

Uso de tecnologías digitales que facilite el aprendizaje del cálculo con fracciones en los estudiantes de sexto año de Educación General Básica

Use of digital technologies to facilitate the learning of calculus with fractions in students of the sixth year of General Basic Education

Viviana Elizabeth Pin Moreira¹ (vivipin83@gmail.com) (<https://orcid.org/0009-0007-4347-044X>)

Janina Bercelly Gutiérrez² (bercellykaty@hotmail.com) (<https://orcid.org/0009-0006-6760-7810>)

Wilber Ortiz Aguilar³ (wortiza@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-7323-6589>)

Resumen

El aprendizaje del cálculo con fracciones en los niveles básicos de educación es esencial para desarrollar competencias matemáticas fundamentales. Este estudio exploró el uso de tecnologías digitales como herramientas didácticas para mejorar la comprensión y el desempeño de estudiantes de sexto año en el cálculo con fracciones. Utilizando un enfoque de investigación mixto y un diseño preexperimental con preprueba y posprueba, se evaluaron los efectos de estas tecnologías en la Institución Educativa Juan Montalvo. La caracterización inicial del aprendizaje reveló dificultades significativas en simplificación, operaciones básicas y resolución de problemas, con la mayoría de los estudiantes mostrando niveles bajos de desempeño. Entre las principales causas identificadas, se destacó el uso limitado de recursos didácticos adecuados. Las tecnologías digitales diseñadas presentan un enfoque integral que incluye objetivos claros, contenidos específicos, diseño interactivo, herramientas prácticas y estrategias de evaluación. Estas herramientas interactivas y adaptables favorecen el aprendizaje autónomo, ofreciendo retroalimentación constante y promoviendo la práctica dinámica de conceptos clave. La validación de estas tecnologías por parte de expertos confirmó su alta calidad pedagógica, con mejoras en diseño y funcionalidad basadas en sus recomendaciones. La implementación en el aula evidenció un impacto positivo significativo en el rendimiento estudiantil, resaltando la eficacia de estas herramientas para fortalecer habilidades matemáticas esenciales. Este estudio subraya el potencial de las tecnologías digitales

¹ Universidad Bolivariana del Ecuador, 092405 Durán, Ecuador

² Universidad Bolivariana del Ecuador, 092405 Durán, Ecuador

³ Universidad Bolivariana del Ecuador, 092405 Durán, Ecuador

para transformar la enseñanza del cálculo con fracciones y fomentar un aprendizaje interactivo, autónomo y efectivo.

Abstract

The learning of calculus with fractions at the basic levels of education is essential to develop fundamental mathematical competencies. This study explored the use of digital technologies as didactic tools to improve sixth grade students' understanding and performance in calculus with fractions. Using a mixed research approach and a pre-experimental design with pre-test and post-test, the effects of these technologies were evaluated at the Juan Montalvo Educational Institution. The initial characterization of learning revealed significant difficulties in simplification, basic operations and problem solving, with most students showing low levels of performance. Among the main causes identified, the limited use of adequate didactic resources was highlighted. The digital technologies designed present a comprehensive approach that includes clear objectives, specific content, interactive design, practical tools and assessment strategies. These interactive and adaptable tools favor autonomous learning, offering constant feedback and promoting the dynamic practice of key concepts. The validation of these technologies by experts confirmed their high pedagogical quality, with improvements in design and functionality based on their recommendations. Classroom implementation evidenced a significant positive impact on student achievement, highlighting the effectiveness of these tools in strengthening essential mathematical skills. This study highlights the potential of digital technologies to transform the teaching of calculus with fractions and foster interactive, autonomous and effective learning.

Palabras clave: matemática, cálculo con fracciones, tecnologías digitales

Keywords: mathematics, calculus with fractions, digital technologies

Introducción

El cálculo matemático constituye un eje fundamental en la formación académica dada su relevancia en el ámbito educativo y por su aplicación en múltiples disciplinas científicas y tecnológicas (Bravo & Cantoral, 2012). La enseñanza del cálculo ha experimentado cambios significativos a lo largo de los años, adaptándose a las necesidades del contexto actual, lo que resalta la importancia de una pedagogía que promueva el aprendizaje significativo en este campo (Jahnke & Armella, 2010).

En este sentido, el estudio de conceptos como el límite y su relación con el análisis matemático es clave para consolidar las bases del aprendizaje del cálculo (Blázquez *et al.*, 2006). Sin embargo, su enseñanza continúa siendo un desafío, especialmente en los niveles iniciales, donde los estudiantes

enfrentan dificultades conceptuales y metodológicas que dificultan su comprensión y dominio (García, 2024).

Las innovaciones metodológicas, como las estrategias activas de enseñanza y los enfoques centrados en el estudiante, han demostrado ser herramientas efectivas para facilitar el aprendizaje del cálculo diferencial (Martínez & Pérez, 2023). Estas propuestas responden a la necesidad de transformar las prácticas pedagógicas tradicionales en métodos más dinámicos y participativos, que fomenten la autonomía y el pensamiento crítico.

Por otra parte, el cálculo integral también demanda una atención especial, dado que implica un nivel de abstracción superior y requiere estrategias didácticas específicas que aseguren el desarrollo de competencias avanzadas en los estudiantes (Rodríguez, 2022). Así, la educación matemática debe adaptarse a las demandas del siglo XXI, integrando métodos innovadores que promuevan un aprendizaje integral y contextualizado.

En el marco del aprendizaje del cálculo matemático, las fracciones ocupan un lugar central debido a su carácter transversal y su relevancia en la formación matemática básica. En particular, su comprensión y manejo resultan esenciales para el desarrollo de habilidades matemáticas avanzadas (García, 2013).

El aprendizaje de las fracciones en los niveles básicos de educación constituye un reto pedagógico debido a las dificultades inherentes al concepto y al manejo operativo de las mismas (Carrero, 2017). Las investigaciones han demostrado que los estudiantes suelen presentar errores comunes en la comprensión de las fracciones, lo que afecta su desempeño en matemáticas y en áreas relacionadas (Sánchez & Torres, 2021).

Asimismo, la implementación de estrategias específicas para la enseñanza de fracciones, como el uso de recursos didácticos visuales y manipulativos, ha mostrado resultados positivos en la mejora del aprendizaje (López & Martínez, 2022). Estas herramientas permiten a los estudiantes comprender de manera más efectiva los conceptos abstractos asociados a las fracciones, facilitando su apropiación y aplicación en diversos contextos (Pérez & Gómez, 2020).

No obstante, persisten desafíos en el diseño de actividades que integren las fracciones de manera contextualizada y significativa. Estas limitaciones destacan la necesidad de promover una enseñanza que enfatice la resolución de problemas y el razonamiento matemático (Gómez & Ramírez, 2019). La enseñanza efectiva de las fracciones debe responder a las demandas cognitivas y pedagógicas de los estudiantes en Educación General Básica.

A partir de los enfoques sistematizados, las tecnologías digitales han emergido como una herramienta clave para potenciar el aprendizaje de las fracciones, al ofrecer recursos interactivos y personalizados que facilitan la comprensión de conceptos complejos (Araque, 2016). Estas

herramientas permiten a los docentes diversificar sus prácticas pedagógicas y atender las necesidades individuales de los estudiantes (Bermeo & Sánchez, 2022).

El uso de aplicaciones y plataformas digitales para la enseñanza de fracciones ha demostrado ser una estrategia eficaz, especialmente en contextos donde los métodos tradicionales no logran captar el interés de los estudiantes (López & Hernández, 2021). Además, estas tecnologías fomentan la participación activa y el aprendizaje autónomo, contribuyendo al desarrollo de habilidades matemáticas esenciales (García & Morales, 2020).

En la Institución Educativa Juan Montalvo, provincia de Manabí, Ecuador, se desarrollan diversas acciones pedagógicas dirigidas a fortalecer el aprendizaje del cálculo con fracciones en los estudiantes de Educación General Básica. No obstante, aún se manifiestan insuficiencias que limitan el alcance de estas iniciativas. A continuación, se exponen dichas insuficiencias:

- Dificultades para identificar el máximo común divisor (MCD) de los numeradores y denominadores, lo que impide que simplifiquen correctamente las fracciones a su forma más reducida.
- Errores al realizar la suma y resta de fracciones con denominadores diferentes, ya que no encuentran o aplican incorrectamente el mínimo común múltiplo (MCM) para igualar los denominadores.
- Errores al simplificar el producto de dos fracciones, omitiendo identificar factores comunes entre los numeradores y denominadores antes o después de la multiplicación.
- Dificultades para aplicar correctamente el procedimiento de invertir la segunda fracción (recíproco) y multiplicar, lo que resulta en cálculos erróneos o expresiones no simplificadas.
- Limitaciones para interpretar y resolver situaciones de la vida diaria que impliquen operaciones con fracciones, como repartir cantidades equitativamente o calcular proporciones, debido a una comprensión incompleta de las operaciones básicas.

Estas manifestaciones posibilitan determinar el problema científico: ¿Cómo contribuir al aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica? Sobre la base de los antecedentes teóricos y prácticos anteriormente enunciados, el objetivo del presente trabajo consiste en proponer tecnologías digitales que contribuyan al aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica de la Institución Educativa Juan Montalvo, provincia de Manabí, Ecuador, en el periodo lectivo 2024-2025.

Desarrollo

El desarrollo del presente artículo científico se estructura inicialmente con la presentación del marco metodológico, que fundamenta el enfoque, nivel, diseño y procedimientos utilizados para arribar a los resultados científicos proyectados. En segundo lugar, se expone la caracterización empírica inicial del aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación

General Básica. Luego, se detalla el diseño de las tecnologías digitales propuestas y, finalmente, se describe el proceso de validación de dichas tecnologías.

Marco metodológico de la investigación

La investigación se sustentó en un enfoque mixto, integrando métodos cuantitativos y cualitativos, de acuerdo con los lineamientos de Hernández-Sampieri *et al.* (2018). Este enfoque permitió combinar la recopilación y análisis de datos numéricos con el análisis de perspectivas y experiencias cualitativas, lo cual facilitó una comprensión integral del impacto de las tecnologías digitales propuestas en el aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica.

Se empleó el nivel explicativo, según Hernández-Sampieri *et al.* (2018), ya que el estudio buscó identificar y analizar las relaciones causa-efecto entre el uso de tecnologías digitales diseñadas y el aprendizaje del cálculo con fracciones. Este nivel permitió describir cómo las herramientas digitales influyen en el desarrollo de habilidades relacionadas con las fracciones, proporcionando un marco interpretativo claro para los resultados obtenidos.

El diseño de investigación adoptado fue preexperimental con preprueba y posprueba. Este diseño implicó la aplicación de una prueba diagnóstica inicial para determinar el nivel de aprendizaje de los estudiantes, seguida de la implementación de las tecnologías digitales diseñadas. Posteriormente, se aplicó una posprueba para evaluar los cambios en el aprendizaje y medir la efectividad de las herramientas digitales.

El proceso de investigación se llevó a cabo en tres etapas:

- Caracterización empírica inicial del aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica.
- Diseño de tecnologías digitales que contribuyan al aprendizaje del cálculo con fracciones.
- Validación de las tecnologías digitales diseñadas para contribuir al aprendizaje del cálculo con fracciones.

La investigación se sustentó en la siguiente idea a defender: el uso de tecnologías digitales adecuadamente diseñadas y validadas puede contribuir de manera significativa al aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica, mejorando su capacidad para realizar operaciones con fracciones y resolver problemas relacionados con ellas.

El aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica se define como el proceso mediante el cual los estudiantes desarrollan habilidades para comprender y realizar operaciones matemáticas con fracciones, incluyendo simplificación, suma, resta,

multiplicación, división y resolución de problemas prácticos (López & Martínez, 2022). Esta variable se estructuró en los siguientes indicadores específicos que permitieron su medición y análisis (Ministerio de Educación, (2016) :

- Simplificar fracciones a su forma más reducida utilizando el máximo común divisor.
- Sumar y restar fracciones con denominadores iguales y diferentes.
- Multiplicar fracciones simplificando el resultado cuando sea posible.
- Dividir fracciones expresando el resultado en su forma más simple.
- Resolver problemas de la vida cotidiana que involucren operaciones con fracciones.

Para la recolección de datos, se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Prueba estandarizada a estudiantes de sexto año para diagnosticar el aprendizaje del cálculo con fracciones.
- Entrevista a docentes para identificar logros e insuficiencias en el aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año e identificar las causas de las insuficiencias.
- Cuestionario a expertos para la valoración de las tecnologías digitales que contribuyan al aprendizaje del cálculo con fracciones.

Los instrumentos fueron validados antes de su implementación, siguiendo los aportes de Fernández *et al.* (2022). Para garantizar la validez, se contó con la evaluación de expertos, y la fiabilidad se determinó mediante el coeficiente alfa de Cronbach, que permitió medir la consistencia interna de las preguntas incluidas en los instrumentos.

Se empleó una escala tipo Likert con cuatro criterios para medir el aprendizaje del cálculo con fracciones: Muy bajo, Bajo, Alto, y Muy alto. La muestra de la investigación coincidió con la población y estuvo integrada por los 39 estudiantes de sexto año de la Institución Educativa Juan Montalvo, provincia de Manabí. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Además, participaron cuatro docentes que desarrollan su actividad pedagógica con los estudiantes de la muestra.

La validación de las tecnologías digitales diseñadas se realizó combinando el criterio de expertos con el preexperimento. Los expertos evaluaron la pertinencia teórica de las tecnologías digitales basándose en los siguientes cinco criterios: funcionalidad, usabilidad, pertinencia pedagógica, diseño visual y originalidad.

El preexperimento incluyó la aplicación de una preprueba inicial para diagnosticar el nivel de aprendizaje de los estudiantes. Tras la implementación de las tecnologías digitales diseñadas, se aplicó una posprueba para evaluar el impacto de las herramientas en el desarrollo del aprendizaje del cálculo con fracciones.

La investigación contó con la aprobación de las autoridades de la institución educativa y el consentimiento informado de los padres o representantes legales de los estudiantes. Los datos recolectados fueron procesados utilizando Microsoft Excel para organizar y analizar la información cuantitativa y cualitativa de forma eficiente y confiable.

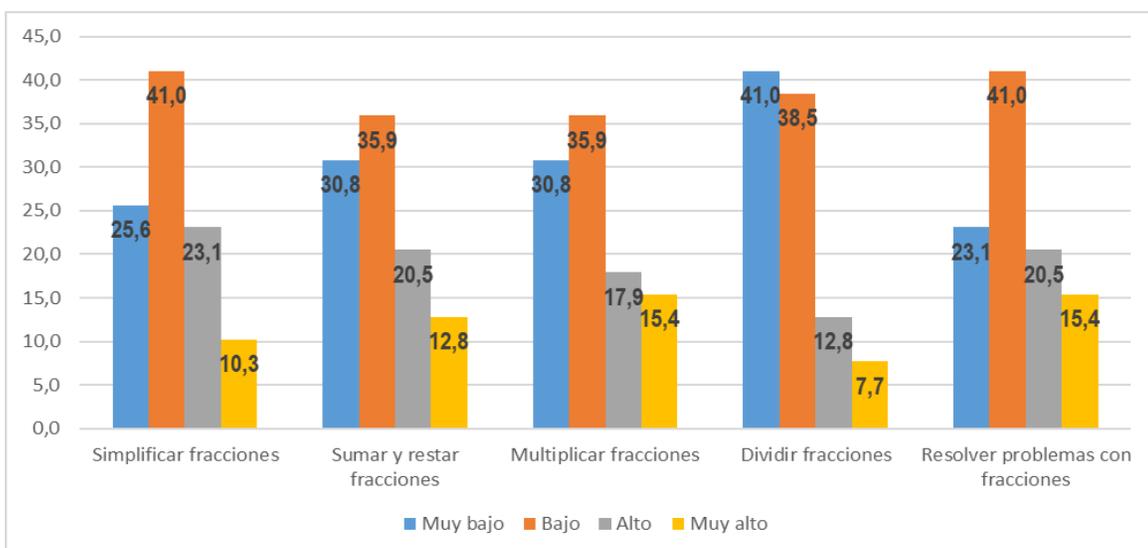
En síntesis, a través de un enfoque mixto, un nivel explicativo y un diseño preexperimental con preprueba y posprueba, la investigación buscó proponer tecnologías digitales que contribuyan al aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica. Este enfoque metodológico facilitó el análisis detallado del impacto de las tecnologías en los estudiantes.

Caracterización empírica inicial del aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica

La caracterización empírica inicial del aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica se desarrolló mediante una prueba estandarizada aplicada a los estudiantes, con el propósito de diagnosticar su nivel de aprendizaje en esta área. Además, se realizó una entrevista a docentes para identificar logros, insuficiencias y explorar las causas subyacentes de estas limitaciones. En la figura 1 se presentan los resultados cuantitativos obtenidos en la prueba estandarizada aplicada durante esta etapa.

Figura 1.

Resultados cuantitativos obtenidos en la prueba estandarizada aplicada durante la preprueba



Fuente: elaboración propia

El análisis de los datos sobre la simplificación de fracciones utilizando el máximo común divisor evidenció que la mayoría de los estudiantes se concentró en los niveles "bajo" y "muy bajo" (66,6 %), lo que indica una dificultad generalizada para identificar correctamente el máximo común divisor. Solo un 10,3 % alcanzó un nivel "muy alto", lo que refleja que este aspecto constituye una debilidad significativa en el aprendizaje.

En las operaciones de suma y resta de fracciones con denominadores iguales y diferentes, se observó que el desempeño de los estudiantes se distribuyó de manera similar. Los niveles "bajo" y "muy bajo" representaron el 66,7 % del total, mientras que solo el 12,8 % obtuvo resultados en el nivel "muy alto". Esto evidencia que los estudiantes presentan limitaciones importantes en el uso del mínimo común múltiplo y en la correcta realización de estas operaciones.

Los resultados relacionados con la multiplicación de fracciones y la simplificación del producto revelaron que el 66,7 % de los estudiantes se ubicó en los niveles "bajo" y "muy bajo". Aunque un 15,4 % alcanzó el nivel "muy alto", este porcentaje es insuficiente para demostrar dominio generalizado. Este análisis evidencia que los estudiantes presentan dificultades al identificar factores comunes o al simplificar fracciones antes o después de la operación.

En la división de fracciones, el 79,5 % de los estudiantes mostró un desempeño "bajo" o "muy bajo", lo que evidencia una dificultad significativa para aplicar correctamente el procedimiento de invertir la segunda fracción y realizar la multiplicación. Solo un 7,7 % alcanzó un nivel "muy alto", lo que demuestra que esta operación es la menos dominada entre las evaluadas.

En la resolución de problemas cotidianos que involucren operaciones con fracciones, el desempeño también fue limitado, con un 64,1 % de los estudiantes ubicados en los niveles "bajo" y "muy bajo". Esto indica que los estudiantes enfrentan obstáculos al interpretar problemas prácticos y aplicar correctamente las operaciones con fracciones. Aunque un 15,4 % alcanzó el nivel "muy alto", estos resultados reflejan una debilidad generalizada en este aspecto.

Los resultados generales reflejaron una tendencia consistente en la mayoría de las dimensiones evaluadas, con una mayor concentración de estudiantes en los niveles más bajos de desempeño. Esto evidencia que las habilidades relacionadas con el cálculo de fracciones no se encuentran suficientemente desarrolladas en la mayoría de los estudiantes, lo que podría influir negativamente en su capacidad para resolver problemas matemáticos complejos.

La entrevista a los docentes permitió identificar que los estudiantes presentaban dificultades generalizadas para comprender conceptos básicos relacionados con fracciones, como equivalencias, descomposición numérica y su relación con las operaciones matemáticas. Los

docentes señalaron que esta deficiencia influía directamente en el bajo desempeño de los estudiantes en las pruebas diagnósticas.

Los docentes destacaron como logros parciales que algunos estudiantes lograban realizar correctamente operaciones básicas cuando estas se presentaban en contextos familiares y sin requerir análisis complejos. Sin embargo, enfatizaron que este logro era limitado a situaciones específicas y no se generalizaba a contextos diversos.

En cuanto a las insuficiencias, los docentes mencionaron que los estudiantes tenían dificultades para realizar las operaciones de suma y resta de fracciones con denominadores diferentes, debido a una comprensión insuficiente del concepto de mínimo común múltiplo y su aplicación. También se observó que las habilidades de resolución de problemas eran limitadas, ya que los estudiantes no lograban interpretar adecuadamente los enunciados.

Entre las causas de las insuficiencias, los docentes señalaron que los estudiantes carecían de práctica suficiente y de recursos didácticos interactivos que facilitaran la comprensión de los conceptos. También mencionaron que las metodologías tradicionales utilizadas en el aula no eran efectivas para captar la atención de los estudiantes o motivarlos en el aprendizaje de fracciones.

Los resultados de la caracterización inicial mostraron un desempeño mayoritariamente bajo en el aprendizaje del cálculo con fracciones, con insuficiencias significativas en operaciones básicas y resolución de problemas cotidianos. Los datos cualitativos aportados por los docentes complementaron este análisis al señalar la carencia de recursos didácticos y estrategias motivadoras como factores influyentes. Estas evidencias justifican la necesidad de diseñar e implementar tecnologías digitales que contribuyan a superar estas limitaciones en el aprendizaje de los estudiantes.

Diseño de tecnologías digitales que contribuyan al aprendizaje del cálculo con fracciones

La estructura de las tecnologías digitales diseñadas incluye los siguientes componentes: Objetivo, que define la meta educativa que se desea alcanzar; Contenido, que abarca los temas específicos relacionados con el cálculo con fracciones; Diseño interactivo, que detalla cómo los estudiantes interactúan con las tecnologías; Herramientas y recursos, que especifica las plataformas y materiales utilizados; Acciones didácticas del docente, que describe las actividades pedagógicas para implementar las tecnologías; y Evaluación y retroalimentación, que explica cómo se verifica y refuerza el aprendizaje.

Fracciones animadas: presentaciones interactivas paso a paso

Objetivo: facilitar la comprensión de las operaciones con fracciones mediante animaciones y presentaciones interactivas que expliquen paso a paso los procedimientos matemáticos.

Recepción: 24/12/2024 / Revisión: 23/01/2025 / Aprobación: 24/02/2025 / Publicación: 27/03/2025

Contenido:

Simplificación de fracciones con el máximo común divisor.

Suma y resta de fracciones con denominadores iguales y diferentes.

Multiplicación y división de fracciones.

Resolución de problemas cotidianos que involucren fracciones.

Diseño interactivo: las presentaciones incluirán animaciones dinámicas, diagramas y ejemplos resueltos paso a paso. Habrá botones de navegación interactivos que permitan a los estudiantes explorar conceptos según su ritmo y realizar ejercicios.

Herramientas y recursos: PowerPoint o Google Slides, complementados con imágenes, animaciones gráficas y enlaces a ejercicios interactivos en línea.

Acciones didácticas del docente:

- Introducir el tema con una presentación interactiva que explique conceptos básicos.
- Realizar preguntas de comprobación en tiempo real para evaluar la comprensión inicial.
- Facilitar ejercicios guiados dentro de la presentación.
- Fomentar la participación activa mediante discusiones grupales sobre las animaciones presentadas.
- Utilizar la herramienta como base para una evaluación formativa inmediata.

Evaluación y retroalimentación: al final de cada tema, se incluirán preguntas de opción múltiple y ejercicios prácticos, cuyas respuestas se analizarán en tiempo real para proporcionar retroalimentación inmediata.

Video math: fracciones en acción

Objetivo: proporcionar explicaciones visuales y prácticas de los conceptos clave de las fracciones, adaptadas al ritmo de aprendizaje de los estudiantes.

Contenido:

Procedimientos para simplificar fracciones.

Métodos para sumar y restar fracciones.

Estrategias para multiplicar y dividir fracciones.

Aplicación de fracciones en problemas cotidianos.

Diseño Interactivo: los videos incluirán gráficos animados, ejemplos resueltos y pausas estratégicas para que los estudiantes intenten resolver ejercicios.

Herramientas y recursos: Screencast-O-Matic, PowerPoint con grabación de voz, cámara de video y software de edición como Canva o CapCut.

Acciones didácticas del docente:

- Crear videos breves con explicaciones claras de los conceptos.
- Incluir pausas en los videos para que los estudiantes reflexionen o respondan preguntas.
- Asignar actividades prácticas relacionadas con el contenido del video.
- Promover discusiones grupales sobre los ejemplos resueltos en los videos.
- Compartir los videos en plataformas accesibles para los estudiantes, como un blog o Google Drive.

Evaluación y retroalimentación: los docentes recopilan las respuestas de los ejercicios planteados en los videos y ofrecerán retroalimentación durante las sesiones presenciales o virtuales.

Fraction master: aprende y practica fracciones

Objetivo: fomentar la práctica autónoma de las operaciones con fracciones mediante aplicaciones móviles educativas.

Contenido:

Simplificación, suma, resta, multiplicación y división de fracciones.

Resolución de problemas cotidianos con fracciones.

Diseño Interactivo: las aplicaciones proporcionarán ejercicios interactivos con niveles de dificultad progresiva y retroalimentación inmediata.

Herramientas y recursos: "Fraction Calculator Plus" y "Squeebles Fractions".

Acciones didácticas del docente:

- Introducir las aplicaciones a los estudiantes y explicar su uso.
- Asignar tareas específicas utilizando las funciones interactivas de las aplicaciones.
- Monitorear el progreso de los estudiantes a través de los reportes generados por las apps.
- Organizar competencias amigables para motivar la práctica.
- Integrar actividades con las aplicaciones dentro de la planificación diaria de clase.

Evaluación y retroalimentación: las aplicaciones generarán reportes automáticos de desempeño que los docentes analizarán para ofrecer retroalimentación personalizada.

Calc frac: hojas de cálculo interactivas

Objetivo: facilitar la práctica de las operaciones con fracciones mediante hojas de cálculo que verifiquen automáticamente las respuestas de los estudiantes.

Contenido:

Operaciones básicas con fracciones y resolución de problemas cotidianos.

Diseño interactivo: las hojas de cálculo incluirán celdas con fórmulas automáticas que indiquen si las respuestas son correctas o incorrectas.

Herramientas y recursos: Google Sheets y Microsoft Excel.

Acciones didácticas del docente:

- Diseñar hojas de cálculo interactivas para cada operación con fracciones.
- Explicar a los estudiantes cómo utilizar las hojas para practicar.
- Supervisar el uso de las hojas en el aula o de forma remota.
- Revisar y analizar los datos generados para identificar patrones de error.
- Adaptar las hojas según el nivel de dificultad requerido.

Evaluación y retroalimentación: los resultados de las hojas serán analizados por el docente para identificar avances y áreas de mejora.

Blog de fracciones: aprende, practica y comparte

Objetivo: crear una comunidad de aprendizaje que fomente la práctica y discusión sobre fracciones.

Contenido:

Explicaciones, ejemplos y ejercicios relacionados con operaciones y problemas prácticos.

Diseño interactivo: el blog permitirá a los estudiantes comentar, realizar preguntas y acceder a recursos complementarios.

Herramientas y recursos: plataformas de blogs como Blogger o WordPress.

Acciones didácticas del docente:

- Publicar contenido semanal con explicaciones y ejercicios.
- Responder a las preguntas y comentarios de los estudiantes.
- Incluir enlaces a otros recursos digitales útiles.
- Organizar foros de discusión sobre temas específicos.
- Utilizar el blog como complemento de las actividades en el aula.

Evaluación y retroalimentación: los comentarios y preguntas del blog se utilizarán como insumos para evaluar la comprensión de los estudiantes y ajustar el contenido publicado.

Estas tecnologías digitales combinan estrategias interactivas y accesibles para mejorar el aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica, adaptándose a diferentes estilos y ritmos de aprendizaje.

El diseño de tecnologías digitales integró componentes esenciales que favorecen el aprendizaje activo y autónomo del cálculo con fracciones. Estas herramientas combinan animaciones, recursos interactivos y prácticas guiadas, adaptándose a los ritmos de aprendizaje de los estudiantes. Además, la incorporación de estrategias didácticas y evaluación fomenta la adquisición de habilidades clave, asegurando una experiencia educativa enriquecedora y centrada en el estudiante.

Validación de las tecnologías digitales diseñadas para contribuir al aprendizaje del cálculo con fracciones

Antes de implementar las tecnologías digitales diseñadas para el aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año, se realizó una validación mediante el criterio de expertos, según el enfoque de Rodríguez *et al.* (2021). Para ello, se seleccionaron cinco expertos con especialización en Didáctica de la Matemática y Tecnología Educativa. Este procedimiento permitió garantizar la calidad y pertinencia de las estrategias antes de ser aplicadas en el entorno educativo.

La selección de los expertos se basó en dos criterios principales: el coeficiente de conocimiento, que mide el nivel de dominio del experto en la temática específica, y el coeficiente de argumentación, que evalúa su capacidad para fundamentar criterios y sugerencias. En promedio, los expertos obtuvieron una puntuación de 9.6 en el coeficiente de conocimiento y de 9.4 en el coeficiente de argumentación, lo que evidencia un alto grado de idoneidad y competencias relevantes para este proceso.

Los expertos completaron un cuestionario estructurado que permitió recoger valoraciones cualitativas y cuantitativas sobre las tecnologías diseñadas. Este instrumento evaluó aspectos como funcionalidad, usabilidad, pertinencia pedagógica, diseño visual y originalidad. Las sugerencias brindadas posibilitaron ajustes significativos en las estrategias, optimizando su estructura y contenido para garantizar una mayor efectividad en su implementación.

A continuación, se presenta una tabla de frecuencias que incluye la media aritmética, desviación estándar y el coeficiente de concordancia de Kendall (W), que reflejan el grado de consenso entre los expertos sobre las valoraciones de las tecnologías digitales.

Tabla 1.

Valoraciones de las tecnologías digitales por los expertos

Elemento evaluado	Media aritmética	Desviación estándar	Kendall W
Concepción general de la estrategia didáctica	9.4	0.32	0.85
Fracciones animadas: presentaciones interactivas paso a paso	9.2	0.41	0.88
Video math: fracciones en acción	9.5	0.29	0.90
Fraction master: aprende y practica fracciones	9.3	0.35	0.86
Calc frac: hojas de cálculo interactivas	9.1	0.39	0.83
Blog de fracciones: aprende, practica y comparte	9.3	0.33	0.87

El análisis de los datos muestra que las tecnologías digitales obtuvieron una alta valoración por parte de los expertos, con medias aritméticas superiores a 9.1. Las desviaciones estándar, que oscilan entre 0.29 y 0.41, reflejan una baja dispersión, indicando un alto grado de consenso en las valoraciones. Además, los coeficientes de concordancia de Kendall (W), que van de 0.83 a 0.90, evidencian un acuerdo significativo entre los expertos, lo que respalda la validez de las evaluaciones realizadas.

Particularmente la tecnología digital denominada, "Video math: fracciones en acción" obtuvo la mayor puntuación promedio (9.5) y el mayor grado de consenso (Kendall W = 0.90), lo que resalta su efectividad percibida. Aunque la tecnología digital llamada "Calc frac: hojas de cálculo interactivas" obtuvo la valoración más baja dentro del rango alto (media = 9.1), sigue siendo considerada altamente pertinente y funcional por los expertos.

Las recomendaciones de los expertos incluyeron ajustes en el diseño visual y en la accesibilidad de las tecnologías digitales. Por ejemplo, sugirieron optimizar las animaciones en "Fracciones animadas" para que sean más intuitivas y agregar ejemplos interactivos en "Calc frac". Estas sugerencias fueron implementadas, garantizando una experiencia de aprendizaje más dinámica y efectiva.

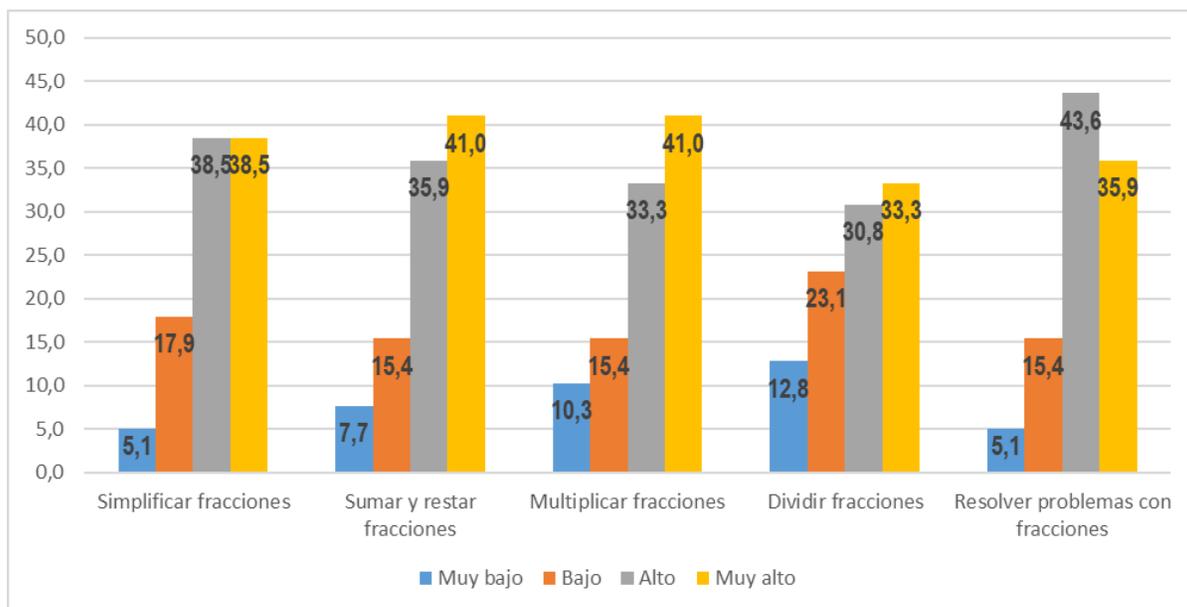
Otra recomendación clave fue incorporar herramientas de retroalimentación más personalizadas en "Fraction master" y "Video math", lo que permitió reforzar la interacción estudiante-tecnología. Asimismo, los expertos destacaron la importancia de un diseño gráfico atractivo y amigable, especialmente en el "Blog de fracciones", para fomentar la participación activa de los estudiantes.

Luego de la valoración por parte de los expertos de las tecnologías digitales diseñadas para contribuir al aprendizaje del cálculo con fracciones, se realizaron ajustes significativos basados en las observaciones y recomendaciones recibidas. Estas mejoras se enfocaron en aspectos como la funcionalidad, usabilidad, diseño visual y pertinencia pedagógica. Posteriormente, se procedió a implementar las tecnologías digitales en una institución educativa seleccionada como el escenario de la investigación, utilizando un grupo único conformado por 39 estudiantes de sexto año de Educación General Básica.

Después de implementar las tecnologías digitales, se realizó una validación práctica mediante un preexperimento que incluyó la aplicación de una posprueba. Este instrumento permitió evaluar los avances en las capacidades de los estudiantes para realizar operaciones con fracciones y resolver problemas relacionados. Los resultados de la posprueba proporcionaron información valiosa sobre el impacto de la intervención en el aprendizaje. En la figura 2 se presentan los resultados cuantitativos obtenidos en la posprueba.

Figura 1.

Resultados cuantitativos obtenidos en la prueba estandarizada aplicada durante la posprueba



Fuente: elaboración propia

Los resultados de la posprueba muestran una notable mejora en las habilidades relacionadas con el cálculo con fracciones. En la habilidad simplificar fracciones, un 77% de los estudiantes alcanzó niveles "alto" o "muy alto", lo que evidencia un dominio sólido del procedimiento. Este avance sugiere que las tecnologías digitales facilitaron una comprensión más clara de la simplificación mediante el uso de recursos interactivos y ejemplos visuales.

En la habilidad sumar y restar fracciones, un 76.9% de los estudiantes logró niveles "alto" o "muy alto". Este resultado refleja el éxito de las herramientas utilizadas para descomponer los procedimientos en pasos simples, permitiendo que los estudiantes abordaran fracciones con diferentes denominadores con mayor confianza. Además, el diseño interactivo fomentó la práctica autónoma y efectiva.

Por su parte, en la habilidad multiplicar fracciones, un 74.3% de los estudiantes alcanzó niveles superiores. Este avance demuestra que las animaciones y ejemplos prácticos contribuyeron a una mejor comprensión del procedimiento. Aunque los resultados en las habilidades dividir fracciones y resolver problemas son ligeramente inferiores, con un 64.1% y 79.5% en niveles "alto" o "muy alto", respectivamente, ambos reflejan un impacto positivo, con áreas de mejora posibles en la contextualización de los problemas.

En la validación, además de los resultados de la posprueba, se analizó la media y la desviación estándar de las puntuaciones obtenidas en la preprueba y la posprueba. La media permitió comparar el rendimiento promedio de los estudiantes antes y después de la intervención, mientras que la desviación estándar ayudó a identificar la consistencia de los resultados en ambos momentos. En la tabla 2 se presentan los valores correspondientes a estas métricas en la preprueba y la posprueba.

Tabla 2.

Media y desviación estándar de la preprueba y posprueba

Habilidad	Media Preprueba	Media Posprueba	Desviación Estándar Preprueba	Desviación Estándar Posprueba
Simplificar fracciones	5.4	8.5	1.2	0.8
Sumar y restar fracciones	5.2	8.6	1.1	0.7
Multiplicar fracciones	5.0	8.4	1.3	0.9
Dividir fracciones	4.5	8.1	1.5	1.1
Resolver problemas con fracciones	5.3	8.7	1.2	0.8

El análisis de las medias refleja un incremento significativo en todas las habilidades evaluadas. Por ejemplo, la media en la habilidad simplificar fracciones pasó de 5.4 a 8.5, indicando un avance notable en la capacidad de los estudiantes para realizar esta operación. Similarmente, la habilidad sumar y restar fracciones mostró una mejora consistente, con un aumento de 5.2 a 8.6 en la media. Estos resultados evidencian la efectividad de las tecnologías digitales en la enseñanza de estas habilidades.

La mejora en la media de las habilidades multiplicar fracciones y dividir fracciones también fue destacable, pasando de 5.0 a 8.4 y de 4.5 a 8.1, respectivamente. Aunque estas áreas presentaron mayor variabilidad inicial, los resultados de la posprueba demuestran que las herramientas digitales lograron reducir errores y facilitar la comprensión. Esto sugiere que el diseño interactivo y las explicaciones paso a paso fueron particularmente beneficiosos.

En la habilidad resolver problemas con fracciones, la media pasó de 5.3 a 8.7, el mayor incremento entre todas las habilidades evaluadas. Este resultado destaca la capacidad de las tecnologías para conectar conceptos teóricos con aplicaciones prácticas, ayudando a los estudiantes a resolver problemas contextualizados con mayor eficacia.

Para comparar las medias entre la preprueba y la posprueba, se utilizó la prueba t de muestras relacionadas. Este análisis permitió determinar si las diferencias observadas son estadísticamente significativas. Los resultados confirmaron que el uso de tecnologías digitales tuvo un impacto positivo en el rendimiento de los estudiantes en todas las habilidades evaluadas. En la tabla 3 se presentan los valores resultantes de la prueba t.

Tabla 3.

Resultados de la prueba t de muestras relacionadas

habilidad	Diferencia de Medias	Valor t	Sig. (p)
Simplificar fracciones	3.1	8.54	<0.001
Sumar y restar fracciones	3.4	9.02	<0.001
Multiplicar fracciones	3.4	8.76	<0.001
Dividir fracciones	3.6	7.89	<0.001
Resolver problemas con fracciones	3.4	9.23	<0.001

Los valores de la prueba t muestran diferencias significativas entre las medias de la preprueba y la posprueba en todas las habilidades evaluadas. Los valores de significancia ($p < 0.001$) confirman que estas diferencias no son producto del azar, sino del impacto de las tecnologías digitales implementadas. Las habilidades de simplificar fracciones y resolver problemas fueron las que presentaron los mayores avances en términos de diferencia de medias.

La aplicación de la prueba t también evidencia una reducción en la variabilidad de las puntuaciones, como lo indica la disminución en las desviaciones estándar. Esto sugiere que la intervención mejoró el rendimiento promedio y también promovió una mayor homogeneidad en los logros alcanzados por los estudiantes, independientemente de sus niveles iniciales.

El preexperimento demostró que el uso de tecnologías digitales adecuadamente diseñadas y validadas mejora significativamente el aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año. Las diferencias estadísticamente significativas entre las mediciones inicial y final confirman la efectividad de estas herramientas para potenciar habilidades matemáticas esenciales, como simplificación, operaciones y resolución de problemas con fracciones.

En el estudio, se realizó un análisis comparativo con investigaciones similares sobre el uso de tecnologías digitales en la enseñanza de fracciones. Los resultados obtenidos en la posprueba reflejan avances significativos en el aprendizaje de habilidades como simplificar, sumar, restar, multiplicar y dividir fracciones, además de resolver problemas. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Araque (2016), quien encontró que el uso de TIC mejoró la comprensión y la interpretación de fracciones en estudiantes de tercer grado. En ambos casos, los recursos interactivos facilitaron la visualización de conceptos abstractos, contribuyendo a la comprensión matemática de los estudiantes.

De manera similar, los resultados del presente estudio muestran un impacto positivo comparable al reportado por Bermeo y Sánchez (2022), quienes utilizaron software educativo para la enseñanza de fracciones en educación básica, logrando avances en la capacidad de los estudiantes para operar con fracciones. En ambas investigaciones, se destaca que el uso de tecnologías digitales estructuradas por niveles de dificultad y retroalimentación inmediata fomenta el aprendizaje autónomo. En este estudio, el diseño interactivo también permitió la resolución de problemas contextuales, lo que coincide con la mejora en la habilidad de resolver problemas reportada por los autores mencionados.

Por otra parte, los resultados también son consistentes con los hallazgos de López y Hernández (2021) y García y Morales (2020), quienes destacaron el efecto positivo de las aplicaciones digitales y herramientas interactivas en el aprendizaje de fracciones. Mientras López y Hernández observaron una mejora notable en la capacidad para realizar operaciones básicas, García y Morales enfatizaron la reducción de la variabilidad en los logros de los estudiantes. Estos aspectos son

evidentes en el presente estudio, donde la desviación estándar disminuyó tras la intervención, sugiriendo que las tecnologías digitales mejoraron el rendimiento promedio y promovieron una mayor equidad en el aprendizaje.

El proceso de validación permitió garantizar la efectividad de las tecnologías digitales diseñadas para el aprendizaje de fracciones, destacando su alta valoración por parte de expertos en términos de funcionalidad y pertinencia pedagógica. Las sugerencias derivadas optimizaron su implementación, logrando avances significativos en habilidades clave como simplificar y operar con fracciones. Los resultados confirman que estas herramientas potencian el aprendizaje autónomo, reducen la variabilidad de los logros entre estudiantes y promueven la comprensión matemática mediante estrategias dinámicas e interactivas.

Conclusiones

- El aprendizaje del cálculo con fracciones en los niveles básicos de educación es fundamental para el desarrollo de habilidades matemáticas. Aunque se han logrado avances significativos en la implementación de estrategias didácticas, todavía existen aspectos que requieren atención y mejora para garantizar una formación integral y de calidad.
- El estudio utilizó un enfoque de investigación mixto, un nivel explicativo y un diseño preexperimental con preprueba y posprueba para proponer tecnologías digitales que contribuyan al aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica de la Institución Educativa Juan Montalvo, provincia de Manabí, permitiendo una comprensión integral de los efectos de las herramientas diseñadas en el aprendizaje.
- La caracterización empírica inicial del aprendizaje del cálculo con fracciones evidenció dificultades significativas en áreas clave como simplificación, operaciones básicas y resolución de problemas cotidianos. Los resultados reflejaron que la mayoría de los estudiantes se ubicó en niveles de desempeño bajo y muy bajo. Además, los docentes identificaron la insuficiente utilización de recursos didácticos como una causa relevante de estas limitaciones.
- Las tecnologías digitales diseñadas evidencian una estructura integral que incluye objetivos, contenido específico, diseño interactivo, herramientas, acciones didácticas y evaluación. Estas tecnologías, ofrecen recursos interactivos, accesibles y adaptables, facilitando el aprendizaje del cálculo con fracciones en estudiantes de sexto año de Educación General Básica. Este diseño garantiza una implementación efectiva, promoviendo la comprensión de las fracciones mediante estrategias dinámicas, prácticas autónomas y retroalimentación constante.
- La validación de las tecnologías digitales para el aprendizaje del cálculo con fracciones evidenció su alta calidad y pertinencia pedagógica, respaldada por la evaluación de

expertos. Los ajustes realizados a partir de sus recomendaciones optimizaron aspectos clave como diseño, funcionalidad y usabilidad. La implementación en el aula mostró mejoras significativas en el rendimiento estudiantil, destacando la eficacia de estas herramientas para fomentar habilidades matemáticas esenciales y promover un aprendizaje interactivo y autónomo.

Referencias

- Araque Suaza, E. A. (2016). *Las TIC, una herramienta didáctica para mejorar la interpretación y comprensión de los números fraccionarios en el grado tercero de la I.E.R La Blanquita. Repositorio Institucional Fundación Universitaria Los Libertadores.*
- Bermeo, J., & Sánchez, M. (2022). *Uso de software educativo para la enseñanza de fracciones en educación básica. Revista de Tecnología Educativa, 17(2), 45-60.*
- Blázquez, S., Ortega, T., Gatica, S., & Benegas, J. (2006). *Una conceptualización de límite para el aprendizaje inicial de análisis matemático en la universidad. Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 9(2), 189-209.*
- Bravo, S., & Cantoral, R. (2012). *Los libros de texto de Cálculo y el fenómeno de la Transposición Didáctica. Educación Matemática, 1(1), 20-22.*
- Carrero Blanco, M. X. (2017). *Aprendizaje de las operaciones básicas entre fracciones en el marco de la resolución de problemas. Revista de Investigación Educativa, 35(2), 345-367.*
- Fernández Cobas, L. C., Borrero Rivero, R., & Vega Marín, M. G. (2022). *Validación de un instrumento para el diagnóstico de estrategias institucionales de enfrentamiento al cambio climático. Opuntia Brava, 14(4).*
- García, G. (2024). *Desafíos en la enseñanza del Cálculo en contextos universitarios. Revista de Educación Superior, 50(2), 123-145.*
- García, M. (2013). *El aprendizaje de fracciones en educación primaria. Horizontes Pedagógicos, 15(1), 33-45.*
- García, T., & Morales, E. (2020). *Integración de herramientas digitales en la enseñanza de fracciones en primaria. Revista Iberoamericana de Tecnología Educativa, 13(1), 123-140.*
- Gómez, L., & Ramírez, F. (2019). *Análisis de errores comunes en el aprendizaje de fracciones en estudiantes de primaria. Revista Colombiana de Educación Matemática, 53(1), 99-115.*
- Hernández-Sampieri, R., Fernández Collado, C. & Baptista Luicio, P. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta.* McGraw-Hill México.

- Jahnke, C. I., & Armella, L. M. (2010). *El cálculo y su enseñanza. El cálculo y su enseñanza*, 1, 99-112.
- López, J., & Martínez, P. (2022). *Estrategias para la enseñanza de fracciones en educación básica. Revista de Didáctica Matemática*, 28(4), 112-130.
- López, R., & Hernández, P. (2021). *Aplicaciones digitales en el aprendizaje de fracciones: Un estudio experimental. Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23(4), 89-105.
- Martínez, L., & Pérez, A. (2023). *Innovaciones metodológicas en la enseñanza del Cálculo diferencial. Educación y Ciencia*, 12(3), 67-89.
- Ministerio de Educación (2016). Currículo de los niveles de educación obligatoria. Quito, Ecuador. (en línea) Disponible en: <https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/08/Curriculov2.pdf>
- Pérez, G., & Gómez, S. (2020). *Uso de recursos didácticos para la enseñanza de fracciones en educación básica. Revista Latinoamericana de Educación Matemática*, 14(3), 78-95.
- Rodríguez Medina, M. A., Poblano-Ojinaga, E. R., Alvarado Tarango, L., González Torres, A., & Rodríguez Borbón, M. I. (2021). Validación por juicio de expertos de un instrumento de evaluación para evidencias de aprendizaje conceptual. *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 11(22).
- Rodríguez, M. (2022). *Estrategias didácticas para el aprendizaje del Cálculo integral. Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 15(1), 45-60.
- Sánchez, R., & Torres, L. (2021). *Dificultades en la comprensión de fracciones en estudiantes de primaria. Educación Matemática*, 33(2), 215-238.