

Recursos digitales para el aprendizaje de la geometría plana, en los estudiantes del octavo año de la educación general básica

Digital resources for learning plane geometry, in students of the eighth year of basic general education

Vicente Libori Villón Rivas¹ (vicentevillon@hotmail.com) (<https://orcid.org/0009-0009-1251-714X>)

Wilber Ortíz Aguilar² (wortiza@ube.edu.ec) (<https://orcid.org/0000-0002-7323-6589>)

Resumen

La geometría plana es una rama de la matemática de gran utilidad para la vida humana, ya que juega un papel esencial en actividades de la vida cotidiana. Dado que los contenidos geométricos no son solo para la ciencia, sino que también son útiles para resolver problemas diversos, es necesario que los profesores desarrollen un sistema de aprendizaje activo, creativo e innovador para ayudar a los estudiantes a aprender geometría plana. Este artículo examina el impacto de los recursos digitales para el aprendizaje de la geometría plana, tomando como objetivo particular los estudiantes del octavo año de la educación general básica. Para el propósito del estudio, se diseñó una estrategia didáctica para el aprendizaje de la geometría plana con el uso de recursos de aprendizaje digitales, que fomentan la visualización y la implementación práctica de los contenidos. Los resultados de la encuesta muestran un impacto positivo del modelo de enseñanza en el rendimiento de los estudiantes. En el postest, los estudiantes del grupo experimental obtuvieron resultados significativamente mejores que los estudiantes del grupo de control en el número total de puntos. Los resultados demostraron que la utilización de los recursos digitales fue más efectiva para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en geometría plana (puntuación media posttest = 9.05; con una media de ganancia = 1,41), que el aprendizaje basado en problemas tradicional (puntuación media posttest = 7.52; con una media de ganancia = 0.05). Por

¹ Escuela de educación básica Luis Felipe Borja, Daule, Ecuador

² Universidad Bolivariana del Ecuador, 092405 Durán, Ecuador

lo tanto, los autores abogan por el uso de tecnologías y recursos digitales en el aprendizaje de geometría plana. La estrategia didáctica propuesta fue valorada como Muy útil, por los expertos.

Palabras clave: geometría plana, recursos digitales, estrategia didáctica, aprendizaje significativo.

Abstract

Plane geometry is a branch of mathematics that is very useful for human life, since it plays an essential role in daily life activities. Since geometric contents are not only for science but are also useful for solving various problems, it is necessary for teachers to develop an active, creative and innovative learning system to help students learn plane geometry. This article examines the impact of digital resources for learning plane geometry, taking as a particular objective students in the eighth year of Basic General Education. For the purpose of the study, a didactic strategy was designed for learning plane geometry with the use of digital learning resources, which encourage the visualization and practical implementation of the contents. The survey results show a positive impact of the teaching model on student performance. In the post-test, the students in the experimental group obtained significantly better results than the students in the control group in the total number of points. The results demonstrated that the use of digital resources was more effective in improving student learning in plane geometry (mean post-test score = 9.05; with a mean gain = 1.41), than traditional problem-based learning (mean post-test score = 7.52; with mean gain = 0.05). Therefore, the authors advocate the use of digital technologies and resources in learning plane geometry. The proposed teaching strategy was rated as Very useful by the experts.

Key words: plane geometry, digital resources, teaching strategy, meaningful learning.

Introducción

La enseñanza de las matemáticas se caracteriza por un enfoque cada vez mayor en la adquisición de conocimientos que se aplican a la resolución de problemas de la vida cotidiana. En la actualidad, los estudiantes desarrollan independencia en el aprendizaje, creando condiciones y

experimentando nuevas estrategias para resolver y explorar diferentes problemas matemáticos en el marco de situaciones problemáticas reales (Yang & Kaiser, 2022). Una de las ramas más accesibles de la matemática, es la geometría plana. La geometría es cualquier forma vista como un conjunto de puntos específicos, mientras que un plano significa una colección de todas las líneas.

Las representaciones visuales y el proceso de visualización tienen un papel importante en el aprendizaje de la geometría plana. El uso óptimo de representaciones visuales en entornos multimedia complejos ha sido un tema de investigación importante para diversos autores. Asimismo, las herramientas basadas en tecnología transforman los conceptos geométricos en una forma comprensible para profesores y alumnos (Turgut et al., 2022).

La integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje de aporta ideas nuevas e innovadoras, particularmente cuando están respaldadas por los recursos educativos apropiados tanto para profesores como para estudiantes. Con el potencial tecnológico, las instituciones educativas ahora están buscando nuevos paradigmas para reformar sus planes de estudio y las instalaciones de las aulas para el uso adecuado de los recursos digitales. Sin embargo, este proceso requiere la adopción efectiva de tecnologías en el entorno existente, con el fin de proporcionar a los alumnos el conocimiento necesario para promover un aprendizaje significativo (Hu et al., 2019).

En un estudio realizado por (Ng et al., 2020), los autores afirmaron que la comprensión de la geometría requiere experiencias de visualización, razonamiento y el uso de tecnología que puedan fortalecer la comprensión de un concepto por parte de los estudiantes. Por esta razón, se necesitan recursos educativos digitales (RED) innovadores y accesibles para los estudiantes en cualquier lugar y en cualquier momento.

Para desarrollar de manera óptima las habilidades de resolución de problemas de los estudiantes y aumentar su deseo de aprender geometría plana, se debe aplicar un modelo de aprendizaje asistido por tecnología adecuado. La implementación de los RED debe diseñarse utilizando un

enfoque innovador, considerando la selección de la plataforma y los recursos digitales adecuados para que pueda mejorar las competencias de los estudiantes (Vázquez et al., 2018).

El uso de los RED como medio para el aprendizaje puede ayudar a los profesores a motivar a los estudiantes, y fomentar actividades colaborativas, mejorar las habilidades de pensamiento y de procedimiento de los estudiantes y desarrollar su creatividad. Para fines de aprendizaje, estos recursos digitales puede diseñarse de acuerdo con las necesidades de aprendizaje y combinarse con el uso de los software disponibles (Verbruggen et al., 2021). Además, pueden proporcionar textos, imágenes, animaciones, videos, ejemplos y preguntas de práctica, y actividades que estimulen a los estudiantes a realizar una serie de procesos de pensamiento para generar conocimiento en profundidad, dado que la facilidad que ofrecen los recursos digitales posibilita el desarrollo de actividades interactivas en el aprendizaje.

Asimismo, los recursos digitales pueden amplificar las habilidades de los estudiantes para resolver problemas o reorganizar la forma en que los estudiantes piensan sobre los problemas y sus soluciones. Las representaciones múltiples de conceptos ayudan a los estudiantes a reconocer y cambiar sus concepciones. Se ha desarrollado una gran cantidad de software para ayudar en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría, que incluye Derive, GeoGebra, Matlab, Sage, Scilab. Sin embargo, varios autores han afirmado que, si bien el uso de la tecnología en el aula de matemáticas ha ido aumentando, los resultados de su uso no se corresponden con su potencial percibido para mejorar la experiencia de aprendizaje, siendo necesario la creación de estrategias didácticas debidamente validadas para aumentar los resultados esperados.

Dado que los objetivos finales de integrar los recursos digitales en el aula son facilitar el aprendizaje de manera eficiente y crear un cambio positivo en el rendimiento académico de los estudiantes, en esta investigación se analizan los recursos de aprendizaje digitales para el aprendizaje de la geometría, siendo esta, una combinación de temas que proporciona una vía adecuada para analizar de cerca los problemas y desafíos involucrados en el diseño y utilización de tecnologías digitales para el aprendizaje de la geometría.

El aprendizaje es el proceso a través del cual se modifican y adquieren habilidades, destrezas, conocimientos, conductas y valores. Esto como resultado del estudio, la experiencia, la instrucción, el razonamiento y la observación. Este proceso puede ser analizado desde distintas perspectivas, por lo que existen distintas teorías del aprendizaje. En esta investigación se entiende por aprendizaje al proceso de adquisición de conocimientos, habilidades, valores y actitudes, posibilitado mediante el estudio, la enseñanza o la experiencia. Dicho proceso puede ser entendido a partir de diversas posturas, lo que implica que existen diferentes teorías vinculadas al hecho de aprender.

El objetivo de la presente investigación es elaborar una estrategia didáctica para el aprendizaje de la geometría plana, en los estudiantes del 8vo año de la educación general básica (EGB). Esta investigación es fundamental para intentar obtener una idea de cómo se lleva a cabo un proceso de aprendizaje de la geometría plana basada en la utilización de recursos digitales para la resolución de problemas de aplicación práctica, permitiendo así el desarrollo de una estrategia didáctica adecuada, basada en los hallazgos. Los resultados de esta investigación también serán útiles para que los profesores mejoren las habilidades de los estudiantes en el módulo de geometría plana de 8vo año de EGB, a través de la utilización de recursos digitales. Además, los profesores también pueden realizar una mejor planificación del aprendizaje para evitar los problemas encontrados en el diagnóstico de esta investigación.

Recursos educativos digitales

Los recursos educativos digitales (RED) son materiales (textos, imágenes, videos, libros de texto, módulos de cursos, pruebas, tareas, etc.) en formato digital que se utilizan en el contexto de la enseñanza o el aprendizaje. Al crear un RED, se tiene en cuenta la inclusión de una variedad de alumnos. Un RED permite satisfacer las necesidades de todos los estudiantes, como las necesidades relacionadas con las limitaciones o los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes, al tiempo que fomenta el aprendizaje. Los RED constituyen un conjunto de materiales pedagógicos, de aprendizaje o de investigación que son de dominio público o pueden utilizarse bajo una licencia de propiedad intelectual que permite su reutilización o modificación

(como una licencia *Creative Commons*). Algunos tipos de recursos digitales ampliamente difundidos en la EGB son los siguientes.

Juegos educativos digitales. Los juegos educativos son juegos diseñados específicamente con un propósito específico de aprendizaje relacionado con el tema de una lección o ciencia en particular. En el ámbito de la educación, los juegos han demostrado ser capaces de ser utilizados como herramientas o apoyar el proceso de actividades de aprendizaje. En estudios anteriores, los juegos educativos han demostrado ser eficaces para ayudar a mejorar diversas habilidades que necesitan los estudiantes en el aprendizaje, como las habilidades de resolución de problemas, habilidades de memorización, habilidades de pensamiento espacial, velocidad de pensamiento y la comprensión de materiales (Fairuzabadi et al., 2022).

Edutainment o Eduentretenimiento. Es un tipo de software que integra elementos de educación y entretenimiento, donde cada uno de estos elementos juega un papel significativo y en igual proporción. Estos programas son interactivos por excelencia, utilizan colores brillantes, música y efectos de sonido para mantener a los aprendices interesados mientras trabajan con algún concepto o idea.

Editores. El objetivo de estos productos no es dar respuesta a preguntas del usuario, sino dar un marco de trabajo donde el estudiante pueda crear y experimentar libremente en un dominio gráfico o similar.

Representaciones basadas en multimedia. Las representaciones multimedia juegan un papel importante. El uso del medio afecta la función cerebral al estimular la función de algunas de sus partes. Los procesos involucrados en el aprendizaje de material textual difieren de los involucrados cuando el material se entrega de manera multimedia. Con representaciones basadas en multimedia se puede representar el contenido matemático de diferentes maneras. Las representaciones son necesarias para la comprensión básica de los conceptos matemáticos. Además de las imágenes y los sonidos, las animaciones también son un importante componente multimedia. Las animaciones son imágenes o gráficos en movimiento de dos y tres dimensiones

que en materiales digitales están destinados a aprender y mostrar instrucciones de trabajo o resultados estéticos y psicológicos.

Simuladores en la creación de ambientes significativos de aprendizaje. La simulación y el aprendizaje son conceptos estrechamente relacionados en el ámbito educativo. Desde una perspectiva puramente instrumental, la mayoría de las actividades de aprendizaje se basan en entidades de simulación. La simulación, como recurso educativo, tiene la capacidad de crear diversos escenarios en respuesta a los cambios de parámetros que el usuario utiliza para configurarla, lo que permite generar animaciones que ilustren los resultados del modelo. Además, puede emplearse para ampliar un estudio de caso e incluir elementos como clips de audio y vídeo, juegos de rol, gráficos web y la creación de escenarios.

Recursos digitales para el aprendizaje de la geometría plana

La geometría comprende el estudio de las medidas y de las particularidades de las figuras en un espacio o en un plano atendiendo a su forma, tamaño y posición. La geometría plana trata los elementos cuyos puntos están contenidos en un plano: puntos, rectas, ángulos, áreas y perímetros, que son estudiados a partir de dos dimensiones: largo y ancho (Huang & Witz, 2011).

Para el aprendizaje de la geometría plana, los recursos educativos digitales (RED) propician un escenario virtual y fortalecen el autoaprendizaje, la creatividad, el aprendizaje dinámico, interactivo, flexible, personalizado, colaborativo. Su integración en las clases permite que los estudiantes desarrollen sus potencialidades y conocimientos empleando su propia estrategia y ritmo de aprendizaje, desde un papel activo y protagónico en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Según Guo et al. (2020), los RED son definidos como aquellos recursos digitalizados: textos, imágenes, videos, libros de texto, módulos de cursos, pruebas, tareas, y otros materiales educativos, seleccionados de acuerdo con el contenido de un tutorial específico adjunto a la planificación de la lección y provisto de las recomendaciones pedagógicas necesarias. Para que un recurso educativo digital, sea óptimo, debe contar con las siguientes características: (a) informar sobre un tema; (b) ayudar en la adquisición de un conocimiento; (c) reforzar un

aprendizaje; (d) remediar una situación desfavorable; (e) favorecer el desarrollo de una determinada competencia; y (f) evaluar conocimientos (Guo et al., 2020).

En estudios previos realizados por Mora et al. (2023), se reportaron varios beneficios de los RED, entre ellos que el proceso de aprendizaje se vuelve más interactivo e interesante; la presentación de los contenidos se vuelve más práctica ;el tiempo requerido para el aprendizaje se puede acortar; la calidad de los resultados del aprendizaje puede mejorarse; el papel del docente puede cambiar hacia uno más positivo; el proceso de aprendizaje se puede dar cuando se desee o se necesite; y se desarrollan actitudes positivas de los alumnos ante lo aprendido.

Además, en la investigación desarrollada por Kurbonov & Istamova (2021), se analizan las potencialidades de los recursos digitales en la enseñanza de geometría en las escuelas secundarias.

Software de geometría dinámica

Los programas de geometría dinámica permiten la construcción de figuras geométricas en el plano o en el espacio y la posibilidad de arrastre de las mismas. Al mover las figuras, cambian sus propiedades y su forma. Con recursos de este tipo se pueden utilizar estrategias heurísticas como: considerar casos particulares y casos límite; medir y comparar; buscar relaciones y dependencias; realizar comprobaciones experimentales, entre otras.

La utilización de software específicos para el área de la geometría debe ir acompañado del material de instrucción adecuado, para guiar a los estudiantes en su uso, y evitar que el aprendizaje se complejice en lugar fortalecerlo. Es necesario crear recursos digitales adicionales donde el profesor demuestre de forma creativa la resolución a los problemas vistos en clases, y se diseñe una guía interactiva de cómo utilizar las herramientas antes mencionadas, así como las distintas funciones y potencialidades que las mismas implementas. En este sentido, existen actualmente un conjunto de herramientas para la creación de recursos educativos digitales, que poder ser el complemento para la impartición de la geometría plana.

Asimismo, Castro-Alonso et al. (2021) proponen cinco estrategias para el desarrollo recursos educativos digitales. En la tabla 1, se recomiendan un conjunto de herramientas que permiten el diseño y creación de recursos digitales, que pueden ser desarrollados por el docente, para ser integrados en la enseñanza de la geometría plana:

Tabla 1. Herramientas para la creación de recursos educativos digitales.

Herramienta	Descripción
	Audacity: es una herramienta enfocada en la grabación y edición de audio, permitiendo agregar contenido de audio grabado con la voz del docente o grabaciones que refuercen los contenidos. Es una herramienta gratuita de código abierto. https://www.audacityteam.org/
	Canva: es un editor de imágenes online que ofrece creaciones visuales de alta calidad con una amplia variedad de plantillas. Es fácil de usar y cuenta con recursos como plantillas de presupuestos, pegatinas y álbumes de fotos, además de ser una herramienta clásica para la gestión de proyectos. https://www.canva.com/es_es/
	Boomerang: es un creador de vídeos cortos que permite crear clips divertidos cargando imágenes desde un dispositivo móvil.
	Easel.ly: es una herramienta online gratuita para crear infografías y presentaciones con plantillas atractivas y prácticas. Es necesario registrarse en la página web para utilizarla. http://www.easel.ly
	Videolean: es un editor online que facilita la creación de vídeos profesionales a través de plantillas personalizables según el objetivo del vídeo, permitiendo cambiar textos, imágenes y música de forma sencilla.
	Mindomo: es una herramienta web para crear mapas mentales y conceptuales de forma gratuita y sencilla en línea, permitiendo introducir diversos tipos de contenido como texto, hipervínculos, vídeos, música e imágenes. Es posible colaborar con otros usuarios y utilizarla en todas las áreas curriculares. https://www.mindimo.com

Herramientas para manipular figuras geométricas en la web:

Web

1. Geoboard (<https://apps.mathlearningcenter.org/g...>)
 2. Math-balance (<https://www.didax.com/apps/math-balance/>)
 3. Fraction-circles (<https://toytheater.com/decimal-strips/>)
 4. Policubos (<https://www.didax.com/apps/unifix/>)
-

Realidad aumentada para el aprendizaje de la geometría plana

La realidad aumentada es una tecnología que combina el mundo real con elementos virtuales generados por computadora, lo que permite visualizar objetos tridimensionales en un entorno real. En el caso de la geometría plana, se pueden utilizar aplicaciones de realidad aumentada que permitan a los estudiantes interactuar con figuras geométricas en un entorno 3D. Por ejemplo, se pueden mostrar triángulos, cuadriláteros, círculos y otras figuras geométricas en un entorno real a través de la cámara de un dispositivo móvil o una tableta. Esto puede hacer que el aprendizaje de la geometría sea más interactivo, visual y atractivo para los estudiantes, ya que pueden ver y manipular las figuras geométricas en tiempo real. Además, la realidad aumentada puede ayudar a los estudiantes a comprender mejor los conceptos geométricos abstractos al visualizarlos de manera más concreta y práctica.

Materiales y métodos

Esta investigación utilizó un método cualitativo con instrumentos en forma de guía de observación de la actividad del profesor, guía de observación de la actividad del estudiante, guía de entrevista y prueba de habilidades en la resolución de proyectos de geometría plana. Los datos se recopilaron mediante la observación de la implementación del aprendizaje, pruebas de habilidades en la resolución de problemas y entrevistas basadas en los resultados de las pruebas. Los datos se analizaron con una técnica descriptiva.

Dos preguntas de investigación y una hipótesis nula guiaron el presente estudio.

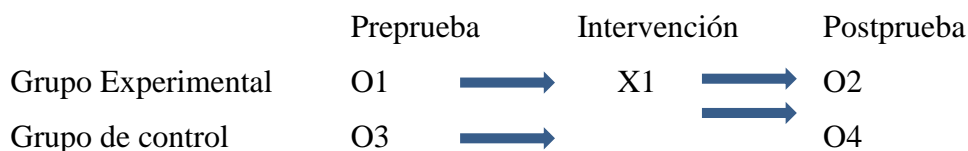
Recepción: 08-06-2024 / Revisión: 20-07-2024 / Aprobación: 15-08-2024 / Publicación: 27-08-2024

- ¿Cuál es la puntuación de desempeño pre y pos test de los estudiantes cuando se les enseña geometría plana utilizando recursos digitales y el aprendizaje basado en problemas tradicional?
- ¿El aprendizaje de geometría plana con el uso de recursos de aprendizaje digitales se refleja en mayores logros de los estudiantes en la resolución de problemas geométricos?

Hipótesis nula: No existe un efecto significativo de los recursos digitales sobre el aprendizaje de los estudiantes en geometría plana.

La población de estudio la constituyen todos los estudiantes de la escuela de educación básica Luis Felipe Borja, quien al momento tiene 210 estudiantes de los cuales 55 pertenecen al subnivel superior. Los sujetos en la muestra de esta investigación son 35 estudiantes del octavo año de la escuela de educación básica Luis Felipe Borja que tomaron el módulo de geometría plana en la asignatura Matemáticas. Luego fueron asignados a 2 grupos diferentes, experimental (n=17) y control (n=18); y 8 profesores de ciencias exactas de la propia institución.

Se aplicaron pruebas previas y posteriores a los grupos experimental y de control solo cuando el grupo experimental estuvo expuesto a una estrategia didáctica para el uso de recursos digitales centrada en el estudiante; mientras que el grupo de control estuvo expuesto a un aprendizaje basado en problemas tradicional; es decir, sin el uso de tecnología, usando papel y lápiz.



O1 –Puntuación pretest para el grupo experimental.

X1 – Intervención con el grupo experimental.

O2 – Puntuación posttest para el grupo experimental.

O3 – Puntuación pretest para el grupo de control.

O4 – Puntuación posttest para el grupo de control.

Se contó, además, con la participación de 8 profesores de matemática, que contribuirán con los autores en la implementación de la estrategia didáctica propuesta. Antes de utilizar los recursos digitales, se realizó una validación de expertos con 5 profesores de educación matemática, con más de 18 años de experiencia en la disciplina. Además, se realizó un ensayo para obtener el valor de confiabilidad de las preguntas de la prueba de habilidades. Las preguntas de investigación se respondieron utilizando la media y la desviación estándar. Las hipótesis se probaron utilizando ANCOVA con un nivel de significancia de 0,05.

Resultados

La idea principal de utilizar recursos digitales en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría plana, es brindar oportunidades a los estudiantes de desarrollar diferentes habilidades y niveles de conocimientos para una mejor comprensión de los conceptos y fomentarlos para que hagan vinculaciones de la geometría con la vida real de nuevas maneras atractivas. Por lo tanto, es de interés de los autores de esta investigación, analizar cómo el uso de recursos educativos digitales hace que los estudiantes comprendan de una forma integral los conceptos generales de la geometría plana.

Se entiende por estrategia didáctica, aquellas acciones del maestro con un propósito de facilitar la enseñanza y el aprendizaje, utilizando técnicas didácticas los cuales permitan construir conocimiento de una forma creativa y dinámica. En esta investigación se propone una estrategia didáctica para la utilización de recursos digitales en el aprendizaje de la geometría plana. La estrategia comprende las acciones que realiza el docente con el propósito de facilitar la formación y el aprendizaje de la geometría plana en los estudiantes. Los autores proponen una estrategia didáctica compuesta por cuatro fases, como se muestra en la figura 1.

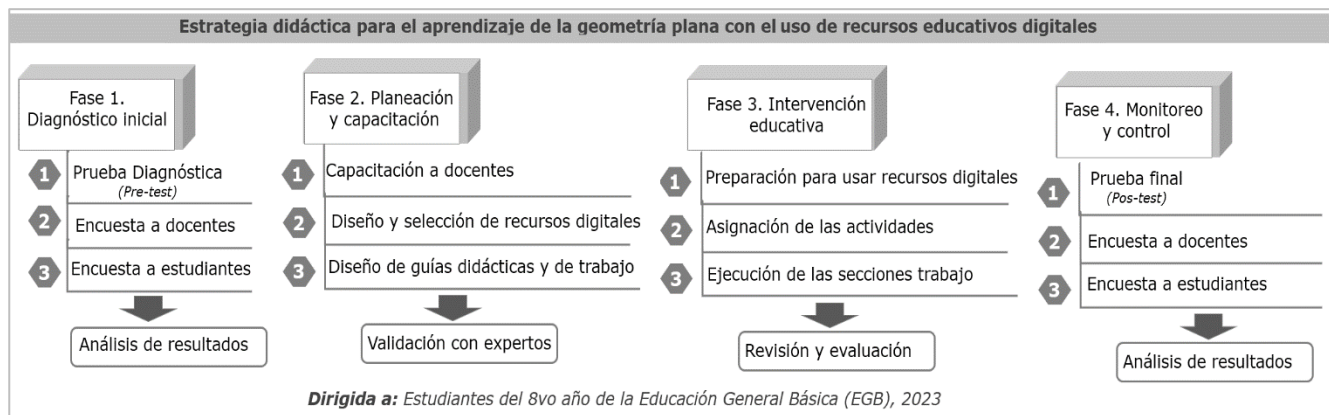


Figura 1. Estructura general de la estrategia didáctica para el uso de recursos digitales.

Fases de la estrategia

Fase 1. Diagnóstico inicial: tiene como objetivo analizar el nivel de competencia y el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría plana a través de pruebas diagnósticas en los estudiantes de 8vo año de la escuela de educación básica Luis Felipe Borja.

Fase 2. Planeación y capacitación: se centra en el diseño de un ambiente de aprendizaje en el proceso enseñanza y aprendizaje de la geometría plana en los estudiantes de 8vo año de la escuela de educación básica Luis Felipe Borja, así como en la capacitación de los 8 docentes participantes.

Fase 3. Intervención educativa: tiene como objetivo implementar un ambiente de aprendizaje guiada por la estrategia didáctica propuesta, apoyada en uso de recursos digitales, para desarrollar aprendizaje significativo de la geometría plana.

Fase 4. Monitoreo y control: posterior a la implementación, evaluar en los estudiantes la capacidad de análisis, razonamiento y pensamiento crítico para solucionar problemas con el uso de recursos digitales en situaciones relacionados con la geometría plana.

Aspectos organizativos iniciales para la implementación de la estrategia didáctica

- 1 Los profesores deben estar bien formados en el uso de la computadora y en la enseñanza con recursos digitales.
- 2 Las computadoras en que se realizarán las actividades deben ser adecuadas en cada laboratorio de tecnología. Deben tener dispositivos de sonido.
- 3 Las computadoras deben tener instalado los softwares necesarios, y conexión a internet para el trabajo con los recursos digitales basados en la web.
- 4 Se deben organizar seminarios y talleres periódicos para los profesores sobre el diseño e implementación de recursos digitales para el aprendizaje de la geometría plana.

Implementación de la estrategia didáctica

En esta sesión se describen los resultados obtenidos en la implementación de cada una de las fases de la estrategia didáctica propuesta. La estrategia se desarrolló en un aula de 8vo año de la escuela de educación básica Luis Felipe Borja. Participaron 35 estudiantes del octavo año asignados a 2 grupos diferentes, experimental (n=17) y control (n=18). En la creación y utilización de los recursos digitales, así como en la orientación de las actividades a los estudiantes participaron 8 profesores de matemática de la propia institución. Se contó con la colaboración de 5 expertos en la disciplina de geometría plana. La estrategia propuesta fue aprobada por el Comité de Formación Docente de la institución. Las actividades se desarrollaron como parte del horario de clases.

Fase 1. Diagnóstico inicial

En la fase preliminar del diagnóstico fueron distribuidos cuestionarios a profesores (n=8) y estudiantes (n=35), seguidos de entrevistas. Los hallazgos revelaron que profesores y estudiantes estaban interesados en integrar recursos digitales en el aprendizaje de la geometría. Sin embargo, el 65.71% de los estudiantes entrevistados consideran que su motivación para el aprendizaje de la geometría plana es muy baja. El resto de los resultados se describen a continuación.

Encuesta realizada a estudiantes

Se aplicó una encuesta a todos los estudiantes participantes con el objetivo de conocer sus intereses y motivaciones, así como las principales limitaciones que tienen con la asignatura.

Tabla 2. Resultados de la encuesta aplicada a estudiantes.

Respuesta P1	%	Respuestas P2	%
Comprender conceptos matemáticos	34.28	Teoremas y demostraciones.	11.42
Resolución de problemas geométricos	11.42	Construcciones geométricas.	14.28
Requisito académico	48.57	Aplicaciones prácticas.	68.57
Indiferente	5.71	Otro (especificar).	5.71
Respuesta P3	%	Respuestas P4	%
Dificultad con contenidos previos	17.14	Marcador y tablero	82.85
Poca concentración en clases	54.28	Guías digitales	11.42
Poca comprensión de conceptos	28.57	Guías físicas	5.71
Respuesta P5	%	Respuestas P6	%
Práctica constante.	11.42	Videos explicativos.	8.57
Tutorías personalizadas.	2.85	Simulaciones interactivas.	22.85
Uso de recursos digitales.	31.42	Aplicaciones móviles.	17.14
Ejemplos prácticos.	48.57	Páginas web interactivas	2.85
Trabajo en equipo.	5.71	Softwares educativos	48.57

Nota P1: ¿Qué te motiva a estudiar la geometría plana?; P2: ¿Qué aspectos de la geometría plana te resultan más interesantes o atractivos?; P3: ¿Qué dificultades presentas en el aprendizaje de la geometría?; P4: ¿Qué tipo de recursos utiliza tu docente en el proceso de enseñanza de la geometría?; P5: ¿Cómo crees que podrías mejorar tu comprensión y desempeño en geometría plana?; P6: ¿Qué tipo de recursos o herramientas digitales te gustaría utilizar para aprender geometría plana?

Respecto a la pregunta 1, el 34.28% de los estudiantes encuestados manifestó interés en la resolución de problemas geométricos. Sin embargo, el mayor resultado, con un 48.57% indicó que su motivación estaba dada por el cumplimiento de un requisito académico, esto evidencia que

no tienen una motivación específica, a no ser aprobar la asignatura. Estos resultados están en contradicción, con los alcanzados en la pregunta 2, donde el 68.57% de los estudiantes encuestados resaltó que los aspectos de la geometría plana que le resultan más interesantes o atractivos son las aplicaciones prácticas. Estos hallazgos evidencian la necesidad de extrapolar los conocimientos a un plano más práctico, aplicado a temas de la vida real y del entorno específico de los estudiantes. En esta propia pregunta, un 5.71% especificó interés por la visualización espacial que, aunque no es el enfoque principal, la visualización espacial puede ser una habilidad útil en el estudio de la geometría plana.

En cuanto a la pregunta 3, sobre las dificultades que presenta el estudiante en el aprendizaje de la geometría plana, los resultados muestran que al 28.57% se les dificulta la comprensión de los conceptos; un 54.28% les cuesta concentrarse en clases; y un 17.14% tiene dificultad con el dominio de contenidos previos. Lo anterior muestra que más del 50% de los estudiantes coinciden en que los factores que más están influyendo en el aprendizaje de la geometría son la falta de concentración, estando este factor relacionado con la forma en que se trabajan los contenidos.

En cuanto el tipo de recurso utilizado por el docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría plana. El 82.85% de los estudiantes respondió que las clases se realizan utilizando marcador y tablero. Lo anterior muestra que los estudiantes coinciden en que los docentes se están guiando fundamentalmente por el método tradicional de la enseñanza.

Encuesta a docentes

Adicionalmente, se realizó una encuesta a los docentes participantes en la implementación de la estrategia educativa.

Tabla 2. Resultados de la encuesta aplicada a los docentes.

Respuesta P1	%	Respuestas P2	%
Sí	62.5	Sí	37.5
No	12.5	No	12.5

A veces	25	No estoy seguro	62.5
Respuesta P3	%	Respuestas P4	%
Geogebra	50	Presentaciones interactivas	-
Desmos	-	Ejercicios prácticos	25
No utilizo	37.5	Videos explicativos	12.5
Otro (especificar)	12.5	Otros (especificar)	-

Nota: P1: ¿Considera que los estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje de la geometría plana?; P2: ¿Cree que el uso de software podría facilitar la enseñanza de la geometría plana?; P3: ¿Qué software utiliza para impartir las clases de geometría plana? P4: ¿Qué tipo de recursos educativos utiliza para impartir las clases de geometría plana?

Cuando se preguntó a los docentes sobre si los estudiantes presentan dificultades en el aprendizaje de la geometría plana, el 62.5% respondió que sí existen dificultades relacionadas con problemas para visualizar y comprender conceptos geométricos abstractos; falta de dominio de las propiedades y teoremas geométricos; problemas para aplicar fórmulas y resolver problemas de geometría; confusión con la terminología geométrica; falta de práctica en la resolución de problemas geométricos; desconexión entre la geometría plana y su aplicación en la vida cotidiana; y baja motivación o interés por la geometría como materia. El 12,5% respondió que no identifica dificultades en el aprendizaje de la geometría plana; y un 25% contestó que a veces existen dificultades en temas o contenidos específicos.

Referente a la pregunta número 2 sobre si cree que el uso de software educativo podría facilitar la enseñanza de la geometría plana, el 37.5% respondió que sí; un 12.5% emitió una respuesta negativa; sin embargo el 62.5% de los encuestados respondió que no está seguro, lo que indica que ha sido insuficiente el trabajo con herramientas digitales educativas en las clases, lo cual ha imposibilitado evaluar los resultados, y formular una percepción sobre la utilidad que estos software pudieran tener.

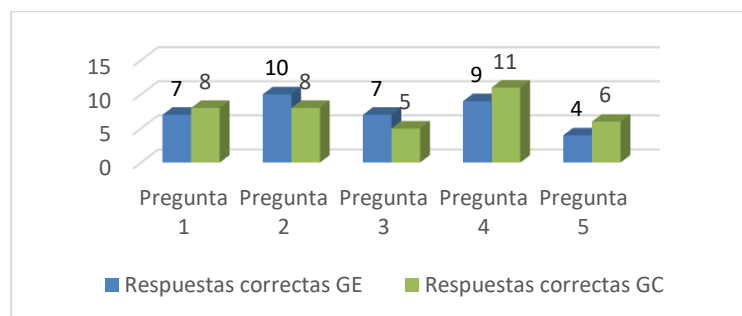
En relación con la pregunta 3, el 50 % de los docentes manifestó que ha utilizado Geogebra en algún momento; y un 37.5 % declaró que no utiliza recursos digitales en la impartición de las clases de geometría plana. Esto se relaciona con los resultados de la pregunta 4 donde solo el 37.5% manifestó estar utilizando actualmente algún tipo de recurso digital para fomentar el aprendizaje de la geometría plana en estudiantes del 8vo año.

Prueba diagnóstica (pretest)

La actividad fundamental del diagnóstico fue identificar los conocimientos actuales que poseen los 35 estudiantes que conforman la muestra, acerca de la geometría plana. Se aplicó una prueba de habilidades pretest, con 5 preguntas, en las que era necesario resolver y formular problemas usando modelos geométricos; representar objetos en un plano; identificar y describir propiedades de figuras geométricas; y realizar el cálculo de áreas, perímetros y ángulos. La figura 2 muestra el número de respuestas correctas resueltas por el grupo experimental y de control.

De manera general se identificaron tres tipos de errores: errores de concepto, errores de principio y errores operativos. En la evaluación del pretest se pudo identificar que la experiencia de los estudiantes usando su razonamiento para resolver los problemas de aprendizaje es muy baja para el 48.57%; baja para el 20%, y solo en el 31.4% es buena.

Figura 2. Número de respuestas correctas resueltas por el grupo experimental y de control.



Análisis de resultados del diagnóstico

El uso de recursos tradicionales básicos resulta poco efectivo para generar aprendizaje significativo como se ha podido comprobar en la prueba diagnóstica, los recursos educativos digitales pueden facilitar el desarrollo de actividades de aprendizaje significativo.

Es así como, el uso de software tiene un alto grado de aceptación entre los estudiantes, estos programas de geometría contribuyen a transformar el aula de clase en escenarios significativos de acuerdo a las expectativas captando la motivación y participación activa, es muy factible obtener avances significativos en el aprendizaje de la geometría.

Los resultados del diagnóstico inicial muestran cómo la integración efectiva de las nuevas tecnologías en la enseñanza cotidiana depende de una adaptación y extensión del conocimiento profesional de los docentes más fundamental y amplia de lo que generalmente se ha apreciado. Siendo necesario la creación de una estrategia didáctica para orientar y guiar el uso efectivo de los recursos digitales para el aprendizaje de la geometría plana. Finalmente, la falta de capacitación de los docentes en el uso adecuado de los recursos digitales es una de las principales dificultades para ser implementado en el aula.

Fase 2. Planeación y capacitación

Sobre la base de los resultados de la fase diagnóstica se definió el objetivo de la estrategia didáctica, así como el conjunto de competencias a desarrollar.

Objetivo de la estrategia: Facilitar el aprendizaje significativo de conceptos y habilidades geométricas en estudiantes de 8vo año a través del uso efectivo de recursos digitales, promoviendo la visualización espacial, el razonamiento lógico y la resolución de problemas, con el fin de fortalecer su comprensión y aplicación de la geometría plana en contextos reales y académicos.

Desarrollo de competencias

- Identificar y resolver diversas situaciones problemáticas con contenido geométrico, utilizando recursos digitales para así poder comprender mejor la utilidad práctica en el entorno que los rodea.
- Utilizar los distintos conocimientos que aportan los recursos digitales para enfrentarse a situaciones del entorno cotidiano o científico, modelizando la situación, formulándola en términos matemáticos, operando con el modelo e interpretando los resultados en el contexto.
- Interpretar y comunicar informaciones, argumentaciones y resultados procedentes de distintos ámbitos de la vida, utilizando el lenguaje matemático adecuado.
- Conocer, relacionar, integrar y valorar los diversos conocimientos geométricos atendiendo a las características propias de cada situación.
- Utilizar los distintos modos de razonamiento tanto para justificar las propias conclusiones obtenidas y el proceso seguido como para analizar de forma crítica los resultados presentados por los demás.
- Seleccionar y utilizar los procedimientos matemáticos adecuados para calcular, representar e interpretar la realidad, utilizando los recursos digitales para ser más eficaces.

Principales actividades realizadas en esta etapa

Capacitación a docentes sobre la selección, uso y creación de recursos digitales: se realizó un taller (1 sesión – 60 min) sobre la importancia y beneficios de utilizar recursos digitales en la enseñanza de la geometría plana. Además, se crearon dos actividades prácticas para presentar y utilizar diferentes herramientas digitales que pueden ser empleadas para la creación de recursos digitales que complementen el proceso de enseñanza (2 sesiones - 60 min cada una).

Creación y diseño de recursos digitales: una vez que se comprobó el dominio de las herramientas, se emplearon 3 sesiones para diseñar y crear recursos digitales para enseñar conceptos geométricos de manera interactiva y visualmente atractiva. Además, se realizó 1 taller de entrenamiento en el uso de simulaciones y visualizaciones digitales para ayudar a los estudiantes a comprender conceptos geométricos abstractos a través de representaciones visuales.

Capacitación sobre evaluación y retroalimentación al estudiante: esta actividad se centra en entrenar a los docentes sobre cómo utilizar los recursos digitales disponibles para evaluar el aprendizaje de los estudiantes en geometría plana, incluyendo la creación de actividades de evaluación interactivas. Se realiza la orientación sobre cómo integrar de manera efectiva los recursos digitales en el plan de estudios de geometría plana, asegurando que se alineen con los objetivos de aprendizaje y las competencias requeridas. Se realizaron 2 sesiones prácticas donde los docentes pudieron experimentar con diferentes recursos digitales, recibir retroalimentación y desarrollar habilidades en su uso.

Creación de guías didácticas para el estudiante: en esta actividad se seleccionan temas prácticos para el desarrollo de habilidades, se crean los proyectos a desarrollar por los estudiantes y se desarrollan las guías didácticas para que los estudiantes se desarrollen de forma autónoma e independiente.

Diseño y creación de los proyectos: el estudio de la geometría plana es muy importante, ya que no solo se emplea en el aula, también en el entorno en que se desarrollan los estudiantes. Dado que el sector donde se encuentra la escuela de educación básica Luis Felipe Borja, es agrícola, se diseñaron proyectos donde los estudiantes necesitan conocer cómo obtener las medidas y superficies de los terrenos.

El programa de capacitación se diseñó con el objetivo de preparar y equipar a los docentes con recursos de aprendizaje digitales que apoyaran el descubrimiento de conocimientos y el enfoque de enseñanza basado en proyectos. Este programa no solo está enfocado al empleo de los recursos digitales, sino al desarrollo, clasificación y almacenamiento de estos.

Para enriquecer el contenido con audio digital, una opción es narrar una presentación utilizando Slideshare (<https://www.slideshare.net/>). Esto permite a los profesores adaptarse a distintas necesidades de aprendizaje, ya que los estudiantes pueden leer y escuchar el material. Herramientas como Audacity (<https://www.audacityteam.org/>) facilitan la grabación de archivos de audio, lo que resulta útil en la enseñanza de pronunciación de vocabulario nuevo. Asimismo,

los docentes pueden crear podcasts para enseñar temas e incluir música y efectos sonoros, o producir audiolibros de historias o textos, utilizando recursos de audio de acceso abierto.

Otro recurso valioso para motivar a los estudiantes son las imágenes digitales educativas, que abarcan desde ilustraciones hasta infografías. Se utilizó Canva (https://www.canva.com/es_es/) por ser una plataforma gratuita que posibilita la creación de gráficos, carteles y folletos, que pueden descargarse y compartirse con otras presentaciones. Además, los profesores pueden capturar imágenes de objetos, escenas o experimentos científicos para que los alumnos puedan observarlos y analizarlos.

Para potenciar las estrategias de enseñanza digital, la gamificación del contenido es una herramienta efectiva. Programas como Kahoot (<http://create.Kahoot!it>) permiten la creación de juegos y trivias educativas en línea, mientras que plataformas como Quizlet facilitan la elaboración de evaluaciones interactivas para repasar conceptos clave.

Como software específico se utilizó GeoGebra. Se entrenaron las funciones para las construcciones de manera fácil y rápida, con un trazado exacto y real, que, además, revelarán las relaciones existentes entre la figura construida. Los docentes se apoyaron en la página oficial *GeoGebra work team* para acceder a ayudas, recursos, foros y wikis que usuarios de todo el mundo mantienen en constante renovación.

Clasificación, selección y validación de los recursos digitales: en esta actividad es donde se decide el medio o conjunto de ellos que resulten factibles para los propósitos a alcanzar. Resulta necesario tener en cuenta para ello algunos requisitos didácticos, tales como: características del profesor y los estudiantes; objetivo, contenido y métodos; condiciones materiales existentes y/o a crear; dominio del lenguaje del recurso digital. Todos estos requisitos deben verse en sistema para lograr una correcta selección, sin embargo, el conocimiento profundo de las posibilidades y limitaciones de cada recurso digital a partir de las funciones que esta emplea, constituye un elemento que todo profesor debe dominar y por tanto capacitarse en este sentido.

Para la fase de implementación fueron seleccionados 5 recursos digitales (RD), cada uno fue sometido a evaluación por los 5 expertos que acompañan el proceso. La tabla 2 muestra los

resultados de la validación de los recursos seleccionados para la intervención educativa que se proponen esta investigación.

Tabla 2. Validación de los recursos digitales seleccionados para la intervención.

Indicador	RD	RD 2	RD 3	RD 4	RD 5
	1				
El contenido del recurso digital está claramente escrito.	4,14	4,29	4,43	4,29	4,14
El contenido no presenta errores u omisiones que pudieran confundir o equivocar la interpretación de los contenidos.	4,29	4,43	4,43	4,29	4,71
El contenido estimula a los estudiantes a desarrollar competencias interdisciplinarias y específicas.	3,86	3,71	3,83	4,14	4,14
El recurso es atractivo, motivador e interactivo.	4	3,71	3,86	4,14	4,14
El recurso apoya actividades introductorias, de refuerzo o sumativas.	4,29	4,29	4,71	4,14	4,71
El contenido es relevante para los intereses y para las metas personales de los estudiantes.	4,43	4,29	4,86	4,43	4,86
El contenido es relevante según el tema tratado y el objetivo pedagógico.	4,57	4,43	4,86	4,43	4,86

Nota: RD: Recurso digital; el resultado muestra la media, donde: 1: Totalmente en desacuerdo; 2: En desacuerdo; 3: Parcialmente de acuerdo; 4: De acuerdo; 5: Totalmente de acuerdo

Los cinco recursos digitales fueron validados por el conjunto de expertos que participaron en la actividad.

Fase 3. Intervención educativa

Los objetivos de aprendizaje y el contenido fueron los mismos para los estudiantes del GC y del GE. En las clases de geometría, los estudiantes de GC utilizaron libros de texto, herramientas geométricas, por ejemplo, regla, triángulo geométrico, compás, y los cuadernos. Para los fines del estudio, los estudiantes del GE, recibieron la preparación con el empleo de los recursos digitales. En el proceso de aprendizaje se enfatizó la visualización y la exploración de conceptos geométricos a través de la manipulación de representaciones virtuales interactivas.

La implementación la intervención se realizó en el segundo semestre de 2023 y tuvo una duración de 4 semanas. El procedimiento para la asignación y trabajo en los proyectos asignados se realizó de la siguiente manera.

Preparación

- 1 El profesor preparó a los estudiantes para comenzar a aprender.
- 2 Los estudiantes recibieron una guía para la utilización de los recursos de aprendizaje digitales.
- 3 El profesor transmitió los objetivos de aprendizaje y explicó las actividades a realizar.
- 4 El profesor asignó un proyecto a cada estudiante.
- 5 Las actividades se desarrollaron en el laboratorio de computación de la Escuela de Educación Básica.

Exploración

- 1 El profesor explicó los conocimientos previos como concepto básico para realizar actividades y comprender los temas asignados.
- 2 Los estudiantes exploraron los recursos digitales, reprodujeron animaciones y generalizaron conceptos a través de las actividades diseñadas en el proyecto.
- 3 Los estudiantes realizaron algunas preguntas del procedimiento; y comenzaron a trabajar en equipo.
- 4 Los estudiantes realizaron tres iteraciones de la actividad antes de entregar los artefactos evaluativos. Como software de simulación trabajaron con Geogebra en el laboratorio.
- 5 El profesor brindó orientación a los estudiantes que enfrentaron dificultades.

- 6 Los estudiantes tuvieron la oportunidad de presentar los resultados de la discusión a través de recursos de multimedia desarrollados por ellos mismos.
- 7 El profesor dirigió a los estudiantes a sacar conclusiones y enfatizar en la aplicación práctica de los conceptos y conocimientos adquiridos para encontrar y resolver problemas.

En el laboratorio, se llevaron a cabo prácticas de construcciones geométricas básicas utilizando GeoGebra, con el objetivo de explorar y familiarizarse con las herramientas del software. Es importante destacar que el uso de GeoGebra requirió un aprendizaje previo para garantizar un nivel mínimo de competencia en su manejo. Sin este nivel de competencia, los estudiantes pueden distraerse resolviendo dificultades técnicas en lugar de enfocarse en tareas de argumentación y razonamiento. Posteriormente, se abordaron problemas de geometría plana de forma cooperativa y colaborativa utilizando el programa.

Los estudiantes aprendieron sobre conceptos geométricos básicos y construyeron representaciones conceptuales, con especial énfasis en la visualización de conceptos geométricos a través de diversas actividades utilizando tecnologías digitales, aprendiendo a través de la investigación y la resolución de problemas utilizando diferentes materiales de aprendizaje digitales, los cuales fueron preparados para el propósito de la investigación.

Fase 4. Monitoreo y control

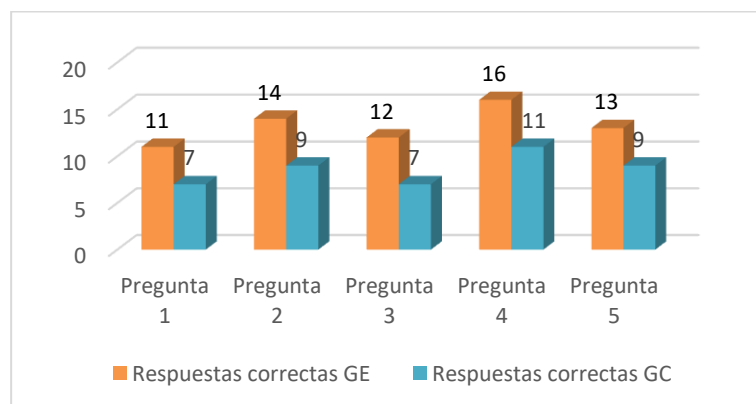
Esta actividad tiene como objetivo explorar si el aprendizaje de geometría plana con recursos digitales se refleja en mayores logros de los estudiantes en la resolución de problemas geométricos con aplicación práctica. El postest se realizó una semana después de la intervención, en las mismas condiciones y con el mismo evaluador. Para cada instrumento de medición, se analizó la objetividad, confiabilidad, validez y dificultad, así como la discriminación de las tareas. La confiabilidad de ambas pruebas se calculó utilizando el coeficiente alfa de Cronbach, que muestra niveles de confiabilidad aceptables, para ambas pruebas fue superior a 0,8. Los resultados fueron evaluados uniformemente de acuerdo con criterios predeterminados para todos los estudiantes evaluados en ambos grupos, asegurando así la objetividad de ambas pruebas. La tabla 3 muestra los principales resultados.

Tabla 3. Puntuación media (M) y Desviación Estándar (DE) de los estudiantes participantes en el estudio.

Grupo	n	Prueba	M	DE
Experimental	n=17	Pretest	7.64	1.80
	n=17	Posttest	9.05	1.25
Media de ganancia			1.41	
Control	n=18	Pretest	7.47	1.53
	n=18	Posttest	7.52	1.58
Media de ganancia			0.05	

Los resultados de la tabla 3 mostraron que la aplicación de los recursos digitales fue más efectiva para mejorar el aprendizaje de los estudiantes en geometría plana (puntuación media posttest = 9.05; con una media de ganancia = 1,41), que el aprendizaje tradicional basado en problemas (puntuación media posttest = 7.52; con una media de ganancia = 0.05). En la figura 3 se muestra el número de respuestas correctas resueltas por el grupo experimental y de control.

Figura 3. Número de respuestas correctas resueltas por el grupo experimental y de control. Posttest.



Adicionalmente, se evaluaron los proyectos de los estudiantes. La tabla 4 resume el logro promedio de cada indicador de habilidades de geometría plana aplicada a la agricultura.

Tabla 4. Logro promedio de cada indicador de las habilidades de resolución de problemas de geometría plana.

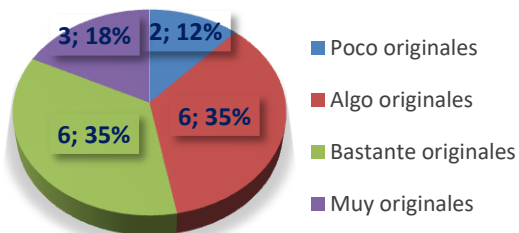
Indicador	Habilidades	Logro promedio
Consolidar ideas o conceptos geométricos por escrito	Los estudiantes pueden escribir lo que saben de geometría plana, y pueden expresar el método utilizado para resolver el problema.	88.23% (15 de 17 estudiantes)
Interpretar ideas o conceptos geométricos en forma de gráficos, imágenes o tablas.	Los estudiantes pueden representar el proceso de resolver el problema usando imágenes, gráficos o el informe escrito.	76.47% (13 de 17 estudiantes)
Expresar correctamente los resultados	Los estudiantes completan los procedimientos y cálculos de forma correcta	94.11% (16 de 17 estudiantes)

En la prueba posterior, los estudiantes que recibieron la enseñanza de geometría con el uso de recursos digitales obtuvieron significativamente más éxito en el número total de puntos. Los hallazgos muestran que el método de enseñanza es un factor decisivo en el aprendizaje de los estudiantes en geometría plana, y que la plena coordinación de la enseñanza en el aula con la práctica informática es de primordial importancia, lo que requiere un cambio de los métodos de enseñanza tradicionales, incorporando atención a las diferentes necesidades y logros de los estudiantes; y teniendo en cuenta que a diferencia de los estudiantes del grupo de control, los estudiantes del grupo experimental recibieron un modelo diferente de lecciones de geometría, se puede asumir que el aprendizaje con recursos digitales también contribuyó al alto rendimiento de los estudiantes en el grupo experimental. Otros indicadores evaluados fueron la originalidad, la creatividad, la motivación y la elaboración. La figura 4 muestra el comportamiento de estos indicadores:

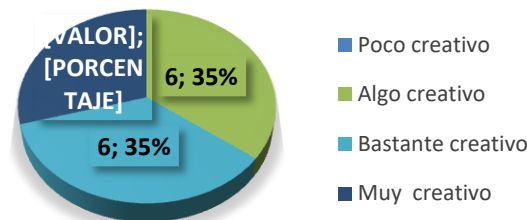
Figura 4. Evaluación de los indicadores: originalidad, creatividad, motivación y elaboración.

Originalidad: ¿Qué tan innovadoras fueron las Creatividad: ¿Cómo fue el nivel de creatividad

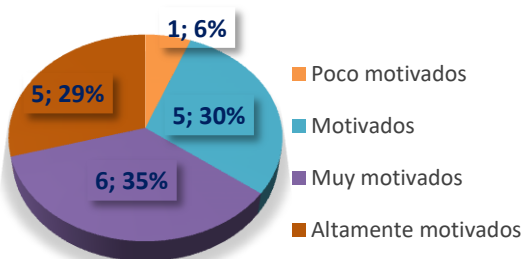
ideas en el proyecto?



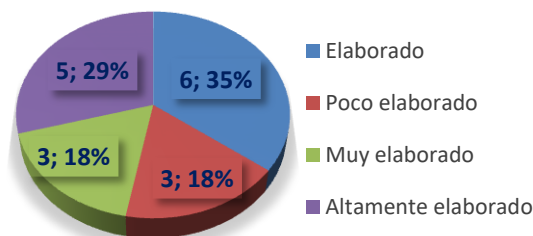
en la ejecución del proyecto?



Motivación: ¿Qué tan motivados se mostraron los estudiantes en el trabajo asignado?



Elaboración: ¿Cómo estuvo el nivel de detalle y cuidado en la elaboración del proyecto?



Sobre la base de los resultados de la prueba de habilidades de resolución de problemas de geometría plana, la observación y las entrevistas con los estudiantes, se pudo identificar que un procedimiento que a menudo los estudiantes consideraron difícil, fue desarrollado con facilidad con el empleo de los recursos digitales. Además, el interés y la comprensión de los conceptos básicos fueron superiores dado que pudieron aplicarlos a una problemática real y familiar para ellos como lo es la agricultura. Además, se encontró que dominaban los conceptos básicos necesarios para resolver el problema planteado, pero tenían dificultades para demostrar la veracidad de sus ideas en el informe escrito.

Los resultados de las entrevistas con los estudiantes sobre el uso de la tecnología, en forma de recursos de aprendizaje, mostraron que estos podrían aumentar el interés de los estudiantes en estudiar geometría plana porque fueron capacitados para trabajar de manera independiente y responsable. La estrategia propuesta permitió que la intervención se desarrollara con un mayor

grado de estructuración, y la exploración con el software GeoGebra les permitió mejorar la creatividad y la innovación.

Interpretación de los resultados

Se encontró que el puntaje promedio de las habilidades para la resolución de los proyectos de los estudiantes fue de 84.06% y el nivel de completitud del aprendizaje obtenido fue de 83.37%. Estos puntajes reflejan que se cumplieron los criterios efectivos, lo que significa que los recursos de aprendizaje digitales de geometría plana, pudieron mejorar las habilidades, destrezas y conocimientos de los estudiantes. Además, los estudiantes respondieron positivamente (88.23%) al uso de recursos digitales para el aprendizaje de la geometría plana.

Los resultados obtenidos demuestran la flexibilidad interpretativa que rodea a un recurso digital empleado para el aprendizaje de la geometría plana, y la forma en que orientaciones educativas más amplias influyen en las concepciones de su uso.

Los resultados de la intervención muestran un impacto positivo de la estrategia didáctica propuesta, en el rendimiento de los estudiantes. En la prueba posterior, los estudiantes del grupo experimental (GE) obtuvieron resultados significativamente mejores que los estudiantes del grupo de control (GC).

La media de ganancia de los estudiantes a los que se les enseñó geometría plana con recursos digitales fue de 1,41 mientras que la de los estudiantes a los que se les enseñó el método de aprendizaje tradicional fue de 0.05. Los resultados indican que el grupo experimental obtuvo una media de ganancia significativamente mayor, lo que evidencia una comprensión más profunda de los contenidos, los conceptos y de las relaciones que se establecen entre ellos. Esto implica que los estudiantes que aprendieron geometría plana utilizando recursos digitales mejoraron su rendimiento en comparación con los estudiantes del grupo de control.

Limitaciones del experimento: el pretest y postest se realizaron con exámenes escritos sin la utilización de recursos digitales.

Encuesta a estudiantes

Adicionalmente se aplicó una encuesta a los estudiantes del grupo experimental, para conocer su percepción con respecto al uso de recursos digitales para mejorar el aprendizaje de la geometría plana. Los resultados alcanzados se muestran en la tabla 5.

Tabla 5. Encuesta aplicada a los estudiantes del GE luego de la intervención educativa. (n=15)

Afirmación	M	DE
El uso de herramientas digitales facilita el aprendizaje de la geometría plana	4,33	0,90
Las herramientas digitales ayudan a visualizar mejor los conceptos geométricos	4,67	0,72
Las herramientas digitales permiten practicar de manera más interactiva los cálculos de perímetros y áreas en geometría plana.	4,20	0,41
El uso de herramientas digitales ayuda a comprender mejor las propiedades y teoremas geométricos.	4,67	0,72
Prefiero aprender geometría plana con herramientas digitales que de la forma tradicional (papel y lápiz).	4,00	0,85
Las herramientas digitales permiten explorar y experimentar con figuras geométricas de manera más creativa.	4,87	0,52
Recomendaré el uso de herramientas digitales para el aprendizaje de geometría plana a otros estudiantes.	4,93	0,26
La clase de geometría plana debe incluir el uso de recursos audiovisuales para poder comprender mejor al profesor.	4,13	0,64
He notado una mejora en mi desempeño en geometría plana desde que empecé a utilizar herramientas digitales.	4,13	0,92

Nota: M: Media; DS: Desviación estándar; 1=Totalmente en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3= Parcialmente de acuerdo, 4=De acuerdo y, 5= Totalmente de acuerdo

Adicionalmente, los estudiantes manifestaron que quieren probar otra materia usando otros recursos digitales; y que esperan que todas las materias de matemáticas puedan utilizar software dinámico.

Encuesta a profesores

Para conocer la opinión de los docentes que participaron en el estudio, sobre la utilidad de la estrategia didáctica propuesta y el empleo de los recursos educativos digitales (RED) en la enseñanza de la geometría plana, se aplicó una encuesta al finalizar la intervención. Los resultados se muestran en la tabla 6.

Tabla 6. Encuesta aplicada a los docentes que participaron en la intervención educativa (n=8).

Afirmación	M	DE
Los RED propician varios tipos de aprendizaje que pueden ser individuales o grupales.	4,36	0,67
El nivel de aprendizaje significativo de geometría plana es influenciado por la utilización de los RED dentro del aula de clases.	4,00	1,18
Los estudiantes se mantienen concentrados en la clase cuando se utilizan los RED como complemento.	4,55	0,52
El uso de los RED aumenta la calidad de los procesos educativos que se aplican en el aula de clases.	3,91	1,04
El uso de los RED permite la utilización de principios heurísticos, que con otros medios resultan casi imposible de aplicar, como es el caso de la movilidad, la inducción, la generalización, entre otros.	4,55	0,82
Estoy considerando emplear RED en todas mis clases.	3,18	1,25
La estrategia didáctica propuesta facilita la utilización de RED de calidad en las clases.	4,82	0,40
La estrategia didáctica propuesta fortalecerá los procesos de planificación diaria de clases.	3,55	1,13
La estrategia didáctica propuesta facilita la construcción de conocimiento por parte del alumno.	4,36	0,50
Con la capacitación me siento preparado para integrar los RED a mis clases	4,09	0,54
Con la capacitación me siento preparado para crear mis propios RED para la enseñanza de la geometría plana.	2,91	1,14

Nota: M: Media; DS: Desviación estándar; 1=Totalmente en desacuerdo, 2= En desacuerdo, 3=Parcialmente de acuerdo, 4=De acuerdo y, 5= Totalmente de acuerdo

Los docentes encuestados calificaron como muy valiosa la estrategia didáctica propuesta. Así mismo estuvieron de acuerdo con que el nivel de aprendizaje significativo de geometría plana es influenciado por la utilización de los RED dentro del aula de clases (M=4,00; DS=1,18). Sin embargo, los docentes manifestaron que están parcialmente de acuerdo con emplear RED en todas sus clases (M=3,18; DS=1,25), debido a cuestiones de tiempo, pues la planificación general requiere un mayor esfuerzo. Con la encuesta también se identificó que los docentes aún no se sienten capacitados para crear sus propios recursos digitales, pero manifestaron su interés y disposición por seguir capacitándose y desarrollando las competencias digitales necesarias. Los mejores resultados obtenidos fueron con respecto al proceso de selección y validación de los RED mediante un conjunto de expertos (M=4,82; DS=0,40).

Discusión

La integración de los recursos digitales en la enseñanza de la geometría plana busca revitalizar un enfoque educativo convencional, fomentando la motivación, la iniciativa y la autonomía de los estudiantes al resolver problemas mediante software libre, práctico e intuitivo. Esto les permite adquirir conocimientos de manera significativa y abordar diversos desafíos geométricos. Los simuladores de contenido, en este contexto, permiten que los estudiantes interactúen en escenarios relevantes, enfrentándose a situaciones diseñadas por el docente y aplicando conceptos de geometría para resolver problemas del mundo real.

Si bien es cierto que la geometría es un componente clave que permite descubrir e interpretar el mundo, se ha evidenciado que en muchas instituciones educativas se le resta importancia. Desde un punto de vista didáctico, en la actualidad se cuenta con herramientas tecnológicas que complementan el proceso de enseñanza aprendizaje en la escuela, de ahí que, la creación de ambientes de aprendizajes significativos mediados por las tecnologías favorece la interdisciplinariedad entre las diferentes áreas del conocimiento.

Los resultados de esta investigación coinciden con los hallazgos de Kurbonov & Istamova (2021). La investigación de estos autores reveló resultados superiores en los estudiantes a quienes se les enseñó geometría con el uso del software GeoGebra. El estudio reportó que los estudiantes del grupo experimental obtuvieron puntuaciones más altas en su desempeño posterior a la prueba que en el desempeño previo a la prueba. Por implicación, hubo una diferencia significativa entre el desempeño previo y posterior a la prueba de los estudiantes a los que se les enseñó geometría con el uso del software GeoGebra.

Conclusiones

Los recursos educativos digitales permiten una buena visualización del plano y, por tanto, el modelado y la simulación de fenómenos y problemas de la vida real puede ser más concreto. En este sentido, los autores vincularon la aplicación de los conocimientos de la geometría plana, con las potencialidades para la agricultura. De acuerdo con el desarrollo de esta investigación y los referentes bibliográficos consultados, se evidenciaron las dificultades existentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la geometría plana, como resultado de procesos tradicionales y carentes de significación para los estudiantes, es ahí donde, el uso de los recursos digitales surgió como una valiosa herramienta que dinamizó el proceso de enseñanza y aprendizaje, y los resultados se superaron en gran medida con la implementación de la estrategia didáctica propuesta.

La estrategia didáctica propuesta orienta a los docentes del 8vo grado hacia la impartición de una lección innovadora que involucra el uso de recursos digitales para el aprendizaje de la geometría plana. La observación directa a clases permitió identificar cómo se están adaptando y ampliando los conocimientos profesionales en la enseñanza de esta disciplina. Con el uso de recursos digitales, los estudiantes del grupo experimental tuvieron representaciones tanto estáticas como dinámicas en las que podían investigar las relaciones entre objetos geométricos desde diversos aspectos.

Para mejorar la incorporación efectiva de las tecnologías digitales en la enseñanza y aprendizaje de la geometría, como respaldan los descubrimientos de este estudio, es esencial proporcionar

capacitación a los educadores e integrar el uso de estas tecnologías en los planes de estudio de matemáticas y en las evaluaciones nacionales de la materia. Basado en los resultados de obtenidos, se puede concluir de manera razonable que las herramientas digitales deben ser utilizadas como complemento a otros métodos de enseñanza, y no como sustitutos, tanto en la planificación del programa de formación docente como en su implementación.

Referencias

- Castro-Alonso, J. C., de Koning, B. B., Fiorella, L., & Paas, F. (2021). Five strategies for optimizing instructional materials: Instructor-and learner-managed cognitive load. *Educational Psychology Review*, 1-29. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10648-021-09606-9>
- Dimiceli, V. E., Lang, A. S., & Locke, L. (2010). Teaching calculus with Wolfram| Alpha. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 41(8), 1061-1071. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0020739X.2010.493241>
- Fairuzabadi, A., Tolle, H., Bachtiar, F. A., & Supianto, A. A. (2022). Geometrial: Development of Educational Digital Game for Combined Two-Dimensional Figure Learning. *Journal of Information Technology and Computer Science*, 7(1), 60-80. <https://jitecs.ub.ac.id/index.php/jitecs/article/view/339>
- Guo, J., Li, C., Zhang, G., Sun, Y., & Bie, R. (2020). Blockchain-enabled digital rights management for multimedia resources of online education. *Multimedia Tools and Applications*, 79, 9735-9755. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11042-019-08059-1>
- Hu, Z.-Z., Yuan, S., Benghi, C., Zhang, J.-P., Zhang, X.-Y., Li, D., & Kassem, M. (2019). Geometric optimization of building information models in MEP projects: algorithms and techniques for improving storage, transmission and display. *Automation in Construction*, 107, 102941. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580518309890>

- Huang, H.-M. E., & Witz, K. G. (2011). Developing children's conceptual understanding of area measurement: A curriculum and teaching experiment. *Learning and instruction*, 21(1), 1-13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959475209000930>
- Khan, S. (2004). *The khan academy*. Salman Khan London, UK. <https://www.wcde.org/cms/lib/TN02209007/Centricity/Domain/106/ELA%20and%20Math%20April%2020-24.pdf>
- Kurbonov, G. G., & Istamova, D. S. K. (2021). The Role of Information Technology in Teaching Geometry in Secondary Schools. *Scientific progress*, 2(4), 817-822. <https://cyberleninka.ru/article/n/the-role-of-information-technology-in-teaching-geometry-in-secondary-schools>
- Mora, P. A., Rodríguez, A. R., Macías, V. G., & Zambrano, R. R. (2023). Estrategias didácticas en la era digital: diseño, implementación y evaluación de Recursos Educativos Digitales. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 16(9), 78-94. <https://publicaciones.uci.cu/index.php/serie/article/view/1238>
- Ng, O.-L., Shi, L., & Ting, F. (2020). Exploring differences in primary students' geometry learning outcomes in two technology-enhanced environments: dynamic geometry and 3D printing. *International Journal of STEM Education*, 7, 1-13. <https://link.springer.com/article/10.1186/s40594-020-00244-1>
- Rashevskaya, N., Semerikov, S., Zinonos, N., Tkachuk, V., & Shyshkina, M. (2020). Using augmented reality tools in the teaching of two-dimensional plane geometry.
- Turgut, M., Smith, J. L., & Andrews-Larson, C. (2022). Symbolizing lines and planes as linear combinations in a dynamic geometry environment. *The Journal of Mathematical Behavior*, 66, 100948. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0732312322000165>



Recepción: 08-06-2024 / Revisión: 20-07-2024 / Aprobación: 15-08-2024 / Publicación: 27-08-2024

- Vázquez, J. P. G., Vargas, M. A. A., Ezkauriatza, M. G., Juarros, V. I. M., Corral, L. E. V., Espinoza, J. M. O., & Doolan, M. A. (2018). Instructional strategies and information technologies used for supporting the undergraduate mathematics teaching process: Scoping review protocol. *International Journal of Educational Research*, 90, 27-31. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883035518305329>
- Verbruggen, S., Depaepe, F., & Torbeyns, J. (2021). Effectiveness of educational technology in early mathematics education: A systematic literature review. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 27, 100220. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212868920300386>
- Yang, X., & Kaiser, G. (2022). The impact of mathematics teachers' professional competence on instructional quality and students' mathematics learning outcomes. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 48, 101225. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352154622001310>