y radicales.		
Resuelve ecuaciones con raíces y potencias	Resuelve correctamente y de forma completa ecuaciones que involucran raíces y potencias.	Resuelve la mayoría de las ecuaciones que involucran raíces y potencias, con algunos errores menores.	Resuelve algunas ecuaciones que involucran raíces y potencias, pero con errores significativos.	No resuelve correctamente las ecuaciones que involucran raíces y potencias.		

Utiliza notaciones adecuadas	Utiliza correctamente y de manera consistente las notaciones para los intervalos y su representación en R.	Utiliza la mayoría de las notaciones de manera correcta, aunque puede cometer algunos errores menores o inconsistencias.	Utiliza algunas notaciones de manera adecuada, pero comete varios errores o inconsistencias en su uso.	No utiliza las notaciones adecuadas o las utiliza de manera incorrecta en la mayoría de los casos.
-------------------------------------	--	--	--	--

Nota. En esta tabla se muestra la rúbrica de evaluación 2 relacionada a los temas de números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones.

Ejercicios propuestos:

- Se pide determinar cuál de las siguientes opciones es equivalente a la suma de los polinomios $P(x) + Q(x)$, siendo $P(x) = x^2 + 3x + 2$ y $Q(x) = 2x^2 - 5x - 3$
 - $3x^2 - 2x - 1$
 - $3x^2 - 2x + 5$
 - $x^2 - 2x + 5$
- Se pide ordenar los números reales de menor a mayor $a = 3,6$, $b = -2,1$ y $c = 5,8$.
 - $b < a < c$
 - $a < b < c$
 - $b < c < a$
- Se pide expresar la expresión $\sqrt[3]{8} \times \sqrt{125}$ utilizando potencias con exponentes racionales
 - $2^{\frac{3}{2}} \times 5^{\frac{3}{2}}$
 - $2^{\frac{3}{2}} \times 5^{\frac{5}{2}}$
 - $2^{\frac{9}{2}} \times 5^{\frac{1}{2}}$

4. Un estudiante tiene cierta cantidad de dinero para gastar en dos tipos de artículos: libros y lápices. Cada libro cuesta \$15 y cada lápiz cuesta \$5. El estudiante quiere comprar al menos 2 libros y al menos 5 lápices, y no quiere gastar más de \$100. Si representamos la cantidad de libros como x y la cantidad de lápices como y ¿cuál de las siguientes opciones representa correctamente las restricciones del problema?

a. $x \geq 2, y \geq 5, 15x + 5y \leq 100$

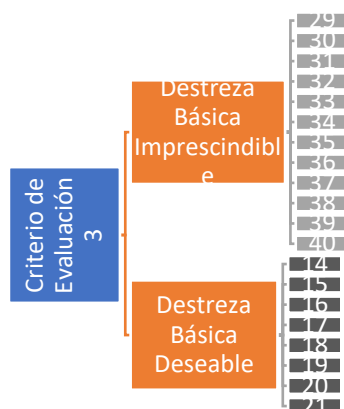
b. $x \leq 2, y \leq 5, 15x + 5y \leq 100$

c. $x \geq 2, y \geq 5, 15x + 5y \geq 100$

- (iii) **Criterio de Evaluación 3.** Define funciones elementales (función real, función cuadrática), reconoce sus representaciones, propiedades y fórmulas algebraicas, analiza la importancia de ejes, unidades, dominio y escalas, y resuelve problemas que pueden ser modelados a través de funciones elementales; propone y resuelve problemas que requieran el planteamiento de sistemas de ecuaciones lineales con dos incógnitas y ecuaciones de segundo grado; juzga la necesidad del uso de la tecnología.

Figura 9

Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 3



Nota. En esta figura se muestra las Destrezas de desempeño a ser evaluadas en el grupo 3 con el Criterio de Evaluación 3.

Rúbrica de Evaluación 3

Tabla 5

Rúbrica de evaluación relacionada a los números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Representación del producto cartesiano	Representa de manera precisa y completa el producto cartesiano de dos conjuntos utilizando pares ordenados. Identifica correctamente todos los elementos del producto cartesiano.	Representa de manera adecuada el producto cartesiano de dos conjuntos utilizando pares ordenados. Identifica la mayoría de los elementos del producto cartesiano.	Intenta representar el producto cartesiano de dos conjuntos utilizando pares ordenados, pero hay errores en la representación o identificación de los elementos.	No logra representar de manera adecuada el producto cartesiano de dos conjuntos. No identifica correctamente los elementos del producto cartesiano.
Relaciones de equivalencia	Identifica correctamente todas las relaciones de equivalencia en el contexto del producto cartesiano, explicando de manera clara y precisa su significado.	Identifica la mayoría de las relaciones de equivalencia en el contexto del producto cartesiano, proporcionando una explicación adecuada de su significado.	Identifica algunas de las relaciones de equivalencia en el contexto del producto cartesiano, pero la explicación de su significado es limitada o confusa.	No logra identificar las relaciones de equivalencia en el contexto del producto cartesiano o no comprende su significado.
Uso de gráficas de barras, bastones y diagramas circulares	Utiliza de manera correcta y efectiva las gráficas de barras, bastones y diagramas circulares en la	Utiliza de manera adecuada las gráficas de barras, bastones y diagramas circulares en la resolución de	Utiliza de manera básica las gráficas de barras, bastones y diagramas circulares en la resolución de	No logra utilizar de manera adecuada las gráficas de barras, bastones y diagramas circulares en la

	resolución de problemas, con problemas, con resolución de problemas.	de algunos errores menores.	problemas, con algunas dificultades o errores significativos.	problemas, con resolución de problemas.
Resolución de problemas	Resuelve correctamente todos los problemas utilizando modelos matemáticos sencillos y aplicando adecuadamente las gráficas correspondientes.	Resuelve la mayoría de los problemas utilizando modelos matemáticos sencillos y aplicando correctamente las gráficas correspondientes.	Resuelve algunos problemas utilizando modelos matemáticos sencillos y aplica de manera básica las gráficas correspondientes, con algunos errores o falta de precisión.	Resuelve pocos problemas utilizando modelos matemáticos sencillos y muestra dificultades en la aplicación de las gráficas correspondientes.
Determina el comportamiento de una función lineal en Z utilizando la tabla de valores.	Demuestra una excelente capacidad para analizar la tabla de valores y determinar el comportamiento de la función.	Comprende y utiliza la tabla de valores correctamente, con algunos errores menores en la interpretación.	Tiene dificultades para entender y utilizar la tabla de valores, con errores frecuentes en la interpretación.	No logra determinar el comportamiento de la función lineal utilizando la tabla de valores.
Identifica correctamente si una función lineal en Z es creciente o decreciente.	Logra identificar con total precisión si una función lineal en Z es creciente o decreciente, justificando adecuadamente su respuesta.	Identifica correctamente si una función lineal en Z es creciente o decreciente, aunque puedan existir algunas justificaciones incorrectas o incompletas.	Tiene dificultades para identificar correctamente si una función lineal en Z es creciente o decreciente, con justificaciones inconsistentes.	No logra identificar el comportamiento de la función lineal en Z de manera correcta.
Grafica correctamente funciones lineales,	Grafica con precisión y sin errores funciones lineales,	Grafica correctamente la mayoría de las funciones lineales,	Grafica de forma parcial las funciones lineales, cuadráticas y	No logra graficar adecuadamente funciones lineales,

cuadráticas y potencia	cuadráticas y potencia.	cuadráticas y potencia, con algunos errores menores.	cuadráticas y potencia, con dificultades para representar algunos elementos clave.	cuadráticas y potencia.
Interpreta correctamente las gráficas de las funciones	Interpreta de forma precisa y completa las características geométricas de las funciones a partir de sus gráficas.	Interpreta de forma correcta la mayoría de las características geométricas de las funciones a partir de sus gráficas, con algunos errores menores.	Interpreta de forma básica algunas características geométricas de las funciones a partir de sus gráficas, pero con dificultades para hacerlo de manera completa.	No logra interpretar correctamente las gráficas de las funciones y sus características geométricas.
Planteamiento de problemas	El estudiante plantea problemas con claridad, incluyendo todas las variables y relaciones necesarias.	El estudiante plantea problemas de forma adecuada, pero puede haber alguna omisión de variables o relaciones importantes.	El estudiante plantea problemas de forma básica, pero presenta dificultades para incluir todas las variables y relaciones necesarias.	El estudiante no logra plantear problemas correctamente o no muestra esfuerzo en esta área.
Resolución de ecuaciones lineales	El estudiante resuelve correctamente ecuaciones lineales, aplicando de manera adecuada los métodos correspondientes.	El estudiante resuelve la mayoría de las ecuaciones lineales correctamente, pero puede cometer algunos errores menores.	El estudiante resuelve solo algunas ecuaciones lineales correctamente, y comete errores significativos en otras.	El estudiante no logra resolver adecuadamente las ecuaciones lineales o muestra grandes dificultades en esta área.
Resolución de ecuaciones de segundo grado	El estudiante resuelve correctamente ecuaciones de segundo grado,	El estudiante resuelve la mayoría de las ecuaciones de segundo grado	El estudiante resuelve solo algunas ecuaciones de segundo grado	El estudiante no logra resolver adecuadamente las ecuaciones de segundo grado o

aplicando de correctamente, correctamente, y muestra grandes manera adecuada pero puede comete errores dificultades en los métodos cometer algunos significativos en esta área. correspondientes. errores menores. otras.

Nota. En esta tabla se muestra la rúbrica de evaluación 3 relacionada a los temas de números reales, recta numérica, propiedades algebraicas y ecuaciones e inecuaciones.

Ejercicios propuestos:

1. Dado el conjunto $A = \{1,2\}$ y $B = \{a, b\}$ se pide determinar las relaciones entre los elementos de los conjuntos y representarlas como pares ordenados en el producto cartesiano $A \times B$.
 - a. Reflexiva
 - b. Simétrica
 - c. Transitiva
 - d. Equivalencia
 - e. Ninguna de las anteriores

2. En una encuesta realizada a 100 estudiantes de una escuela secundaria, se les preguntó sobre su deporte favorito. Los resultados se muestran a continuación: 30 estudiantes prefieren fútbol, 25 estudiantes prefieren el baloncesto, 20 estudiantes prefieren el voleibol y los 25 estudiantes restantes tienen otros deportes favoritos. Se pide representar esta información utilizando un diagrama circular y determinar cuál es la opción correcta que interpreta adecuadamente la solución en el contexto del problema.
 - a. El deporte más popular es el fútbol, seguido del baloncesto y luego el voleibol.
 - b. El baloncesto es el deporte más popular, seguido del fútbol y luego el voleibol.
 - c. El voleibol es el deporte menos popular entre los estudiantes encuestados.

3. Se pide determinar el comportamiento (función creciente o decreciente) de estas funciones en \mathbb{Z} basándose en su formulación algebraica, tabla de valores y gráficas. Considerar las siguientes funciones lineales definidas en \mathbb{Z} . $f(x) = 2x + 3$ y $g(x) = -3x + 2$
- Ambas funciones son crecientes
 - Ambas funciones son decrecientes
 - $f(x)$ es creciente y $g(x)$ es decreciente
4. Considerar las siguientes funciones: $f(x) = 3x + 2$, $g(x) = x^2 - 4$ y $h(x) = \sqrt[3]{x}$. Se pide analizar las características geométricas de estas funciones utilizando las TIC y determinar cuál de las siguientes opciones es correcta:
- $f(x)$ es una función lineal, $g(x)$ es una función cuadrática y $h(x)$ es una función potencia.
 - $f(x)$ es una función cuadrática, $g(x)$ es una función lineal y $h(x)$ es una función potencia.
 - $f(x)$ es una función lineal, $g(x)$ es una función potencia y $h(x)$ es una función cuadrática.
5. Un agricultor tiene un campo rectangular de 300 metros cuadrados. La longitud del campo es 10 metros más que su anchura. Se pide determinar las dimensiones del campo.
- El campo tiene una longitud de 20 metros y una anchura de 15 metros.
 - El campo tiene una longitud de 15 metros y una anchura de 20 metros.
 - El campo tiene una longitud de 25 metros y una anchura de 12 metros.

Una vez establecido las 13 preguntas para evaluar todas las 61 destrezas, agrupadas en 3 criterios, se procede a aplicar el instrumento a un grupo de expertos en dos momentos, con el uso del software Photomath y sin su uso, con un tiempo promedio de 3 min para cada ejercicio, dando un total de 39 min.

Tabla 6

Resultados de las evaluaciones del criterio 1 sin el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Utiliza ejemplos de situaciones reales para aplicar los números enteros.	10	3	2	0
Establece relaciones de orden empleando la recta numérica.	12	2	1	0
Aplica las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación.	14	1	0	0
Resuelve ejercicios con inecuaciones y ecuaciones.	11	4	0	0

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 1 sin uso del software Photomath en el grupo expertos.

Tabla 7

Resultados de las evaluaciones del criterio 1 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Utiliza ejemplos de situaciones reales para aplicar los números enteros.	11	4	0	0
Establece relaciones de orden empleando la recta numérica.	15	0	0	0
Aplica las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación.	15	0	0	0
Resuelve ejercicios con inecuaciones y ecuaciones.	11	4	0	0

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 1 con uso del software Photomath en el grupo expertos.

En promedio, según los datos de las tablas 6 y 7, relacionadas al uso de Photomath, se comprueba un incremento del 8,33% en la resolución de ejercicios correspondientes al criterio 1. Utilizando el análisis del Alpha de Cronbach $\geq 0,7$ [Tabla 8], para medir la relación de las destrezas sin y con el uso del software Photomath, se obtiene que las destrezas 1 y 4 no son descartados cuando se hace uso del software para la solución de problemas algebraicos.

Tabla 8

Resultados de las evaluaciones del criterio 1 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	SIN uso de Photomath	CON uso de Photomath
Utiliza ejemplos de situaciones reales para aplicar los números enteros.	0,664130435	0,764705882
Establece relaciones de orden empleando la recta numérica.	1,014440994	0,764705882
Aplica las propiedades del álgebra, incluyendo la adición y multiplicación.	0,430590062	0,764705882
Resuelve ejercicios con inecuaciones y ecuaciones.	0,956055901	0,764705882

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 1, con el análisis del Alpha de Cronbach, con uso del software Photomath en el grupo expertos.

Tabla 9

Resultados de las evaluaciones del criterio 2 sin el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Resuelve correctamente operaciones con polinomios de grado ≤ 2	11	2	2	0
Aplica correctamente las propiedades algebraicas de los números reales	10	2	3	0
Aplica correctamente las reglas de exponentes y radicales	9	3	3	0
Resuelve ecuaciones con raíces y potencias	8	3	3	1
Utiliza notaciones adecuadas	12	1	2	0

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 2 sin uso del software Photomath en el grupo expertos.

Tabla 10

Resultados de las evaluaciones del criterio 2 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Resuelve correctamente operaciones con polinomios de grado ≤ 2	12	2	1	0
Aplica correctamente las propiedades algebraicas de los números reales	11	3	1	0

Aplica correctamente las reglas de exponentes y radicales	11	3	1	0
Resuelve ecuaciones con raíces y potencias	10	4	1	0
Utiliza notaciones adecuadas	14	1	0	0

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 2 con uso del software Photomath en el grupo expertos.

En promedio, según los datos de las tablas 9 y 10, relacionadas al uso de Photomath, se comprueba un incremento del 10,67% en la resolución de ejercicios correspondientes al criterio 2. Utilizando el análisis del Alpha de Cronbach $\geq 0,7$ [Tabla 11], para medir la relación de las destrezas sin y con el uso del software Photomath, se obtiene que la destreza 5 es descartada, ya que, a pesar de ver un resultado positivo, se evidencia que el uso del software no es exclusivo para demostrar el uso de notaciones adecuadas y por lo tanto, no tiene una correlación.

Tabla 11

Resultados de las evaluaciones del criterio 2 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	SIN uso de Photomath	CON uso de Photomath
Resuelve correctamente operaciones con polinomios de grado ≤ 2	0,918367347	0,999847445
Aplica correctamente las propiedades algebraicas de los números reales	1,020408163	0,977726926
Aplica correctamente las reglas de exponentes y radicales	0,918367347	0,977726926
Resuelve ecuaciones con raíces y potencias	0,612244898	0,73440122
Utiliza notaciones adecuadas	0,612244898	0,380472921

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 2, con el análisis del Alpha de Cronbach, con uso del software Photomath en el grupo expertos.

Tabla 12

Resultados de las evaluaciones del criterio 3 sin el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Representación del producto cartesiano	13	1	1	0
Relaciones de equivalencia	11	1	1	2
Uso de gráficas de barras, bastones y diagramas circulares	11	2	2	0
Resolución de problemas	9	2	2	2
Determina el comportamiento de una función lineal en Z utilizando la tabla de valores.	12	1	2	0
Identifica correctamente si una función lineal en Z es creciente o decreciente.	8	4	2	1
Grafica correctamente funciones lineales, cuadráticas y potencia	14	1	0	0
Interpreta correctamente las gráficas de las funciones	12	2	1	0
Planteamiento de problemas	10	2	2	1
Resolución de ecuaciones lineales	11	2	1	1
Resolución de ecuaciones de segundo grado	12	1	1	1

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 3 sin uso del software Photomath en el grupo expertos.

Tabla 13

Resultados de las evaluaciones del criterio 3 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	Excelente	Bueno	Aceptable	Bajo
Representación del producto cartesiano	13	2	0	0
Relaciones de equivalencia	12	2	1	0
Uso de gráficas de barras, bastones y diagramas circulares	12	3	0	0
Resolución de problemas	11	3	1	0
Determina el comportamiento de una función lineal en Z utilizando la tabla de valores.	13	2	0	0
Identifica correctamente si una función lineal en Z es creciente o decreciente.	10	3	1	1

Grafica correctamente funciones lineales, cuadráticas y potencia	14	1	0	0
Interpreta correctamente las gráficas de las funciones	13	1	1	0
Planteamiento de problemas	12	3	0	0
Resolución de ecuaciones lineales	12	3	0	0
Resolución de ecuaciones de segundo grado	12	2	1	0

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 3 con uso del software Photomath en el grupo expertos.

En promedio, según los datos de las tablas 12 y 13, relacionadas al uso de Photomath, se comprueba un incremento del 6,67% en la resolución de ejercicios correspondientes al criterio 3. Utilizando el análisis del Alpha de Cronbach $\geq 0,7$ [Tabla 14], para medir la relación de los criterios internos sin y con el uso del software Photomath, se obtiene que el subcriterio 6 es descartado, ya que, a pesar de ver un resultado positivo, se evidencia que el software no es exclusivo para resolver ese criterio o no tiene una correlación.

Tabla 14

Resultados de las evaluaciones del criterio 3 con el uso del software Photomath en el grupo de expertos

Criterios de Evaluación	SIN uso de Photomath	CON uso de Photomath
Representación del producto cartesiano	0,895737522	0,949557843
Relaciones de equivalencia	1,007072129	1,004656528
Uso de gráficas de barras, bastones y diagramas circulares	1,007072129	1,004656528
Resolución de problemas	0,846255474	0,886587919
Determina el comportamiento de una función lineal en Z utilizando la tabla de valores.	0,985423733	0,949557843
Identifica correctamente si una función lineal en Z es creciente o decreciente.	0,663790424	0,595352016
Grafica correctamente funciones lineales, cuadráticas y potencia	0,738013495	0,721291866
Interpreta correctamente las gráficas de las funciones	0,985423733	0,949557843

Planteamiento de problemas	0,96068271	1,004656528
Resolución de ecuaciones lineales	1,007072129	1,004656528
Resolución de ecuaciones de segundo grado	0,985423733	1,004656528

Nota. En esta tabla se muestra los resultados de la evaluación del criterio 3, con el análisis del Alpha de Cronbach, con uso del software Photomath en el grupo expertos.

Conclusiones

Las metodologías de enseñanza aprendizaje de los estudiantes de educación básica relacionada a la simplificación y resolución de expresiones algebraicas se centra en la repetición de un grupo de ejercicios en los cuadernos y no se hace uso de herramientas informáticas para agilizar la curva de aprendizaje de las matemáticas. Ya sea por limitaciones en infraestructura, equipamiento tecnológico para educación, personal especializado, etc. El aprendizaje está estancado en el tradicionalismo de aprender los contenidos de memoria, sin analizar el por qué y más preocupante aún sin comprenderlos en realidad.

Los resultados obtenidos en la parte práctica de este trabajo de investigación permiten abordar tanto las destrezas básicas imprescindibles y deseables con el apoyo de herramientas informáticas (Photomath) en los contenidos de álgebra y funciones.

Dentro de las destrezas deseables con mayor aporte (8,33%) al usar el software Photomath se destacan el cálculo de raíces de números enteros no negativos, realizar operaciones combinadas en Z , resolver problemas de aplicación con enunciados que involucren ecuaciones o inecuaciones de primer grado con una incógnita en Z , e interpretar las soluciones, calcular raíces de números racionales no negativos.

Desde el punto de vista de la pregunta de investigación, el software Photomath presenta en promedio un incremento del 8,55% como ayuda para la simplificación y resolución de las expresiones algebraicas en la educación superior.

Existen varios softwares que permiten alcanzar los mismos resultados, sin embargo Photomath se destaca por el entorno intuitivo, lo que conlleva a una receptividad positiva, sin embargo no se debe descuidar que el rol del docente debe ser la enseñanza de la interpretación de los resultados.

Además, se llevó a cabo una evaluación de la efectividad de la aplicación Photomath mediante un cuestionario dirigido a un grupo de expertos. Los resultados mostraron de manera significativa que esta aplicación facilita la resolución de ejercicios de expresiones algebraicas, proporcionando a las estudiantes alternativas de aprendizaje, mejorando los

tiempos de resolución y permitiendo la verificación de la corrección de los resultados obtenidos.

El objetivo de evaluar la integración de Photomath como una herramienta innovadora y dinamizadora en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas en la educación básica superior se abordó con éxito.

Finalmente, a través del análisis de las tablas estadísticas, se concluyó que Photomath representa una herramienta que puede mejorar de manera significativa el proceso de enseñanza-aprendizaje en la simplificación y resolución de expresiones algebraicas. Se destacó además su interfaz amigable y fácil de usar, lo que facilita su adopción y utilización por parte de los estudiantes.

Recomendaciones

Photomath como herramienta innovadora en la educación, es un tema que se puede ampliar, ya que abarca muchos aspectos, por lo que se sugiere realizar una extensiva a la investigación realizado en este trabajo.

Se recomienda encarecidamente a las instituciones educativas de nivel secundario que promuevan activamente el uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas innovadoras para mejorar el rendimiento de los estudiantes. Esto implica una inversión en tecnología en los diferentes establecimientos educativos, lo cual resulta fundamental para modernizar y optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Asimismo, se insta a los padres de familia y a los docentes a fomentar el uso responsable de las TIC entre los estudiantes. Aunque estas herramientas pueden facilitar en cierta medida la resolución de ejercicios, su rendimiento óptimo depende en gran medida de su correcta utilización. Por lo tanto, es crucial inculcar la importancia de utilizar las TIC de manera efectiva para obtener resultados satisfactorios.

Referencias

- Acosta, C. A. T. (2018). *Camilo Daza de la Ciudad de Cúcuta*.
- Aguilar Arturo, B. F. (2015). *Matemáticas simplificadas*. 1640.
- Araya, R. G. (s. f.). *Uso de la tecnología en la enseñanza de las matemáticas*.
- Arroyo, R. R., & Cid, M. T. (2013). *Beneficios e inconvenientes de las nuevas tecnologías en el aprendizaje del alumno. Propuestas formativas para alumnos, profesores y padres*.
- Arzate Cabrera, G. de Jesús. (2015). *Álgebra elemental para el nivel medio superior*. Pearson Educación.
- Baldor Aurelio. (2008). *Álgebra de Baldor*. Patria Educación.
- Barrera, R. (2019). *Implementación de la herramienta photomath durante el desarrollo de la temática: Números con signo*. <https://bit.ly/3Tbpi0v>
- Bautista-Pérez, J. L., Bustamante-Rosario, M. H., & Amaya De Armas, T. (2021). Desarrollo de razonamiento algebraico elemental a través de patrones y secuencias numéricas y geométricas. *Educación Matemática*, 33(1), 125-152. <https://bit.ly/3TcYIEe>
- Bello, Ignacio, F., Hopf. (2009). *Álgebra intermedia un enfoque del mundo real* (tercera edición). McGraw-Hill/Interamericana editores.
- Catalina-García, B., López De Ayala López, M. C., & García Jiménez, A. (2014). Los riesgos de los adolescentes en Internet: Los menores como actores y víctimas de los peligros de Internet. *Revista Latina de Comunicación Social*, 69, 462-485. <https://bit.ly/3RtZL18>
- Duval, R. (s. f.). *Un análisis cognitivo de problemas de comprensión en el aprendizaje de las matemáticas*.
- González González, M. G., Ojeda Chimborazo, M. C., & Pinos Coronel, P. C. (2020). Desafío del Siglo XXI en la educación: Dando saltos del TIC-TAC al TEP. *Revista Scientific*, 5(18), 323-344. <https://bit.ly/46MliGX>
- Macias Ferrer, D. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(4), 1-17. <https://bit.ly/47ZLNcP>

- Martínez Luz, M. Y. (2022). *Photomath Como Medio de la Estrategia Pedagógica Para el Fortalecimiento de la Resolución de Problemas en el Area de Matemáticas de los Estudiantes de Tercer Grado*.PDF. Universidad de Santander.
- Mendoza Castillo, L. (1970). Lo que la pandemia nos enseñó sobre la educación a distancia. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 50(ESPECIAL), 343-352.
<https://bit.ly/41c0bg4>
- Moya León. (2018). *Aplicación del software Photomath en el desarrollo de la competencia matemática de situaciones de regularidad, equivalencia y cambio; en la IE Mercedes Indacochea Lozano–Huacho*.
- Ocaña Gómez, A., & Pérez Ruiz, M. E. (2011). *Matemáticas básicas* (Segunda edición). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Departamento de Ciencias Básicas.
- Pabón, C. E. F. (2020). *Más allá de Zoom, Google Meet, Teams... En busca de una educación virtual auténtica*.
- Pinargote-Baque, K. Y., & Cevallos-Cedeño, A. M. (2020). *El uso y abuso de las nuevas tecnologías en el área educativa The use and abuse of new technologies in the educational area O uso e abuso de novas tecnologias na área educacional*. 6.
- Revelo Rosero, J. (2018). Impacto del uso de las TIC como herramientas para el aprendizaje de la matemática de los estudiantes de educación media. *Cátedra*, 1(1), 70-91. <https://bit.ly/3RsUcQt>
- Rincón Hernández, D. M. (2014). *Pensamiento algebraico: Una experiencia de aula, apoyada por TIC, sobre ecuaciones lineales con estudiantes de grado noveno*.
- Roa Becerra, N. R. (2013). Uso de herramientas tecnológicas en el aprendizaje de las matemáticas. *INVENTUM*, 8(14), 35-43. <https://bit.ly/47ISsZ0>
- Robles Ortega, D. A., Hernández Rosales, M. J., Mendoza Chavarria, V. C., & Guaña Moya, J. (2022). La educación tradicional vs La educación virtual. *RECIMUNDO*, 6(4), 689-698. <https://bit.ly/3R83Zu2>

- Sánchez Pachas, C. I. (2020). Herramientas tecnológicas en la enseñanza de las matemáticas durante la pandemia COVID-19. *HAMUT'AY*, 7(2), 46.
<https://bit.ly/417nlns>
- Sandoval, C. H. (2020). La Educación en Tiempo del Covid-19 Herramientas TIC: El Nuevo Rol Docente en el Fortalecimiento del Proceso Enseñanza Aprendizaje de las Prácticas Educativa Innovadoras. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 9(2), 24-31. <http://bit.ly/3t6G4TS>
- Suaréz José. (2015). *Errores y dificultades de estudiantes de primer curso universitario en la resolución de tareas algebraicas*. Universidad de Granada.
- Valdés, E. A. (2019). *El Geogebra: Una herramienta tecnológica para aprender matemática en la secundaria básica Haciendo Matemática*.