UNAE | MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA DE LAS CIENCIAS EXPERIMENTALES CON MENCIÓN EN MATEMÁTICA Y FÍSICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Maestría en Pedagogía de las Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física

Aprendizaje del teorema de Pitágoras mediante simulaciones en Tinkercad en estudiantes de décimo EGB

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Magíster en Ciencias Experimentales con mención en Matemática y Física

Autor (a): Lcdo. Anderson Damian Encalada Parapi

Tutor (a): Mg. Carlos Gonzalo Morales Figueroa.

Azogues - Ecuador

abril-junio 2026

UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN

Trabajo de Titulación

Artículo científico enviado, aceptado y/o publicado

Autor/a (maestrante)	**Anderson Damian Encalada Parapi**
CÓDIGO ORCID	https://orcid.org/0009-0004-9489-4793

Coautor/a (tutor/a)	Carlos Gonzalo Morales Figueroa
CÓDIGO ORCID	https://orcid.org/0000-0002-1458-6407

Toda la información contenida en el presente trabajo de titulación es de exclusiva responsabilidad de su autor/a (maestrante) y coautor/a (docente tutor/a), y dispone de la autorización correspondiente para su publicación.

Dedicatoria

A mi madre, por ser mi mayor fuente de inspiración, fortaleza y perseverancia. A ti, que con tu amor incondicional, tus palabras de aliento y tus sacrificios me enseñaste que todo esfuerzo tiene su recompensa y que nunca se debe renunciar a los sueños.

Este logro académico, que representa la culminación de una etapa importante de mi vida y de mi formación profesional, también es tuyo. Cada página de este trabajo lleva consigo un poco de todo aquello que me has enseñado a lo largo de mi vida: responsabilidad, constancia, humildad y la convicción de seguir adelante aun cuando el camino se vuelva difícil.

Gracias por creer en mí, por acompañarme en cada paso y por ser ese apoyo incondicional que me permitió alcanzar esta meta. Con profundo amor y gratitud, te dedico este trabajo y la culminación de mi maestría, como una pequeña muestra de reconocimiento por todo lo que has hecho por mí.

Con todo mi amor, para ti, mamá.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, sabiduría y perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación académica y profesional.

A mi madre, por su amor incondicional, su apoyo constante y por estar presente en cada momento de este camino. Gracias por creer en mí, por motivarme a seguir adelante y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia. Este logro también es fruto de su apoyo y dedicación.

Expreso mi sincero agradecimiento a mis docentes y tutores de la maestría, quienes con sus conocimientos, orientación y experiencia contribuyeron significativamente a mi formación y al desarrollo de este trabajo.

A la institución educativa que hizo posible la realización de esta investigación y, especialmente, a los estudiantes que participaron en el estudio, por su disposición, colaboración y compromiso durante el proceso.

Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, aportaron con sus palabras, conocimientos, tiempo y apoyo para que este proyecto pudiera culminarse satisfactoriamente. A todos ustedes, mi más sincero reconocimiento y gratitud.

Resumen

El presente estudio analiza el aprendizaje significativo del teorema de Pitágoras mediante el uso de simulaciones digitales en la plataforma Tinkercad, en estudiantes de décimo año de Educación General Básica en la Unidad Educativa Dr. Eulogio Astudillo. La investigación surge debido a las dificultades que presentan los estudiantes en la comprensión y aplicación de conceptos geométricos fundamentales, particularmente en la resolución de problemas asociados a este teorema, donde se presentan deficiencias en los conocimientos previos. El objetivo fue desarrollar un aprendizaje significativo del teorema de Pitágoras mediante el uso de simulaciones digitales en la plataforma Tinkercad. Se empleó un enfoque cuantitativo con diseño preexperimental de tipo pretest–postest en un solo grupo, aplicado a una muestra de 13 estudiantes. Para la recolección de datos se utilizaron pruebas estructuradas antes y después de la intervención didáctica. Los resultados evidencian una mejora significativa en el rendimiento académico, con un incremento del promedio de 1.77 a 8.15 después del desarrollo del postest. Estos hallazgos sugieren que la integración de herramientas tecnológicas interactivas facilita la comprensión conceptual y promueve el desarrollo del pensamiento espacial en los estudiantes. Se concluye que el uso de Tinkercad favorece la comprensión conceptual y el desarrollo del pensamiento espacial con el cual se genera un aprendizaje significativo.

Palabras clave: aprendizaje significativo; enseñanza de las matemáticas; pensamiento espacial; simulación por ordenador; teorema de Pitágoras.

Abstract

This study analyzes the meaningful learning of the Pythagorean theorem through the use of digital simulations on the Tinkercad platform, in tenth-grade students at the Dr. Eulogio Astudillo Educational Unit. The research arose due to the difficulties students experience in understanding and applying fundamental geometric concepts, particularly in solving problems related to this theorem, where deficiencies in prior knowledge are evident. The objective was to develop meaningful learning of the Pythagorean theorem through the use of digital simulations on the Tinkercad platform. A quantitative approach with a pre-experimental pretest-posttest design was employed with a single group, applied to a sample of 13 students. Structured tests were used for data collection before and after the didactic intervention. The results show a significant improvement in academic performance, with an increase in the average score from 1.77 to 8.15 after the posttest. These findings suggest that integrating interactive technological tools facilitates conceptual understanding and promotes the development of spatial reasoning in students. It is concluded that the use of Tinkercad fosters conceptual understanding and the development of spatial reasoning, leading to meaningful learning.

Keywords: meaningful learning; mathematics teaching; spatial thinking; computer simulation; Pythagorean theorem.

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN PARA REVISIÓN O PUBLICACIÓN

Nombre de la revista	Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET) LATINDEX – Catálogo 2.0 https://www.latindex.org/latindex/ficha/19777

Escanee y pegue en este espacio la carta, certificado o constancia de aceptación enviada por la revista, en la que se especifique claramente que el artículo ha sido:

a. Aceptado para revisión por pares;

b. Aceptado para publicación; o

c. Publicado.

Cualquiera de estas tres condiciones será válido.



5247 Confirmación de recepción Recibidos ×

Resumir este correo

Lic. Otero Natalia <editor-teyet@lidi.info.unlp.edu.ar> 19:24 (hace 19 minutos)

para mí

Parece que este mensaje está en inglés

Traducir al español

Anderson Encalada:

Gracias por enviar el artículo "Aprendizaje del teorema de Pitágoras mediante simulaciones en Tinkercad en estudiantes de décimo EGB" a Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología. Se le ha asignado el número 5247. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:
URL del manuscrito: https://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/TEyET/authorDashboard/submission/5247
Nombre de usuario/a: ander_17

Para que el artículo inicie el proceso de evaluación por pares es necesario que cumpla el formato requerido. En caso contrario, el Equipo Editorial se pondrá en contacto.

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto con nosotros. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

--
Equipo Editorial
Revista TE&ET
50 y 120 - La Plata
Tel +54 0221-4273235
http://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/

1. Introducción

La literatura especializada en educación matemática señala que la enseñanza del teorema de Pitágoras constituye un componente esencial para el desarrollo del pensamiento lógico, espacial y geométrico en los estudiantes de educación básica, debido a su papel como fundamento para el estudio de relaciones métricas y la introducción a la trigonometría (Alsina, 2016; Godino, 2013). En Ecuador, este contenido se encuentra establecido en el currículo nacional para el décimo año de Educación General Básica, orientado al desarrollo de destrezas con criterios de desempeño relacionadas con la comprensión de triángulos rectángulos y sus propiedades.

En la práctica educativa se evidencia que los estudiantes presentan dificultades persistentes en la comprensión y aplicación del teorema de Pitágoras, especialmente en la identificación de los elementos del triángulo rectángulo y en la traducción entre representaciones geométricas y expresiones algebraicas (Hiebert & Grouws, 2007). Estas dificultades se asocian, en gran medida, al carácter abstracto de los contenidos matemáticos y a la predominancia de metodologías tradicionales centradas en la memorización de fórmulas, lo que limita la construcción de significados profundos y la resolución de problemas en contextos reales.

La Unidad Educativa Doctor Eulogio Astudillo es una instrucción ubicada en la zona rural de Azogues, ya que, cuenta con mas de cuatrocientos estudiantes en todo el plantel los cursos de básica superior son muy limitados al contar únicamente con un paralelo y un promedio de 8 a 15 estudiantes en las diferentes aulas. La institución cuenta con su propio laboratorio de computo y su proyector además de internet con una señal eficiente para el uso de las maquinas, sin embargo, algunas computadoras no tienen el mantenimiento adecuado pero para el numero controlado de estudiantes se trabaja de manera optima de acuerdo al uso de Tics que se pretenda utilizar.

Esta situación restringe el desarrollo de un aprendizaje significativo, entendido como la capacidad de integrar nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previas (Ausubel, 2002), y afecta la transferencia del conocimiento a situaciones prácticas y contextualizadas. Se hace necesario incorporar estrategias didácticas innovadoras que favorezcan la visualización, la experimentación y la interacción con los conceptos matemáticos, con el fin de mejorar la comprensión conceptual y el desarrollo del pensamiento espacial.

La integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la enseñanza de las matemáticas se presenta como una alternativa pertinente y fundamentada, ya que permite representar de manera dinámica e interactiva conceptos abstractos (Cabero, 2015). En particular, el uso de simulaciones digitales mediante herramientas como Tinkercad ofrece entornos de aprendizaje que facilitan la manipulación de objetos geométricos y la exploración de relaciones métricas en triángulos rectángulos, promoviendo procesos activos de construcción del conocimiento.

El presente estudio busca analizar el impacto del uso de simulaciones digitales en Tinkercad en el aprendizaje del teorema de Pitágoras en estudiantes de décimo año de Educación General Básica, con el propósito de promover un aprendizaje significativo mediante la integración de recursos tecnológicos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La literatura reciente en educación tecnológica y matemática evidencia que la incorporación de entornos digitales interactivos favorece el desarrollo del aprendizaje significativo, al permitir la experimentación, la visualización y la construcción activa del conocimiento (Cabero, 2015; Ausubel, 2002). Herramientas como Tinkercad han sido ampliamente estudiadas por su potencial educativo en distintos campos del conocimiento. En este sentido, Chiluisa et al. (2022) desarrollaron una investigación con estudiantes de informática bajo un enfoque cuasiexperimental, demostrando que el uso de simulaciones digitales facilita la comprensión del funcionamiento de circuitos electrónicos mediante estrategias de aprendizaje por

descubrimiento, lo que se tradujo en mejoras tanto en la comprensión conceptual como en la aplicación práctica de los contenidos.

En la investigación de Pilamunga et al. (2025) evidenciaron, a través de un diseño experimental con pretest y postest, un incremento significativo en el rendimiento académico de estudiantes de bachillerato en el área de electrotecnia, pasando de un 73.2 % a un 98 %, lo que refuerza la efectividad de este tipo de herramientas para promover la participación activa, el interés y la comprensión de contenidos técnicos. En el ámbito de la educación matemática, Medina y Ruiz (2024) reportan que la integración de herramientas digitales con estrategias didácticas activas genera mejoras sustanciales en el rendimiento académico, alcanzando incrementos superiores en comparación con metodologías tradicionales.

En el contexto educativo persisten limitaciones relacionadas con el uso pedagógico efectivo de estas herramientas, particularmente en el área de la geometría, donde los estudiantes presentan dificultades en la comprensión de relaciones métricas y en la visualización de estructuras espaciales. Estas limitaciones se asocian tanto al desconocimiento inicial de las plataformas digitales como a la insuficiente integración metodológica por parte del docente, lo que restringe su impacto en el aprendizaje (Nortes y Rabadán, 2023).

Esta problemática resulta relevante debido a que la comprensión de conceptos geométricos depende en gran medida del desarrollo del pensamiento espacial, el cual ha demostrado tener una relación significativa con el rendimiento matemático (Lowrie y Logan, 2023; González et al., 2025). Diversos estudios coinciden en que la utilización de entornos tridimensionales favorece la construcción de representaciones mentales más precisas, facilitando la interpretación de relaciones métricas y la resolución de problemas geométricos.

En consecuencia, se justifica la necesidad de implementar estrategias didácticas que integren herramientas digitales como Tinkercad para fortalecer el aprendizaje de la geometría, particularmente en contenidos fundamentales como el teorema de Pitágoras. Por lo tanto, la

presente investigación propone analizar el impacto del uso de simulaciones digitales en Tinkercad en el aprendizaje de este teorema, con el propósito de promover una comprensión más profunda basada en la visualización, la interacción y la aplicación en contextos significativos.

1.1 Objetivo general

Desarrollar un aprendizaje significativo del teorema de Pitágoras mediante el uso de simulaciones digitales en la plataforma Tinkercad en estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Dr. Eulogio Astudillo Cordero.

1.2Objetivos específicos

Identificar el nivel de conocimientos previos de los estudiantes sobre el teorema de Pitágoras mediante la aplicación de un pretest.

Diseñar y aplicar una estrategia didáctica basada en simulaciones digitales en 3D utilizando la plataforma Tinkercad para la enseñanza del teorema de Pitágoras.

Evaluar el impacto de la propuesta mediante los resultados obtenidos después de la aplicación de la propuesta.

1.3 Enfoque STEAM y el uso de Tinkercad

La integración de herramientas digitales en el ámbito educativo se sustenta en enfoques interdisciplinarios como STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemática), los cuales promueven el aprendizaje basado en la resolución de problemas, la experimentación y la construcción activa del conocimiento (García et al., 2023). Tinkercad se configura como un recurso tecnológico que permite articular contenidos matemáticos con procesos de diseño, simulación y modelado, facilitando la comprensión de conceptos abstractos mediante experiencias prácticas y visuales.

El enfoque STEAM fomenta el desarrollo de competencias cognitivas, tecnológicas y creativas a través del “aprender haciendo”, favoreciendo la participación activa del estudiante en

su propio proceso de aprendizaje. En el caso del teorema de Pitágoras, este enfoque permite que los estudiantes exploren y comprendan las relaciones métricas en triángulos rectángulos mediante representaciones dinámicas y manipulables, fortaleciendo la construcción de significados matemáticos.

El uso de Tinkercad contribuye al desarrollo de habilidades como la visualización espacial, el razonamiento lógico y la integración de conocimientos interdisciplinarios, capacidades fundamentales para la comprensión de relaciones geométricas. No obstante, su implementación efectiva requiere que el docente posea competencias tecnológicas básicas que permitan una adecuada mediación pedagógica en entornos digitales.

1.4 Enseñanza del teorema de Pitágoras

La enseñanza del teorema de Pitágoras constituye un eje central en la formación matemática, debido a su contribución al desarrollo del razonamiento lógico, la resolución de problemas y el pensamiento espacial, sin embargo, su aprendizaje suele verse limitado por enfoques tradicionales centrados en la aplicación mecánica de fórmulas, lo que dificulta la comprensión conceptual y la transferencia del conocimiento a contextos reales.

Estudios recientes evidencian que la incorporación de metodologías activas y recursos tecnológicos mejora significativamente la comprensión de los contenidos matemáticos, favoreciendo procesos de aprendizaje profundo (Tuong et al., 2023; Martín-Cudero et al., 2024). El uso de simulaciones digitales permite representar de forma dinámica las relaciones entre los lados de un triángulo rectángulo, facilitando la comprensión del teorema más allá de su formulación algebraica.

1.5 Tinkercad como recurso educativo

Tinkercad es una plataforma digital gratuita desarrollada por Autodesk que permite el diseño de modelos tridimensionales, la simulación de circuitos electrónicos y la programación de dispositivos en un entorno virtual interactivo. Su interfaz accesible facilita su incorporación

en contextos educativos, incluso en niveles de educación básica, ampliando las oportunidades de aprendizaje.

Según Erdogan y Demirbilek (2023), esta herramienta resulta adecuada para actividades de simulación y diseño; sin embargo, algunos usuarios pueden presentar dificultades iniciales relacionadas con la navegación o configuración, lo que evidencia la necesidad de acompañamiento docente. A pesar de ello, su principal ventaja radica en la posibilidad de realizar prácticas sin requerir recursos físicos, favoreciendo el acceso equitativo a experiencias de aprendizaje.

En el ámbito educativo, Tinkercad permite a los estudiantes explorar, diseñar y validar ideas mediante la experimentación, promoviendo procesos de aprendizaje activos, autónomos y contextualizados.

1.6 Ventajas pedagógicas de las simulaciones digitales

El uso de simulaciones digitales en educación presenta múltiples beneficios asociados a la visualización, la experimentación y la optimización de recursos. Según Jacob (2021), estas herramientas permiten desarrollar prácticas virtuales en las que los estudiantes pueden identificar errores, analizar resultados y comprender sus implicaciones sin riesgo para materiales físicos.

Las simulaciones favorecen el aprendizaje por descubrimiento y el desarrollo de habilidades como la resolución de problemas, el pensamiento lógico y la creatividad, elementos esenciales en la enseñanza de la geometría. Estas características facilitan la representación y análisis de relaciones espaciales de manera dinámica e interactiva.

Investigaciones recientes, como la de Cengiz et al. (2024), evidencian que el uso de Tinkercad genera experiencias de aprendizaje motivadoras y participativas, fortaleciendo tanto competencias cognitivas como técnicas, lo que respalda su incorporación como recurso didáctico en la enseñanza de contenidos matemáticos.

1.7 Aprendizaje significativo

El aprendizaje significativo, propuesto por David Ausubel, se fundamenta en la integración de nuevos conocimientos con estructuras cognitivas previas, lo que permite una comprensión profunda, funcional y duradera. Este proceso requiere la disposición del estudiante, la organización lógica de los contenidos y la aplicación de estrategias didácticas adecuadas (da Silva, 2022).

El uso de herramientas digitales en este contexto favorece la construcción del conocimiento al posibilitar la representación visual e interactiva de conceptos abstractos, facilitando la conexión entre teoría y práctica. La incorporación de Tinkercad en la enseñanza del teorema de Pitágoras permite a los estudiantes manipular, explorar y experimentar con relaciones geométricas, fortaleciendo la comprensión conceptual.

De este modo, las simulaciones digitales se constituyen como una estrategia pedagógica que promueve aprendizajes significativos, al involucrar activamente al estudiante en la construcción de su conocimiento y favorecer la transferencia a contextos reales.

2. Métodos y materiales

2.1 Enfoque y diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es pre experimental, al aplicar pretest y postest con un grupo de estudiantes, debido a que, se pretende analizar los avances de los alumnos generados al aplicar una intervención didáctica mediante el uso de la herramienta Tinkercad, sin aplicar un grupo control ni otros participantes. En la investigación de Sampieri y otros (2014), menciona que en investigaciones educativas es frecuente este tipo de diseño, ya que, analiza el impacto de una intervención pedagógica en las condiciones normales del aula. Finalmente, con esto se puede decir que resulta pertinente la utilización de este diseño para evaluar el efecto del uso de Tinkercad para el aprendizaje de teorema de Pitágoras.

En la investigación de Creswell y Plano (2018), nos menciona que los datos cualitativos y

cuantitativos nos permiten obtener una comprensión profunda del fenómeno educativo planteado, recalcando el impacto de las intervenciones pedagógicas a través de la tecnología. Finalmente, este estudio se aplicará en estudiantes de Primero de Bachillerato General Unificado (BGU), con el objetivo de analizar el efecto del uso de Tinkercad en trigonometría (teorema de Pitágoras) generando un aprendizaje significativo.

La intervención didáctica desarrollada en esta investigación se fundamenta en el currículo nacional ecuatoriano para el subnivel de Educación General Básica Superior, específicamente en el área de Matemática para décimo año. Se trabajó con la destreza con criterio de desempeño relacionada con la aplicación del teorema de Pitágoras en la resolución de problemas en triángulos rectángulos, orientada al desarrollo del razonamiento lógico y la comprensión de relaciones métricas.

En correspondencia con el currículo, se consideraron indicadores de evaluación que permiten evidenciar el nivel de logro de los estudiantes, tales como la identificación de los elementos del triángulo rectángulo, la correcta aplicación de la relación pitagórica y la resolución de problemas contextualizados. Estos indicadores fueron utilizados como base para el diseño del pretest y postest, así como para la evaluación del proceso de aprendizaje durante la implementación de la estrategia didáctica.

La investigación se enmarca en lo establecido por la Ley Orgánica de Educación Intercultural (LOEI), la cual promueve una educación de calidad basada en principios de equidad, inclusión y desarrollo integral del estudiante. En este contexto, el uso de herramientas tecnológicas como Tinkercad responde al lineamiento de innovación educativa, favoreciendo metodologías activas que potencian el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias.

2.2 Participantes (muestra)

La muestra estuvo conformada por 13 estudiantes de décimo año de Educación General Básica pertenecientes a la Unidad Educativa Dr. Eulogio Astudillo Cordero, seleccionados

mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido al acceso directo al grupo durante el desarrollo de la investigación. Los participantes se encontraban en un rango etario acorde a su nivel educativo y compartían características académicas similares, lo que permitió trabajar en un contexto homogéneo.

La elección de este grupo respondió a la necesidad de intervenir en un entorno real de aula, donde previamente se habían identificado dificultades en la comprensión del teorema de Pitágoras, especialmente en la aplicación de la fórmula y la interpretación de relaciones geométricas.

Asimismo, la participación de los estudiantes se desarrolló bajo condiciones habituales de enseñanza, respetando los lineamientos institucionales y garantizando un proceso de aprendizaje contextualizado, lo que permitió obtener resultados representativos de la práctica educativa cotidiana.

2.3 Variables de estudio

En la investigación planteada la variable dependiente a estudiar es el aprendizaje de la trigonometría, lo cual, se comprende como la el nivel de entendimiento conceptual y procedimental que logran los alumnos en trigonometría (teorema de Pitágoras), evaluado mediante un pretest de diez preguntas donde responden a cinco criterios y de igual manera un postest. La variable independiente es el uso de Tinkercad como herramienta tecnológica de simulación, empleada específicamente para el diseño e implementación de nuevas actividades didácticas orientadas a la resolución de ejercicios, medición de ángulos, se dice que son nuevas actividades porque anterior al pretest se desarrolló el proceso de enseñanza aprendizaje con una metodología tradicional.

La relación que marca entre las dos variables se sustenta en el enfoque de aprendizaje mediante tecnología (Tinkercad), siendo el uso pedagógico de simuladores para generar un aprendizaje significativo y un mejor desempeño académico de los estudiantes.

Tabla 1: Operacionalización de la variable dependiente

Conceptualización	Dimensión	Categoría	Indicador	Técnica
El aprendizaje del teorema de Pitágoras y las resoluciones mediante la fórmula. (Hallar los catetos o la hipotenusa e identificación de triángulos.)	Comprensión conceptual	-Reconoce definiciones y elementos del teorema de Pitágoras	- Identifica elementos del triángulo rectángulo - Define cada elemento.	Pretest
	Aplicar los procedimientos	Aplicar la formula y su procedimiento	-Aplicar el procedimiento -Resuelve los ejercicios correctamente.	Actividades en el aula
	Nivel de aprendizaje alcanzado	Desempeño académico	Pensamiento espacial al momento de desarrollar los ejercicios	Participación activa

Nota. Elaboración propia

Tabla 2: Operacionalización de la variable independiente

Conceptualización	Diemnsion	Categoría	Indicador	Técnica
Uso de Tinkercad como herramienta tecnológica para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de los conceptos matemáticos mediante la experimentación y visualización	Interacción en la interfaz de Tinkercad	Utiliza e identifica las funciones básicas de Tinkercad	- Correcto manejo de Tinkercad - Tinkercad para resolver ejercicios	Guía de observación
	Participación activa	Participación frente al uso del recurso Tinkercad	- Participación activa en Tinkercad - Procedimiento en Tinkercad	Entrevistas a los alumnos al usar Tinkercad

Percepción de utilidad	Aprendizaje significativo mediante el uso de Tinkercad	Compara los resultados de los ejercicios y el resultado de Tinkercad -Busca errores.	Autoevaluación

Nota. Elaboración propia

2.4 Instrumentos de recolección de datos

La aplicación del pretest en esta investigación que cuenta con un diseño preexperimental ayuda a identificar el nivel inicial de conocimientos sobre la trigonometría (teorema de Pitágoras) que poseen los alumnos antes de implementar una intervención didáctica, en este caso el uso de Tinkercad, permitiendo establecer un punto de partida para evaluar con mayor severidad los cambios que se producen en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. En la investigación de Cook y Campbell (2002), nos mencionan que es fundamental el uso de mediciones previas en investigaciones cuasi experimentales para analizar y controlar las diferencias iniciales y finales del aprendizaje en los alumnos y para fortalecer la validez interna del estudio. En el desarrollo de este pretest facilita la detección de concepciones previas e incluso solventar dificultades conceptuales previas, también el uso de la interfaz de la herramienta tecnológica Tinkercad para un manejo rápido y preciso.

Objetivo: Evaluar el nivel de conocimientos previos de los alumnos de Décimo de Educación General Básica sobre el teorema de Pitágoras, anterior a la aplicación de la propuesta

didáctica mediante Tinkercad.

Rúbrica del pretest

Tema: Trigonometría (Teorema de Pitágoras)

Evaluación: El pretest de esta investigación será una evaluación diagnóstica aplicada antes de la intervención didáctica con Tinkercad, por ende, tendrá un carácter no calificativo.

Tabla 3: Correspondencia entre el pretest y postest (10 preguntas) y su rúbrica

Criterio de la rubrica	Preguntas	Justificación
Reconocer el triángulo rectángulo	Pregunta 1 y 2	Identificar los componentes del triángulo rectángulo, catetos e hipotenusa a través de esquemas y selección conceptual.
Comprensión conceptual del teorema de Pitágoras	Preguntas 3 y 4	Aplicar el concepto del teorema de Pitágoras y la relación con los lados del triángulo rectángulo.
Aplicación de la fórmula ($a^2 + b^2 = c^2$)	Preguntas 5 y 6	Sustituyen correctamente los datos en la fórmula para realizar las operaciones correspondientes.
Resolución de problemas numéricos	Preguntas 7 y 8	Valoran el procedimiento para hallar el lado desconocido, ya sea, el cateto o la hipotenusa.

Resolución de problemas de forma implícita	Preguntas 9 y 10	Transfieren el conocimiento a situaciones reales que están de manera implícita en el problema.

Nota. Elaboración propia

2.6 Procedimiento y análisis

Fase diagnostica

La resolución del pretest se desarrolló en la primera clase de la intervención, la cual, se realizó el día jueves en una hora de clase (45 minutos), esta clase se desarrolló a las 7:30 de la mañana donde se dialogó con los estudiantes sobre el tema de la intervención que realizará, la maestra de matemáticas se encontraba en el bloque curricular (funciones lineales), sin embargo el siguiente tema sería justamente el teorema de Pitágoras lo que beneficio al momento de la carga de contenidos de los estudiantes. El uso de la plataforma Tinkercad se realizará en las siguientes clases, ya que, el aula de computación estaba indispuesta, entonces se preparó las computadoras para los estudiantes.

La resolución del pretest se desarrolló con los estudiantes en una clase tradicional en el aula, donde se reforzó los conocimientos previos como: tipo de triángulos, resolución de las fórmulas y aplicación del teorema de Pitágoras en problemas de la vida cotidiana, ya que, en el pretest están presentes este tipo de preguntas de manera implícita. Con esto se solventó las dudas de los estudiantes al recordar la resolución de los ejercicios, esta primera clase también es importante para obtener los datos de identificación de los alumnos para su libre ingreso en la clase de la plataforma de Tinkercad, entonces los alumnos y su docente sabían cuál sería el

objetivo de la investigación realizada y la manera de trabajar.

La primera fase de la investigación se desarrolló durante las dos primeras sesiones de clase y tuvo como propósito identificar el nivel de conocimientos previos de los estudiantes sobre el teorema de Pitágoras, así como observar su desempeño dentro de una dinámica de enseñanza tradicional.

En la primera sesión se aplicó un pretest a los 13 estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Dr. Eulogio Astudillo Cordero. Este instrumento permitió evaluar los conocimientos iniciales de los estudiantes en relación con la identificación de triángulos rectángulos, el reconocimiento de sus elementos (catetos e hipotenusa) y la aplicación del teorema de Pitágoras en ejercicios básicos.

Los resultados obtenidos evidenciaron un bajo nivel de dominio conceptual sobre el contenido evaluado. La mayor parte de los estudiantes presentó dificultades para reconocer la relación entre los lados de un triángulo rectángulo y aplicar correctamente la fórmula del teorema de Pitágoras en la resolución de problemas. En particular, una proporción significativa de estudiantes obtuvo calificaciones en los niveles más bajos de la escala de evaluación, lo que permitió identificar la necesidad de reforzar este contenido mediante estrategias didácticas diferentes a las utilizadas tradicionalmente.

Durante la segunda sesión se impartió una clase utilizando una metodología tradicional basada principalmente en la explicación del contenido por parte del docente y la resolución de ejercicios en el aula. Esta sesión permitió observar la participación de los estudiantes y su forma de abordar los ejercicios planteados. A pesar de que algunos estudiantes lograron comprender parcialmente los procedimientos, se evidenció que varios de ellos continuaban presentando dificultades para visualizar la relación geométrica entre los lados del triángulo rectángulo, lo cual reforzó la necesidad de implementar una propuesta didáctica apoyada en recursos tecnológicos que facilitarán la comprensión del contenido.

Segunda clase (resultados del pretest)

Con el propósito de identificar el nivel de conocimientos previos de los estudiantes sobre el teorema de Pitágoras, se aplicó un pretest a los 13 estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Dr. Eulogio Astudillo Cordero.

Los resultados obtenidos evidencian un bajo nivel de dominio conceptual sobre el contenido evaluado. La mayoría de los estudiantes presentó dificultades para identificar la relación entre los lados de un triángulo rectángulo y para aplicar el teorema de Pitágoras en la resolución de problemas.

Tabla 4: Calificaciones del pretest

Calificación	Frecuencia	Porcentaje
1	9	69.2 %
2	1	7.7 %
3	1	7.7 %
4	1	7.7 %
5	1	7.7 %
Total	13	100 %

Nota. Elaboración propia

Como se observa en la Tabla 4, el 69.2 % de los estudiantes obtuvo la calificación mínima, lo cual evidencia importantes dificultades en la comprensión del teorema de Pitágoras antes de la intervención didáctica. En la resolución de los ejercicios existían dudas sobre la resolución del teorema de Pitágoras, incluso algunos escriben que no recordaban el procedimiento, lo cual, evidencia la carencia de un aprendizaje significativo, los principales errores en la sustitución en la fórmula$a^2 + b^2 = c^2$, en donde no identifican cuál era el valor de las incógnitas, no identificar los catetos y la hipotenusa, lo que les obligaba a adivinar las respuestas y desarrollarlas sin el procedimiento. La docente a cargo mencionaba que este tema

lo revisaron el anterior año escolar, sin embargo, sus bases estaban inadecuadas.

Fase de intervención

La segunda fase de la investigación correspondió a la implementación de la propuesta didáctica basada en el uso de la plataforma Tinkercad, la cual se desarrolló en varias sesiones de clase entre el 27 de febrero y el 9 de marzo. Durante este período se llevaron a cabo diferentes actividades orientadas a fortalecer la comprensión del teorema de Pitágoras mediante la visualización, el diseño de modelos tridimensionales y la resolución de problemas contextualizados.

La primera sesión de esta fase se desarrolló el 27 de febrero, en la cual los estudiantes tuvieron un primer acercamiento a la plataforma Tinkercad. En esta clase se explicó el funcionamiento general de la herramienta, permitiendo que los estudiantes explorarán la interfaz, particularmente el apartado de modelos 3D. Durante esta actividad los estudiantes aprendieron a manipular objetos, modificar dimensiones y utilizar las herramientas básicas de diseño, lo que les permitió familiarizarse con el entorno de trabajo de la plataforma.

Posteriormente, en la sesión del 2 de marzo, cuya duración fue de una hora, los estudiantes desarrollaron una actividad inicial relacionada con la creación de rampas virtuales utilizando las herramientas de diseño de Tinkercad. Esta actividad tuvo como finalidad despertar el interés de los estudiantes y generar curiosidad sobre la aplicación del teorema de Pitágoras en situaciones de la vida cotidiana. Durante esta clase también se introdujo el uso del entorno Sim Lab dentro de la plataforma, lo cual permitió que los estudiantes observan cómo los modelos diseñados podían relacionarse con situaciones prácticas.

En la clase del 3 de marzo, se trabajó en la resolución de ejercicios diseñados específicamente para la investigación. Estos problemas fueron planteados en contextos cotidianos con el objetivo de facilitar la comprensión del contenido matemático. Entre los ejercicios propuestos se incluyeron situaciones relacionadas con la construcción de puentes,

diseño de rampas para sillas de ruedas y estructuras inclinadas utilizadas en construcciones, permitiendo que los estudiantes relacionen el teorema de Pitágoras con aplicaciones reales.

Durante la sesión del 4 de marzo, cuya duración también fue de una hora, los estudiantes continuaron resolviendo los ejercicios iniciados en la clase anterior. Este tiempo adicional permitió que los estudiantes revisarán sus procedimientos, discutieron posibles soluciones y consolidaron la aplicación del teorema de Pitágoras en los problemas planteados.

En la clase desarrollada el 5 de marzo, se realizó una actividad de trabajo colaborativo en la que los estudiantes se organizaron en cinco grupos, cuatro de ellos conformados por tres integrantes y uno por cuatro estudiantes. La actividad consistió en que cada grupo diseñara una situación de la vida real en la cual pudiera aplicarse el teorema de Pitágoras. Posteriormente, cada grupo presentó su propuesta al resto de la clase, explicando el problema planteado y el procedimiento utilizado para su resolución. Esta dinámica permitió fomentar la participación activa, el trabajo en equipo y el intercambio de ideas entre los estudiantes. Al finalizar la clase se desarrolló una actividad de evaluación formativa utilizando la plataforma Kahoot, lo cual permitió reforzar los contenidos trabajados de manera dinámica.

En la sesión del 6 de marzo se continuó con actividades de trabajo grupal. En esta ocasión, los estudiantes resolvieron una serie de ejercicios adicionales diseñados por el docente, los cuales estaban orientados a fortalecer la aplicación del teorema de Pitágoras en diferentes contextos. De igual manera, al finalizar la sesión se aplicó nuevamente una actividad de evaluación mediante Kahoot, con el objetivo de verificar la comprensión de los contenidos y mantener un ambiente de aprendizaje participativo.

Fase de evaluación

La tercera fase de la investigación correspondió a la evaluación final del aprendizaje alcanzado por los estudiantes luego de la implementación de la propuesta didáctica. Esta fase se desarrolló el 9 de marzo, fecha en la cual se aplicó el postest a los estudiantes participantes.

El objetivo de esta evaluación fue identificar posibles cambios en el nivel de comprensión del teorema de Pitágoras y comparar los resultados obtenidos con los registrados en el pretest aplicado al inicio del proceso. Los resultados del postest permitirán analizar el impacto de la estrategia didáctica basada en el uso de Tinkercad en el aprendizaje de los estudiantes.

Tabla 5: Calificaciones del postest

Calificación	Frecuencia	Porcentaje
9.5	3	23.1 %
9.0	4	30.8 %
8.5	2	15.4 %
7.5	1	7.7 %
7.0	1	7.7 %
5.0	2	15.4 %
Total	13	100 %

Nota. Elaboración propia

Los resultados obtenidos en el postest evidencian una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes en relación con el teorema de Pitágoras. El promedio general del grupo pasó de 1.77 en el pretest a 8.15 en el postest, lo que representa un incremento de 6.38 puntos en la escala de evaluación. En términos porcentuales, esto equivale a una mejora aproximada del 360 % en el rendimiento académico del grupo después de la implementación de la estrategia didáctica basada en el uso de Tinkercad.

En la resolución del postest se realizó en el laboratorio de cómputo, ya que, los ejercicios estaban expresados en los diseños de Tinkercad, lo que permitió que los estudiantes logren tener un pensamiento espacial de las preguntas, de igual manera fueron 10 preguntas y la misma rúbrica que el pretest, cambiando las preguntas. La resolución se realizó en una hora de clase

(45 minutos).

Técnicas de análisis de datos

La comparación entre los resultados obtenidos en el pretest y el postest permite identificar un incremento significativo en el rendimiento académico de los estudiantes. El promedio general del grupo aumentó de 1.77 a 8.15, lo que representa una diferencia de 6.38 puntos en la escala de evaluación utilizada. Este cambio sugiere que la implementación de la estrategia didáctica basada en simulaciones y actividades prácticas con la plataforma Tinkercad contribuyó a mejorar la comprensión del teorema de Pitágoras por parte de los estudiantes. Asimismo, se evidenció una mayor participación durante las actividades desarrolladas en el laboratorio, lo cual favoreció la construcción de aprendizajes más significativos mediante la interacción con modelos tridimensionales y la resolución de problemas contextualizados. En relación con la dispersión de los datos, la desviación estándar del pretest fue de 1.36, lo que indica que las calificaciones estaban dispersas pero concentradas en valores bajos, reflejando el escaso conocimiento previo del tema. Por su parte, en el postest la desviación estándar fue de 1.51, lo que evidencia que, aunque existe cierta variación entre las calificaciones, estas se concentran en niveles de desempeño más altos, confirmando una mejora general en el aprendizaje del grupo.

Para analizar de manera más detallada el comportamiento de los datos obtenidos, se calcularon estadísticos descriptivos correspondientes al promedio y la desviación estándar tanto del pretest como del postest. Como se observa en la Tabla 5, el promedio del pretest fue de 1.77, con una desviación estándar de 1.36, lo que refleja un bajo nivel de conocimientos previos en relación con el teorema de Pitágoras.

Posteriormente, tras la implementación de la propuesta didáctica basada en el uso de la plataforma Tinkercad, el promedio del postest alcanzó un valor de 8.15, con una desviación estándar de 1.51. Estos resultados evidencian una mejora notable en el rendimiento académico

de los estudiantes, así como una mayor concentración de las calificaciones en niveles de desempeño altos.

3. Resultados

Los resultados obtenidos en la presente investigación corresponden a la aplicación de un diseño preexperimental con pretest y postest en estudiantes de décimo año de Educación General Básica, con el propósito de evaluar el impacto de una intervención didáctica basada en simulaciones digitales mediante la plataforma Tinkercad en el aprendizaje del teorema de Pitágoras.

La medición del aprendizaje se realizó a través de instrumentos estructurados que permitieron comparar el nivel de conocimientos antes y después de la intervención, considerando indicadores como la comprensión conceptual, la aplicación de la fórmula y la resolución de problemas.

3.1 Resultados del pretest

Los datos obtenidos en el pretest evidencian un bajo nivel de conocimientos previos en relación con el teorema de Pitágoras. La mayoría de los estudiantes presentó dificultades en la identificación de los elementos del triángulo rectángulo y en la aplicación de la relación matemática correspondiente.

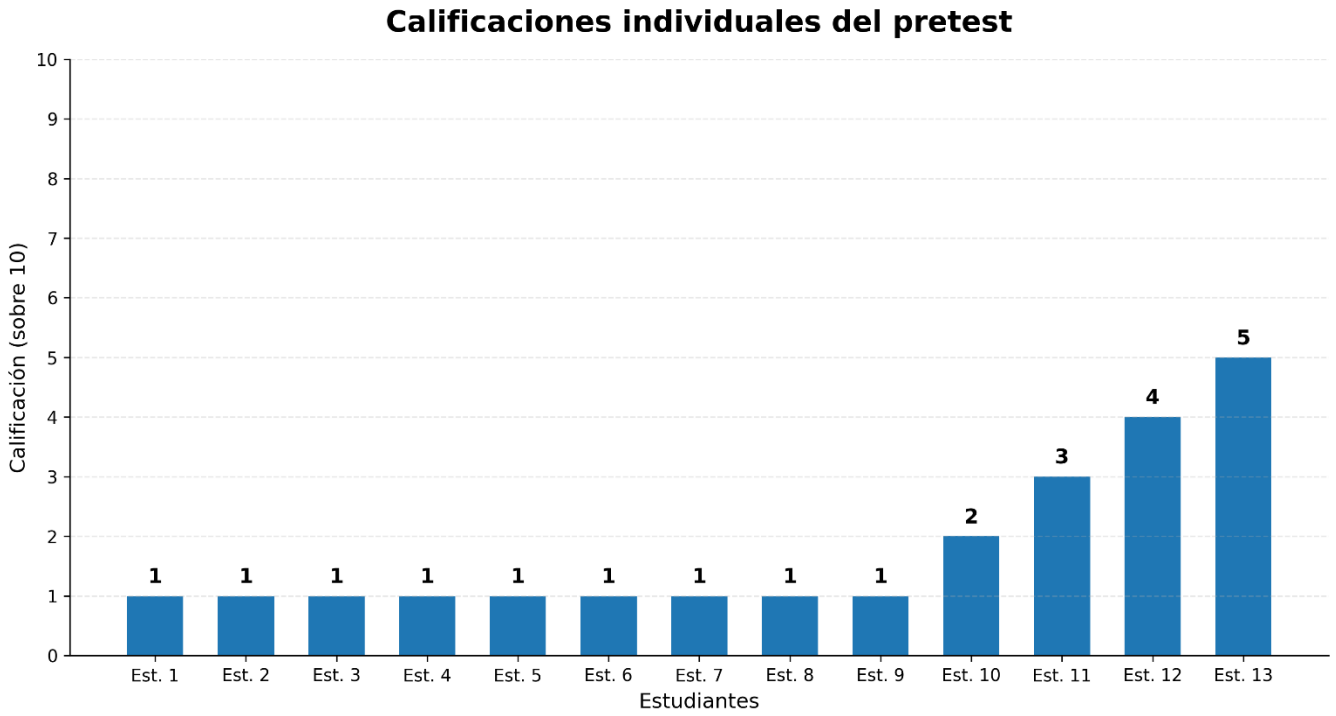
El 69.2 % de los estudiantes obtuvo la calificación mínima, lo que refleja un dominio limitado del contenido evaluado.

Datos relevantes:

Promedio: 1.77

Desviación estándar: 1.36

Ilustración 1: *Distribución de calificaciones Prestest*



*Nota***.** Elaboración propia

3.2 Resultados del postest

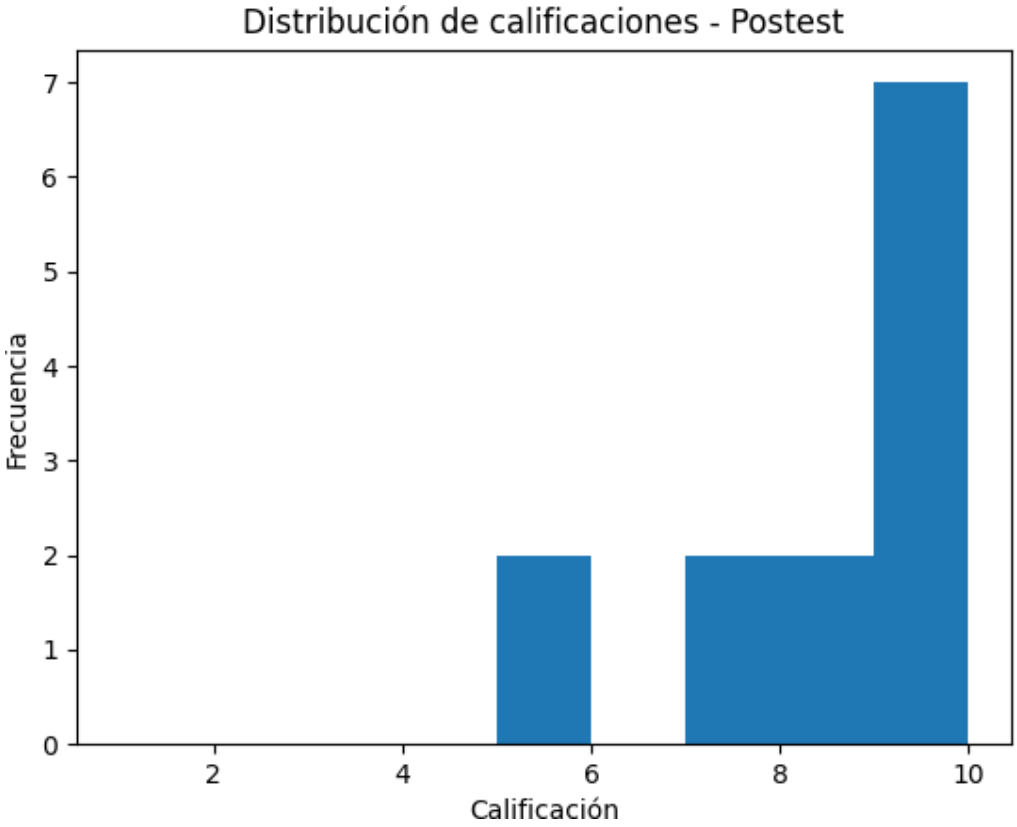
Tras la implementación de la intervención didáctica, se observa una mejora significativa en el rendimiento académico de los estudiantes. Las calificaciones se concentran en rangos altos, evidenciando un mayor nivel de comprensión del contenido.

Datos relevantes:

Promedio: 8.15

Desviación estándar: 1.51

Ilustración 2: Distribución de calificaciones - postest



Nota. Elaboración propia

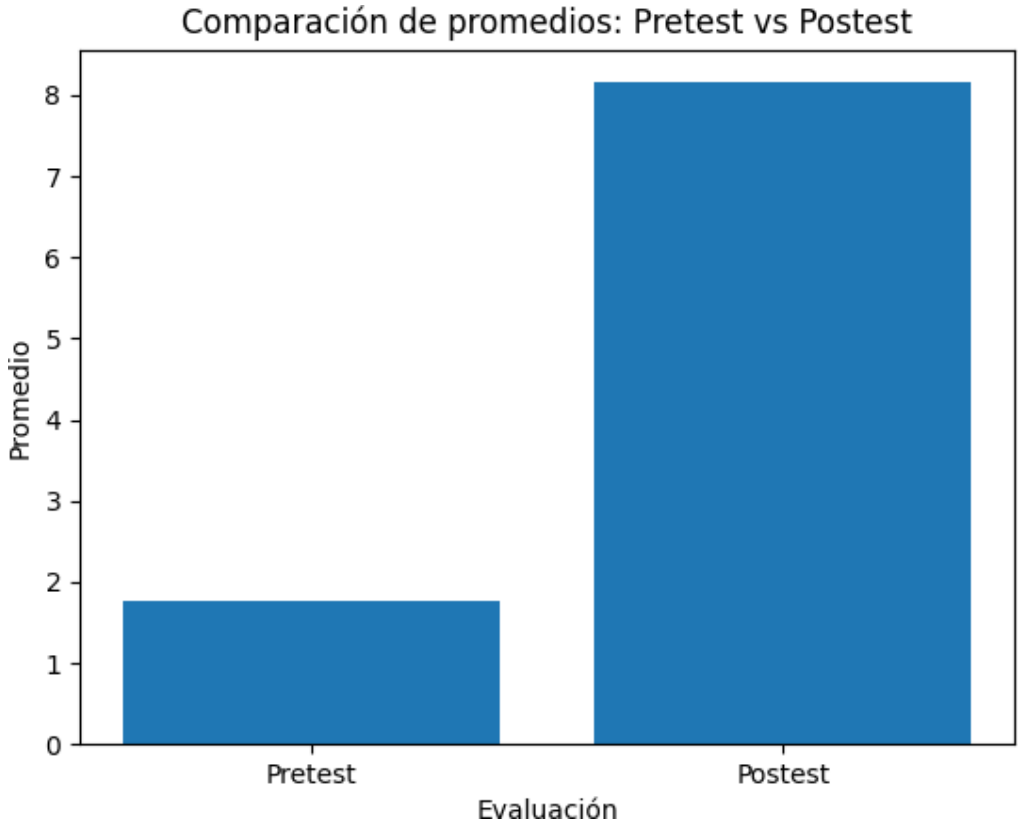
3.3. Análisis comparativo (Datos vs. Interpretación) Datos

Promedio pretest: 1.77

Promedio postest: 8.15

Diferencia: +6.38 puntos

Ilustración 3: Comparacion de promedios: prestest vs postest



Nota. Elaboración propia

El incremento significativo en el promedio evidencia que la intervención didáctica tuvo un efecto positivo en el aprendizaje del teorema de Pitágoras. Este resultado sugiere que el uso de simulaciones digitales favorece la comprensión conceptual, permitiendo a los estudiantes establecer relaciones entre representaciones geométricas y procedimientos matemáticos.

Asimismo, la mejora en los resultados indica una disminución de errores asociados a la identificación de catetos e hipotenusa y a la aplicación de la fórmula, lo que evidencia un avance en el desarrollo del pensamiento espacial y la resolución de problemas.

La desviación estándar del pretest (1.36) refleja que las calificaciones estaban concentradas en niveles bajos, lo que evidencia homogeneidad en el bajo rendimiento inicial.

Por otro lado, la desviación estándar del postest (1.51) indica una ligera variabilidad en los resultados, pero con una clara concentración en niveles de desempeño altos, lo que confirma

una mejora general del grupo.

3.4 Síntesis de resultados

En conjunto, los resultados evidencian que la implementación de una estrategia didáctica basada en el uso de Tinkercad contribuye significativamente al mejoramiento del aprendizaje del teorema de Pitágoras, favoreciendo:

La comprensión conceptual

La aplicación de procedimientos matemáticos El desarrollo del pensamiento espacial

La resolución de problemas en contextos reales

La intervención didáctica basada en el uso de Tinkercad produjo una mejora en el aprendizaje del teorema de Pitágoras en los estudiantes participantes. La diferencia entre el promedio obtenido en el pretest (1,77) y el alcanzado en el postest (8,15) muestra que, después de la intervención, los estudiantes lograron comprender con mayor precisión las relaciones entre los lados del triángulo rectángulo y aplicar el teorema en la resolución de problemas. Estos resultados indican que el empleo de simulaciones digitales constituyó un recurso útil para favorecer la comprensión de un contenido que, antes de la intervención, presentaba dificultades de aprendizaje.

Los resultados obtenidos son consistentes con los de Chiluisa et al. (2022), quienes señalan que Tinkercad promueve el aprendizaje por descubrimiento al ofrecer un entorno en el que los estudiantes pueden experimentar, equivocarse y corregir sus procedimientos sin las limitaciones de un laboratorio físico. De igual manera, Pilamunga-Morocho et al. (2025) reportaron mejoras significativas en el rendimiento de estudiantes de bachillerato tras incorporar esta plataforma en la enseñanza de la electrotecnia. Aunque ambas investigaciones se desarrollaron en contextos distintos al de la presente investigación, coinciden en destacar que la interacción con entornos digitales favorece una participación más activa y una mejor comprensión de los contenidos.

La mejora observada puede explicarse por las características propias de la herramienta utilizada. Durante las actividades desarrolladas en Tinkercad, los estudiantes no se limitaron a aplicar una fórmula; construyeron modelos, modificaron dimensiones y observaron cómo variaron las relaciones entre los elementos del triángulo rectángulo. Esta interacción permitió vincular la representación gráfica con el procedimiento matemático, reduciendo el nivel de abstracción que suele caracterizar la enseñanza tradicional del teorema de Pitágoras. En este sentido, los resultados guardan relación con lo expuesto por Tuong et al. (2023) y Martín-Cudero et al. (2024), quienes sostienen que las metodologías activas apoyadas en recursos tecnológicos favorecen una comprensión más profunda de los conceptos matemáticos y facilitan su aplicación en situaciones reales.

Otro aspecto que merece atención es el desarrollo del pensamiento espacial. A lo largo de la intervención se observó que los estudiantes lograron interpretar con mayor facilidad la disposición de los lados del triángulo rectángulo y establecer relaciones entre las representaciones tridimensionales y los procedimientos matemáticos. Este comportamiento coincide con los hallazgos de Nortes y Rabadán (2023) y Lowrie y Logan (2023), quienes concluyen que las actividades de visualización espacial fortalecen la comprensión geométrica y mejoran el desempeño en tareas que requieren razonamiento matemático.

Desde el punto de vista teórico, estos resultados pueden interpretarse a la luz del aprendizaje significativo de Ausubel. Las simulaciones desarrolladas en Tinkercad ofrecieron a los estudiantes experiencias concretas que facilitaron la relación entre sus conocimientos previos y los nuevos contenidos. En lugar de memorizar la expresión matemática del teorema de Pitágoras, los estudiantes pudieron comprender el significado de las relaciones entre los catetos y la hipotenusa a partir de situaciones visuales y manipulables, favoreciendo una comprensión más estable y funcional.

Es importante considerar algunas limitaciones del estudio. La investigación se realizó

con una muestra de trece estudiantes pertenecientes a una única institución educativa y se desarrolló mediante un diseño preexperimental, sin grupo de comparación. Por ello, los resultados deben interpretarse dentro del contexto en el que se llevó a cabo la intervención. Futuras investigaciones podrían incorporar muestras de mayor tamaño, diferentes instituciones educativas y diseños experimentales que permitan fortalecer la evidencia sobre la eficacia de Tinkercad en la enseñanza de la matemática.

Los resultados muestran que la incorporación de Tinkercad en la enseñanza del teorema de Pitágoras constituye una estrategia didáctica pertinente para favorecer la comprensión conceptual, fortalecer el pensamiento espacial y mejorar el desempeño de los estudiantes en la resolución de problemas. Estos hallazgos respaldan la integración de herramientas digitales como complemento de las metodologías de enseñanza en Educación General Básica.

4. Discusión

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de simulaciones digitales mediante Tinkercad produjo una mejora significativa en el aprendizaje del teorema de Pitágoras, lo cual es consistente con investigaciones previas que destacan el impacto positivo de los entornos digitales en la comprensión matemática (Medina y Ruiz, 2024; Cengiz et al., 2024). El incremento del promedio de 1.77 a 8.15 confirma empíricamente la efectividad de la intervención, en concordancia con estudios que señalan que las metodologías activas mediadas por tecnología potencian el rendimiento académico.

Este hallazgo puede explicarse por la capacidad de las simulaciones digitales para representar de manera visual e interactiva las relaciones métricas en triángulos rectángulos, lo que facilita la construcción de significados matemáticos. En este sentido, los resultados coinciden con lo planteado por Lowrie y Logan (2023), quienes sostienen que el desarrollo del pensamiento espacial mejora la comprensión de conceptos geométricos. La posibilidad de manipular modelos tridimensionales permitió a los estudiantes establecer conexiones entre

representaciones geométricas y expresiones algebraicas, superando las limitaciones de enfoques tradicionales centrados en la memorización.

Los resultados se alinean con la teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel, ya que los estudiantes lograron integrar nuevos conocimientos con estructuras previas mediante experiencias prácticas e interactivas, lo que explica la disminución de errores en la aplicación de la fórmula y en la identificación de los elementos del triángulo rectángulo.

Desde una perspectiva pedagógica, la intervención evidenció que el uso de herramientas tecnológicas promueve una mayor participación, motivación y autonomía en el estudiante, lo cual coincide con los planteamientos del enfoque STEAM (García et al., 2023). Esto sugiere que el aprendizaje no solo mejoró en términos de rendimiento, sino también en la forma en que los estudiantes se involucraron en el proceso educativo.

Es importante reconocer ciertas limitaciones del estudio. En primer lugar, el tamaño reducido de la muestra (13 estudiantes) limita la generalización de los resultados. En segundo lugar, el diseño preexperimental sin grupo control impide atribuir los cambios observados exclusivamente a la intervención, ya que podrían influir otros factores externos. Finalmente, el tiempo de aplicación fue relativamente corto, lo que no permite evaluar la permanencia del aprendizaje a largo plazo.

5. Conclusiones

En respuesta a la pregunta de investigación, se concluye que el uso de simulaciones digitales mediante Tinkercad mejora significativamente la comprensión del teorema de Pitágoras en estudiantes de décimo año de Educación General Básica, tal como lo evidencian los resultados obtenidos en la comparación entre el pretest y el postest.

Los hallazgos demuestran que la implementación de esta estrategia didáctica favorece la comprensión conceptual, la aplicación de procedimientos matemáticos y el desarrollo del pensamiento espacial, permitiendo a los estudiantes superar dificultades asociadas a enfoques

tradicionales basados en la memorización.

Asimismo, se confirma que la integración de herramientas tecnológicas en el aula contribuye al desarrollo de metodologías activas centradas en el estudiante, promoviendo la participación, la autonomía y el aprendizaje significativo. Estos resultados respaldan la pertinencia de incorporar recursos digitales como complemento a la enseñanza de la matemática en contextos educativos similares.

Las conclusiones deben interpretarse considerando las limitaciones del estudio, especialmente en relación con el tamaño de la muestra y el diseño metodológico.

Se recomienda a los docentes incorporar herramientas como Tinkercad en la enseñanza de contenidos geométricos, debido a su potencial para mejorar la comprensión y motivación de los estudiantes. Asimismo, se sugiere que futuras investigaciones empleen diseños experimentales con grupos control y muestras más amplias, con el fin de validar y generalizar los resultados obtenidos.

Finalmente, se propone profundizar en el análisis del impacto de las simulaciones digitales en otros contenidos matemáticos, así como en la evaluación del aprendizaje a largo plazo, con el propósito de consolidar el uso de tecnologías como estrategia pedagógica en la educación matemática.

Bibliografía

Asamblea Nacional del Ecuador. (2011). Ley Orgánica de Educación Intercultural. Registro Oficial No. 417.

https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/02/Ley-Organica-de-Educacion-Int ercultural.pdf

Autor desconocido. (2021). Edge models with CAD software: Creating a new context for mathematics in elementary school. Digital Experiences in Mathematics Education, 7, 339–360.

Chiluisa, M., Lucio, Y., & Velásquez, F. (2022). Horizontes. Revista de Investigación en

Ciencias de la Educación, 6(25), 1759–1767. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.451

Creswell, J., & Plano Clark, V. (2018). Designing and conducting mixed methods research (3rd ed.). SAGE Publications. https://collegepublishing.sagepub.com/products/designing-and-conducting-mixed-methods-resear ch-4-269004

Erdogan, R., Atasoy, B., & Demirbilek, M. (2023). Examination of the usability of Tinkercad application in educational robotics teaching by eye tracking technique. Smart Learning Environments, 10(1), 27. https://doi.org/10.1186/s40561-023-00242-0

Fererde, A., Mihrka, A., Ayele, M., & Arara, A. (2024). Enhancing students' conceptual understanding and problem-solving skills in learning trigonometry through contextual-based mathematical modeling instruction. International Journal of Secondary Education, 12(4), 108–119. https://www.sciencepublishinggroup.com/article/10.11648/j.ijsedu.20241204.15

García, O., Raposo, M., & Martínez, M. (2022). El enfoque educativo STEAM: Una revisión de la literatura. Revista Complutense de Educación, 33(1). https://doi.org/10.5209/RCED.77261

González, M., Cañizales, M., Foster, M., & Gordon, N. (2025). La geometría y su relación con el pensamiento espacial en la educación superior. REDEPSIC, 4(1), 61–76. https://doi.org/10.48204/red.v4n1.6614

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, M. del P. (2014). Metodología de la investigación (6.ª ed.). McGraw-Hill Education. https://www.mheducation.es/higher-edition/product/metodologia-de-la-investigacion-hernandez-s ampieri-9786071516828.html

Jacob, F. (2021). Use of Tinkercad platform for teaching electronics subject laboratory

activities.

Proceedings of the 2021 ACM Conference. https://doi.org/10.1145/3486011.3486517

Medina, L., Juárez, S., & Ruiz, S. (2024). Enhancing mathematical education with spatial visualization tools. Frontiers in Education, 9, 1229126. https://doi.org/10.3389/feduc.2024.1229126

Ministerio de Educación del Ecuador. (2016). Currículo de los niveles de educación obligatoria: Matemática (Educación General Básica Superior). https://educacion.gob.ec/curriculo/

Ministerio de Educación del Ecuador. (2018). Matemática 10.º de Educación General Básica. https://recursos2.educacion.gob.ec/

Nortes, M., & Rabadán, J. (2023). Una intervención de sentido espacial con Tinkercad en futuros maestros. RED: Revista de Educación a Distancia, 23(76). https://doi.org/10.6018/RED.562041

Orhani, S. (2024). Addressing students' challenges in acquiring trigonometric function concepts: A didactic approach to education for sustainable development. Journal of Education for

Sustainable Development Studies, 1(2), 160–172.

https://spm-online.com/jesds/index.php/journal/article/view/15

Pilamungo, J., Obregón, R., & Reyes, F. (2025). Integración de la herramienta didáctica Tinkercad en el aprendizaje técnico de electrotecnia. MQRInvestigar, 9(2), e458. https://doi.org/10.56048/MQR20225.9.2.2025.e458

Rodríguez, C., de la Cruz, J., Campos, M., & Ramos-Navas, M. (2023). Teaching and learning mathematics in primary education: The role of ICT—A systematic review of the literature.

Mathematics, 11(2), 272. https://doi.org/10.3390/math11020272

Shadish, W., Cook, T., & Campbell, D. (2002). Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference. Houghton Mifflin. https://docs.edtechhub.org/lib/2GJAJDYU

Sun, Y. (2023). Action-based embodied design: Spatial-mathematical learning experiences with Tinkercad 3D modeling for elementary students. Digital Experiences in Mathematics Education, 9, 492–507. https://doi.org/10.1007/s40751-023-00129-2

OpenAI. (2026). ChatGPT (GPT-5.6 Luna) [Modelo de lenguaje grande]. https://chatgpt.com/

Anexos

UNAE | DIRECCIÓN DE INNOVACIÓN

Pretest diagnóstico

Descripción: Cuestionario estructurado para medir conocimientos previos sobre el Teorema de Pitágoras.

Objetivo: Evaluar el nivel de conocimientos previos de los alumnos de Decimo de EGB sobre el teorema de pitágoras, anterior a la aplicación de la propuesta didáctica mediante tinkercad.

Preguntas

1. **Define qué es un triángulo rectángulo e identifica sus partes: catetos e hipotenusa.**
(Respuesta corta)

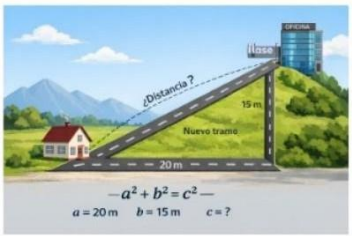
2. Dados un cateto a=6 y otro cateto b=8, **calcula la hipotenusa ccc** usando el teorema de Pitágoras.
$a^2 + b^2 = c^2$
a) 10
b) 14
c) 16
d) 12

3. Si en un triángulo rectángulo la hipotenusa mide 13 y un cateto mide 5, **¿cuánto mide el otro cateto?**
$c^2 - a^2 = b^2$
a) 12
b) 10
c) 8
d) 11

4. Juan Fernando necesita pintar el muro de su casa de 15 m, pero la escalera mide únicamente 10 m y él la apoyó a una distancia de 3 m. **¿A qué altura llega la escalera y hasta donde pintaría Juan Fernando?**
(Explica el procedimiento y responde numéricamente.)

5. **Verdadero o falso:** "El teorema de Pitágoras sólo se aplica en triángulos rectángulos."
a) Verdadero
b) Falso

6. **Resuelve el siguiente problema contextualizado:**
La ruta que sigue Jose David a su trabajo siempre es de 20 m hacia el este de su casa y luego sube 15m, sin embargo, se planea construir una carretera nueva



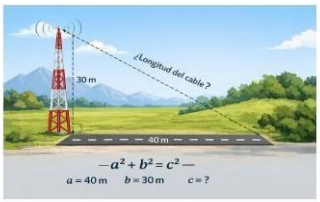
que sea directa desde el trabajo hacia su casa. ¿Cuánto medirá el nuevo tramo de la carretera ?
(Calcula y explica brevemente.)

7. **Encuentra la medida de un cateto si la hipotenusa mide 25 m y el otro cateto 15 m.**
(Muestra tu cálculo.)

8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones es **correcta**?
a) La suma de los cuadrados de los catetos es menor que el cuadrado de la hipotenusa en todos los triángulos.
b) $a^2 + b^2 = c^2$solo si el triángulo es rectángulo.
c) Los triángulos no rectángulos satisfacen siempre $a^2 + b^2 = c^2$.
d) Todos los triángulos cumplen$a^2 + b^2 = c^2$.

9. **Explica con tus palabras** por qué $a^2 + b^2 = c^2$ es verdadero para cualquier triángulo rectángulo. *(Respuesta corta con razonamiento geométrico.)*

10. **Problema de aplicación real:**
Una antena de radio está a 30 m del suelo y una línea de cable va desde la parte superior hacia un punto del piso ubicado 40 m horizontalmente. **¿Cuál es la longitud del cable?**



Institución		**Tema**	
Curso y fecha		**Nombre del estudiante**	
Asignatura		**Firma**	

Postest

Descripción: Cuestionario estructurado para evaluar el nivel de aprendizaje alcanzado luego de aplicar la propuesta didáctica basada en Tinkercad para la enseñanza del Teorema de Pitágoras.

1. Observa el modelo de triángulo rectángulo construido en Tinkercad. Explica cuáles son los catetos y cuál es la hipotenusa dentro del modelo 3D.

(Respuesta corta)

2. En una simulación realizada en Tinkercad, un triángulo rectángulo tiene:

a = 10, b = 7. Calcula la hipotenusa.

a) 13,5
b) 15
c) 18
d) 12,21

3. En un diseño 3D realizado en Tinkercad, la hipotenusa de un triángulo mide 15 cm y uno de sus catetos mide 7 cm. ¿Cuánto mide el otro cateto?

a) 15
b) 12,56
c) 10,21
d) 13,27

4. Un arquitecto diseñó un modelo en Tinkercad de una rampa para que suba su cliente de manera ágil y eficiente. La rampa mide 12 m y la base horizontal mide 8m. ¿A qué altura llega la rampa?

(Explica el procedimiento y responde numéricamente.)

5. **Verdadero o falso**

"Las simulaciones en Tinkercad permiten visualizar triángulos rectángulos y comprobar el teorema de Pitágoras."

a) Verdadero
b) Falso

6. Un modelo creado en Tinkercad, un dron se desplaza 20 m horizontalmente y luego asciende 8 m, si el dron realiza un movimiento directo entre los dos puntos, ¿qué distancia recorre?

(Calcula usando el teorema de Pitágoras.)

7. En una figura tridimensional construida en Tinkercad se forma un triángulo rectángulo donde: c= 26 cm, a= 10 cm. Calcula el otro cateto.

(Muestra el procedimiento.)

8. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones explica mejor el Teorema de Pitágoras en un modelo 3D?

a) Sólo se aplica en cualquier figura geométrica.
b) La suma de los cuadrados de los catetos es igual al cuadrado de la hipotenusa.
c) La hipotenusa siempre es menor que los catetos.
d) Todos los triángulos cumplen esta propiedad, excepto los triángulos isósceles

9. Responda. La siguiente fórmula () en las figuras realizadas en Tinkercad es verdadero para todos los triángulos rectángulos

(Respuesta corta con razonamiento.)

10. En un diseño en Tinkercad, un poste de luz mide 25 m de altura y un cable se fija al suelo a 20 m de distancia horizontal. ¿Cuál es la longitud del cable?

a) 25,99 m
b) 28,02 m
c) 29,25 m
d) 32,01 m

Institución		**Tema**	
Curso y fecha		**Nombre del estudiante**	
Asignatura		**Firma**	