

Desarrollo del Pensamiento Geométrico en Estudiantes de Grado Sexto, Mediante el Uso de la
Herramienta Tecnológica GeoGebra

Trabajo de Grado para Optar al Título de Magister en Informática para la Educación

Ernesto González Lancheros

Directora:

Lady Marcela Castro Rodríguez

Doctora en educación

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia – IPRED

Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática

Maestría en Informática para la Educación

Bucaramanga

2024

Dedicatoria

En primer lugar, a Dios

A mis padres Florinda Lancheros y Ernesto González

A mí hija Lina María González Bernal

A mi esposa Fraxila Rodríguez Moreno

Y a la familia González Lancheros

Agradecimiento

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todos los involucrados en el éxito de esta actividad. Primero, agradezco a los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca por su dedicación y entusiasmo, pues su participación ha sido fundamental para alcanzar los objetivos propuestos. Agradezco también a la directora Lady Marcela Castro Rodríguez por su apoyo constante y su compromiso con la excelencia académica; sus orientaciones y liderazgo han sido fundamentales en el desarrollo de esta experiencia de aprendizaje. Además, quiero agradecer a la UIS y a mis compañeros de la maestría por su colaboración, intercambio de ideas y apoyo mutuo.

Contenido

Resumen	9
Abstract.....	10
Introducción	11
1. Planteamiento y Formulación del Problema.....	13
1.1 Descripción del Problema.....	13
1.2 Formulación del Problema"	18
2. Justificación.....	19
3. Objetivos	22
3.1 Objetivo general	22
3.2 Objetivos específicos.....	22
4. Marco Referencial	23
4.1 Antecedentes de la Investigación	23
4.1.1 Antecedentes Internacionales.....	23
4.1.2 Antecedentes Nacionales	26
4.2 Marco Teórico	29
4.2.1 Las Matemáticas y el Pensamiento Geométrico	29
4.2.2 El software Matemático GeoGebra	32
4.3 Marco Legal	35
5. Diseño Metodológico	38
5.1 Tipo de Investigación.....	38
5.2 Enfoque de la Investigación.....	39
5.3 Paradigma.....	40
5.4 Método de Investigación.....	40
5.5 Diseño de la Investigación.....	41
5.6 Población y muestra	41

5.7 Instrumentos de Recolección de la Información	43
5.8 Fases de Desarrollo	45
6. Resultados	47
6.1 Diagnóstico del Nivel de Pensamiento Geométrico Inicial y Competencias Digitales...47	
6.1.1 Resultados de la Prueba Diagnóstica de Pensamiento Geométrico	48
6.1.2 Resultados de la Encuesta de Apropiación Tecnológica y Conocimiento de GeoGebra.....	51
6.2 Diseño de la Estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra”	58
6.3 Implementación de las Estrategias de Análisis Geométrico Diseñada en el “Software Dinámico GeoGebra”.....	61
6.4 Evaluación del Avance Obtenido con la Estrategia Implementada	73
6.4.1 Resultados de la Prueba final de Pensamiento Geométrico	73
6.4.2 Comparación de los Resultados de la Prueba Diagnóstica y la Prueba Final	76
6.4.3 Resultados de la Encuesta de Satisfacción	81
7. Conclusiones.....	88
8. Recomendaciones.....	91
Bibliografía.....	93
Apéndices	¡Error! Marcador no definido.

Lista de Tablas

Tabla 1. Instrumentos de recolección de la información.....	44
Tabla 2. Resultados de la prueba inicial por estudiante y por pregunta.....	48
Tabla 3. Objetivo y descripción de las actividades propuestas.....	59
Tabla 4. Diario de campo actividad No. 1: CaféGeo - Explorando la Geometría del Cultivo	61
Tabla 5. Diario de campo actividad No. 2: Escalera Geométrica - Descubriendo Perímetros y Áreas.....	63
Tabla 6. Diario de campo actividad No. 3: "Paralelogramos en Acción-: Explorando con GeoGebra".....	66
Tabla 7. Diario de campo actividad No. 4: "Diseñando el Futuro del Café: Geometría y Tecnología desde Sexto Grado ".....	68
Tabla 8. Diario de campo actividad No. 5: " Explorando la Geometría en el Pastoreo"	70
Tabla 9. Resultados de la prueba final por estudiante y por pregunta	74
Tabla 10. Resultados y variaciones de la prueba inicial vs la prueba final.....	79
Tabla 11. Resultados de la prueba Shapiro-Wilk para validar la distribución normal	80
Tabla 12. Resultados de la prueba de diferencia de medias emparejadas para pruebas relacionadas	81

Lista de Figuras

Figura 1. Puntaje promedio en matemáticas en las pruebas PISA 2018	14
Figura 2. Resultados de Colombia en matemáticas grado 6° según prueba ERCE 2019	14
Figura 3. Distribución de las personas evaluadas en Colombia en los niveles de desempeño de las pruebas SABER en cada grado para Matemáticas, 2022	15
Figura 4. Nivel de acierto y desacierto promedio y por estudiante, según prueba diagnóstica ..	49
Figura 5. Nivel de acierto y desacierto por pregunta, en la prueba final	50
Figura 6. Frecuencia de uso de la computadora en la escuela.....	51
Figura 7. Dispositivos tecnológicos con que cuentan en casa.....	52
Figura 8. Actividades realizadas en los dispositivos tecnológicos	53
Figura 9. Conocimiento del software GeoGebra.....	53
Figura 10. Uso de GeoGebra en las clases de matemáticas.....	54
Figura 11. Conocimiento acerca del software GeoGebra	54
Figura 12. Uso de la tecnología en el aprendizaje.....	55
Figura 13. Participación en proyectos que involucran el uso de tecnología	56
Figura 14. Ventajas del aprendizaje con tecnología	57
Figura 15. Nivel de acierto y desacierto promedio y por estudiante, según prueba final.....	75
Figura 16. Nivel de acierto y desacierto por pregunta, en la prueba final	76
Figura 17. Comparación de acierto prueba diagnóstico vs prueba final.....	77
Figura 18. Comparación de acierto prueba diagnóstica vs prueba final, según preguntas teóricas y prácticas.....	78
Figura 19. Utilidad de la intervención con la estrategia TIC GeoGebra	82
Figura 20. Familiarización post intervención con la herramienta GeoGebra	83
Figura 21. Facilidad del uso de la herramienta GeoGebra	83
Figura 22. Aspectos de la herramienta GeoGebra más beneficiosos para el aprendizaje	84
Figura 23. Impacto de la intervención con GeoGebra para el aprendizaje de la geometría	85
Figura 24. Impacto que tuvo la intervención con GeoGebra en la motivación de lo estudiantes	86

Lista de Apéndices

Apéndice A. Autorización del rector de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.....	¡Error! Marcador no definido.
Apéndice B. Formato de consentimiento informado	98
Apéndice C. Prueba inicial de Pensamiento Geométrico para Estudiantes de Sexto Grado	99
Apéndice D. Cuestionario sobre Uso y Apropiación Tecnológica y Conocimiento de GeoGebra	102
Apéndice E. Lista de chequeo por competencias	104
Apéndice F. Formato de diario de campo.....	105
Apéndice G. Prueba final de Pensamiento Geométrico para Estudiantes de Sexto Grado.....	106
Apéndice H. Cuestionario de Percepciones y Satisfacción sobre la Estrategia TIC con GeoGebra	109

Resumen

Título: Desarrollo del pensamiento geométrico en estudiantes de grado sexto, mediante el uso de la Herramienta tecnológica GeoGebra *

Autor: Ernesto González Lancheros **

Palabras claves: pensamiento geométrico, GeoGebra, geometría, figuras, matemáticas.

Descripción:

La presente investigación busca desarrollar el pensamiento geométrico por medio de la herramienta tecnológica “software dinámico GeoGebra” aplicada a estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca. Entendiéndose por pensamiento geométrico a la habilidad para visualizar, analizar y comprender formas, patrones, dimensiones y sus relaciones en el espacio; este implica la capacidad de resolver problemas geométricos, visualizar objetos tridimensionales y comprender principios fundamentales de la geometría, contribuyendo a la comprensión del mundo físico y abstracto.

La investigación requirió de una metodología que implica un tipo descriptivo, un enfoque mixto que combina datos cuantitativos con cualitativos, un método de Investigación Acción Participativa y un diseño longitudinal con dos mediciones al inicio y al final del proceso de intervención; los involucrados directos es una muestra de 12 estudiantes del grado sexto elegidos mediante un muestreo no probabilístico.

Como resultado se obtuvo que los avances fueron positivos con un 22% de mejora al pasar de un nivel de acierto de 41% en la prueba inicial a 63% en la prueba final; lo cual es respaldado mediante una prueba estadística de diferencia de medias realizada en el software SPSS, en donde haciendo uso de la prueba de *t de Student* se obtiene un nivel de significancia del 0,003, siendo inferior al 0,05, lo que demostró que existe suficiente evidencia estadística para afirmar que la implementación de la estrategia con GeoGebra contribuyó significativamente al desarrollo del pensamiento geométrico de los estudiantes. Este resultado subraya la efectividad general de la intervención con GeoGebra en el mejoramiento del rendimiento geométrico de los estudiantes; pues la mayoría experimentó un avance positivo, lo que respalda la utilidad de esta herramienta en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría y el mejoramiento del pensamiento geométrico.

*Trabajo de Grado de Maestría en Informática para la Educación

** Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática. Directora: Lady Marcela Castro Rodríguez

Abstract

Title: Development of Geometric Thinking in Sixth Grade Students through the use of the GeoGebra Technological Tool

Author: Ernesto González Lancheros

Keywords: geometric thinking, GeoGebra, geometry, figures, mathematics

Description:

This research aims to develop geometric thinking through the use of the technological tool "dynamic software GeoGebra" applied to sixth-grade students at the IDER Limoncitos school in the municipality of Pacho Cundinamarca. Geometric thinking is understood as the ability to visualize, analyze, and understand shapes, patterns, dimensions, and their relationships in space. It involves the capacity to solve geometric problems, visualize three-dimensional objects, and understand fundamental principles of geometry, contributing to the understanding of the physical and abstract world.

The research required a methodology involving a descriptive type, a mixed approach combining quantitative and qualitative data, a Participatory Action Research method, and a longitudinal design with two measurements at the beginning and end of the intervention process. The direct participants were a sample of 12 sixth-grade students selected through non-probabilistic sampling.

As a result, positive advancements were achieved with a 22% improvement, transitioning from a 41% accuracy level in the initial test to 63% in the final test. This is supported by a statistical test of mean difference conducted in the SPSS software, where using the Student's t-test yielded a significance level of 0.003, which is lower than 0.05. This demonstrated that there is sufficient statistical evidence to affirm that the implementation of the strategy with GeoGebra significantly contributed to the development of students' geometric thinking. This result underscores the overall effectiveness of the intervention with GeoGebra in enhancing students' geometric performance, as the majority experienced positive progress, thereby supporting the utility of this tool in the teaching and learning process of geometry and the enhancement of geometric thinking.

Introducción

En el ámbito de la educación matemática, el desarrollo del pensamiento geométrico es fundamental para que los estudiantes adquieran habilidades para visualizar, analizar y comprender formas, patrones y dimensiones en el espacio. En este contexto, la geometría lineal, como disciplina central, provee los fundamentos necesarios para este propósito; mientras que, el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra ofrece una plataforma dinámica para explorar conceptos geométricos de manera interactiva y visual.

El objetivo principal de esta investigación es determinar el impacto de una estrategia basada en tecnologías de la información y la comunicación (TIC), específicamente el software dinámico GeoGebra, en el desarrollo del pensamiento geométrico de estudiantes de sexto grado en la IDER Limoncitos, Pacho, Cundinamarca. El alcance de este propósito se justifica por la importancia de fortalecer las competencias geométricas en los estudiantes a través de herramientas tecnológicas innovadoras, con el fin de mejorar su comprensión y aplicación de conceptos geométricos en contextos cotidianos y académicos.

Para abordar este objetivo, se emplea una metodología descriptiva que combina datos cuantitativos y cualitativos, utilizando un enfoque mixto de investigación y un método de Investigación Acción Participativa para involucrar activamente a los estudiantes en el proceso de aprendizaje; además, se lleva a cabo un diseño longitudinal con dos mediciones al inicio y al final del proceso de intervención, con el fin de evaluar el progreso en el pensamiento geométrico de los estudiantes.

Los resultados implicaron cuatro apartados que dan cumplimiento a los objetivos específicos propuestos en pro del propósito general. El primer capítulo se enfoca en el diagnóstico del nivel de pensamiento geométrico inicial y las competencias digitales de los estudiantes, utilizando una prueba diagnóstica y una encuesta de apropiación tecnológica. El segundo capítulo detalla el diseño de la estrategia TIC en GeoGebra, visto a través de cinco actividades que vinculan la geometría plana al contexto real. El tercero describe la

implementación de esta estrategia en el aula, expuesta a través de los diarios de campo donde se registran los hechos. Finalmente, el cuarto capítulo presenta la evaluación del avance obtenido con la estrategia implementada, incluyendo los resultados de la prueba final de pensamiento geométrico, la comparación de resultados entre la prueba diagnóstica y final, y los resultados de la encuesta de satisfacción.

1. Planteamiento y Formulación del Problema

La problemática relacionada con las deficiencias en el pensamiento geométrico de los estudiantes se muestra a través de los síntomas, causas y consecuencias de dichas deficiencias; de esta forma, se hace una declaración clara de las oportunidades de mejora que existen, para así mirar cómo se puede aportar desde la implementación del programa GeoGebra.

1.1 Descripción del Problema

Pese a que la matemática es un área fundamental y relevante en el desarrollo educativo de los individuos, a menudo se presenta como una barrera insuperable para muchos, este hecho minimiza la confianza y el interés de los estudiantes en el tema, lo que converge en vacíos en los conocimientos matemáticos requeridos poder avanzar en la formación básica, secundaria y profesional. En este contexto, se vuelve esencial investigar las razones subyacentes de dichas dificultades, para de esta manera desarrollar enfoques pedagógicos efectivos.

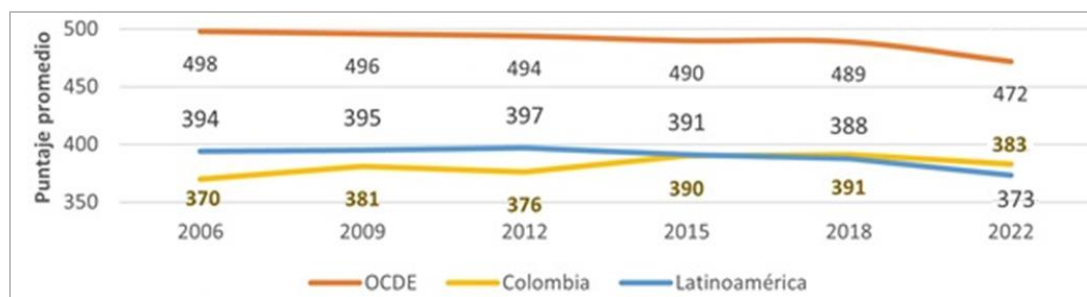
Para abordar los síntomas del problema, es decir, los hechos que revelan las dificultades matemáticas y de pensamiento geométrico de los estudiantes, se hace alusión a los resultados que se han tenido en las diferentes pruebas nacionales e internacionales, las cuales miden las competencias matemáticas de los estudiantes colombianos.

Para comenzar, según la prueba PISA 2022 publicadas por el Ministerio de educación Nacional (2023), la valoración de las competencias o habilidades de los estudiantes para enfrentar situaciones y resolver problemas que precisan de los conocimientos matemáticos y el pensamiento geométrico *no es muy buena*; puntualmente, aunque del año 2006 al 2022 Colombia mejoró en 13 puntos al pasar de 370 a 383 puntos, según promedio obtenido en el 2022 (383 puntos) todavía se está por debajo de los países de la OCDE que alcanzaron una media de 472 y mínimamente está por encima de Latinoamérica que tiene 373 puntos (ver Figura 1). En síntesis, el nivel de conocimiento es de 37,3% (373/1000), que ubica al país el nivel 1, donde están los estudiantes que parcialmente tienen algunas de las competencias evaluadas,

por ende, mínimamente pueden contextualizar los conocimientos matemáticos en situaciones de la vida real.

Figura 1

Puntaje promedio en matemáticas en las pruebas PISA 2018

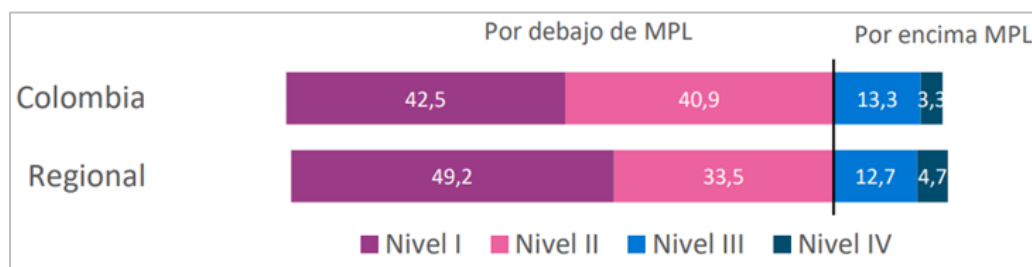


Nota. Tomado Ministerio de Educación Nacional (2023)

Otra prueba importante es la ERCE para América Latina y el Caribe, esta prueba propuesta por la UNESCO mide las áreas de lectura, matemáticas y ciencias en los grados 3° y 6°. Según resultados de su aplicación en el 2019, en el grado sexto el 83,4% de los estudiantes está por debajo del Nivel Mínimo de Competencia Establecido (MPL) en lo que a competencias matemáticas refiere; específicamente, solo el 16,6% de los alumnos colombianos están en capacidad de resolver problemas que requieren “recorrer a dos o más operaciones aritméticas; estimar áreas y perímetro; calcular adiciones y sustracciones de fracciones (con el mismo denominador), e identificar relaciones de perpendicularidad y paralelismo en el plano, entre otros” (UNESCO, 2021, p.13); además, el porcentaje de estudiantes que superó los niveles III y IV es de 16,6%, inferior al obtenido en la región que fue de 17,4%. Ver Figura 2

Figura 2

Resultados de Colombia en matemáticas grado 6° según prueba ERCE 2019

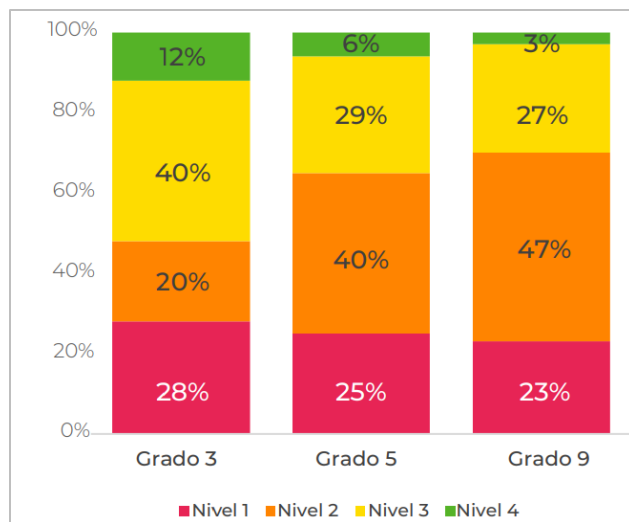


Nota. Tomado de la UNESCO (2021 p.13).

Concerniente a las pruebas nacionales SABER 3°, 5° y 9° realizadas por el ICFES (2022), en matemáticas se encontró que a medida que aumenta el grado académico se disminuye el porcentaje de estudiantes que se posicionan en el nivel 4 (avanzado), pasando de 12,3% en 3° a 3% en 9°; además, la situación fue similar en nivel 3 (satisfactorio) que pasa de 40% en 3° a 27% en 9°; entre tanto, el nivel 2 (mínimo) aumentó de 20% a 47% para los grados 3° a 9°. Refiriendo al grado noveno que mide la básica secundaria, se evidencia que un 23% de los estudiantes presentan un nivel insuficiente en el área de matemáticas y un 47% un nivel mínimo; en conjunto, el 70% de los alumnos evaluados no tienen las capacidades suficientes para plantear y resolver problemas matemáticos, hacer razonamientos, efectuar argumentaciones, comunicar, modelar y representar expresiones numéricas y variacionales.

Figura 3

Distribución de las personas evaluadas en Colombia en los niveles de desempeño de las pruebas SABER en cada grado para Matemáticas, 2022



Nota. Tomado de la ICFES (2022 p.41).

Puntualizando en las pruebas Avanzar que evalúan la resolución de problemas, la comunicación, el razonamiento aleatorio y el pensamiento aleatorio, espacial métrico y numérico variacional; según resultados obtenidos en los estudiantes del grado sexto de la IDER Limoncitos

del municipio de Pacho Cundinamarca, se evidencia grandes deficiencias en las competencias matemáticas, pues de acuerdo con los resultados obtenidos en el año 2023 el nivel promedio fue del 39%, con puntajes que oscilaron entre 10% a 75%. Estos valores indican que hay grandes deficiencias para analizar probabilidades, interpretar tablas y gráficos, encontrar perímetros, áreas y volúmenes de diferentes objetos, etc. De igual manera, los informes académicos muestran deficiencias generalizadas en el área de matemáticas con una media de grupo de 3,4, teniéndose que 7 de los 17 estudiantes totales están por debajo de dicha media.

Igualmente, las observaciones llevadas a cabo durante las clases de matemáticas muestran que los estudiantes de sexto tienen dificultades para efectuar operaciones que implican la habilidad de visualizar, analizar y comprender las formas, las estructuras y las relaciones espaciales; también, presentan deficiencias en la resolución de problemas geométricos que involucran aplicar propiedades y teoremas, visualizar objetos y hacer transformaciones en el espacio tridimensional; bajo este contexto, se les dificulta deducir conclusiones lógicas basadas en las propiedades geométricas de los objetos y figuras.

Por otra parte, las causas por las cuales los estudiantes se les dificulta o presentan limitaciones en el aprendizaje de las matemáticas son diversas y están relacionadas con diferentes factores, “entre otros, los hábitos escolares, las concepciones alternativas de los alumnos, los procesos efectuados, la sobrecarga cognitiva en la actividad o la complejidad propia del contenido” (Astolfi, 1999, como se citó en Alguacil et al., 2016, p. 421); por tanto, las limitaciones se pueden relacionar con: la falta de estudio, los problemas de atención o distracciones en clase, el miedo a cometer errores o al fracaso que inhibe la capacidad para aprender y entender los conceptos, el desinterés o poca motivación en los estudiantes que no ven el valor o la relevancia que tiene los conceptos matemáticos, entre otros.

Frente al tema, Calvo (2008) sostiene que “los niños y las niñas son capaces de resolver mecánicamente las operaciones fundamentales básicas, pero no saben cómo aplicarlas para la solución de un problema, ya que sólo se les ha enseñado a actuar de forma mecánica y repetitiva”

(p. 124); por ejemplo, en el caso de la geometría se ha optado por una enseñanza netamente tradicional y plana “con un enfoque formal, sobrecargada de estructuralismo, de abstracción y parcelación del conocimiento” (Aravena y Caamaño, 2013, p. 142). De esta forma, se puede decir que los problemas o dificultades matemáticas en los estudiantes pueden deberse a la falta de fundamentos básicos y deficiencia en el desarrollo de habilidades para abordar problemas más complejos, los métodos de enseñanza tradicionales e inadecuados lejanos de las necesidades, requerimientos y estilos de aprendizaje de los estudiantes y el desconocimiento sobre la importancia que tiene las matemáticas en el contexto real.

Por último, las consecuencias de las deficiencias en el pensamiento geométrico relacionado con el espacio lineal se pueden evidenciar en dificultades al intentar visualizar y entender conceptos como vectores y operaciones lineales, lo que representa una barrera para la interpretación y comprensión de las representaciones gráficas; esto converge en problemas para aplicar conceptos espaciales a situaciones lineales y viceversa debido a que no pueden conectar los aspectos geométricos y algebraicos. Asimismo, las deficiencias en el pensamiento geométrico pueden convertirse en obstáculos para la resolución de problemas que requieren una comprensión profunda del espacio lineal, como es el desarrollo habilidades de coordinación espacial.

Desde la posición de Aray et al. (2019) la enseñanza-aprendizaje de la geometría se ha desvirtuado y se ha dejado de lado los procesos de razonamiento, análisis, argumentación y visualización, factores que son prioritarios para un aprendizaje significativo que trascienda más allá de las aulas; es decir, la deficiencia en los procesos dentro del aula en los primeros años de estudio llevan a que los estudiantes tengan conocimientos distorsionados y desestructurados, que son insuficientes para dar solución a los problemas que se plantean en los niveles superiores y en la vida cotidiana. En otras palabras, citando a Aravena y Caamaño (2013) “los alumnos presentan serias dificultades y obstáculos, tanto en la comprensión de los conceptos, como en

los procesos geométricos y en el desarrollo de un pensamiento argumentativo y deductivo” (p. 140)

Bajo este escenario, se puede deducir que los vacíos de conocimientos matemáticos y de pensamiento geométrico en los estudiantes tienen diversos efectos negativos, pero casi siempre afectan su desarrollo académico, profesional y personal; por ejemplo, la ausencia de esta competencia puede llevar a dificultades para entender y resolver problemas matemáticos, especialmente aquellos relacionados con formas, medidas y relaciones espaciales; además, en campos como la química, la física, la ingeniería y la tecnología o la informática, un pensamiento geométrico deficiente puede limitar el entendimiento de los modelos tridimensionales, las estructuras moleculares y las visualizaciones computacionales; de igual forma, en el diseño gráfico, la arquitectura, la escultura y las artes visuales, la falta de estas habilidades puede condicionar la creatividad y la expresión artística. En lo que respecta a la vida diaria, el pensamiento geométrico es útil en situaciones cotidianas, como planificar espacios, organizar objetos, seguir direcciones y entender mapas; por tanto, según Aray et al. (2019) la ausencia de estas destrezas puede causar entorpecimientos en las tareas simples pero prácticas, como describir las formas que se encuentran a su alrededor como ventanas, puertas, calles, elementos del aula, etc.

En síntesis, dadas las consecuencias que tienen las deficiencias matemáticas en el desarrollo individual y social, es importante abordar estas limitaciones desde las primeras etapas de la educación y fomentar el pensamiento geométrico a través de métodos educativos efectivos y el uso de herramientas tecnológicas que faciliten la comprensión de conceptos geométricos.

1.2 Formulación del Problema"

¿Cuál es la significancia del aporte de la herramienta tecnológica “software dinámico GeoGebra” al desarrollo del pensamiento geométrico de los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca?

2. Justificación

El desarrollo del pensamiento geométrico en los estudiantes es importante debido a que les ayuda a comprender conceptos matemáticos complejos y a aplicar principios geométricos en problemas y situaciones del mundo real, que a menudo se resuelven mediante métodos creativos y razonamiento lógico, lo que permite la mejora de habilidades analíticas, metódicas y de solución de problemas que son aplicables en distintas áreas de la vida. Citando a Proenza (2005) el pensamiento geométrico como parte del pensamiento matemático sirve para resolver problemas cotidianos, por tanto, es necesario que los estudiantes en los diferentes niveles de aprendizaje desarrollen conocimientos y habilidades a través de diversas estrategias que optimicen el proceso educativo y le enseñen a pesar y razonar. En efecto, la geometría implica una lógica particular que ayuda a desarrollar el pensamiento deductivo, pues incita a los alumnos a razonar y hacer conexiones e inferencias para entender las propiedades y las relaciones geométricas, lo que fortalece su capacidad para aplicar la lógica.

Se considera pertinente realizar este proceso de intervención pedagógica, debido a que los estudiantes colombianos a nivel general presentan falencias en los conocimientos y competencias matemáticas según los puntajes obtenidos en las pruebas internacionales y nacionales; además, en el caso particular de los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca, sus resultados académicos muestran falencias en el área de matemáticas, lo que deja en evidencia la necesidad del desarrollo de estrategias integrales y novedosas que aporten calidad al proceso de enseñanza aprendizaje de diversos temas como: formas y figuras geométricas, propiedades geométricas, perímetros y áreas, semejanza y congruencia, coordenadas, transformaciones geométricas, volumen y superficie, problemas de geometría analítica, razonamiento geométrico y aplicaciones prácticas.

Por otra parte, haciendo referencia a la tecnología en la educación, Ramírez (2020) afirma que en los últimos años el avance, desarrollo y evolución tecnológica se ha transformado en un eje primordial en el avance de la sociedad y del entorno educativo; bajo este escenario, la educación terciaria requiere adecuarse a estas variaciones para mejorar el empleo de las TIC

como un excelente recurso didáctico que favorece el desarrollo de los individuos. En efecto, en un mundo cada vez más digital, es esencial que los estudiantes adquieran habilidades tecnológicas, por tanto, el uso de tecnología en el aula, especialmente de herramientas interactivas puede aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes.

Puntualizando en el uso del software dinámico GeoGebra, es importante resaltar que esta herramienta aporta a la mejora en la comprensión geométrica de los estudiantes, debido a que puede hacer que los conceptos geométricos sean más accesibles y comprensibles, pues permite una visualización interactiva y dinámica de las figuras geométricas que conllevan a facilitar la comprensión de conceptos abstractos. Es decir, GeoGebra conlleva a los niños a explorar y manipular diferentes figuras y objetos geométricos desafiándolos a pensar críticamente, fomentando así la creatividad, la experimentación y el análisis de patrones geométricos; lo cual no solo mejora su comprensión geométrica, sino que también les proporciona habilidades tecnológicas valiosas que serán útiles en su desarrollo profesional y personal.

Referente al tema, es preciso argumentar que el estudio de la geometría lineal centrada en la comprensión de las propiedades y relaciones geométricas de los objetos y figuras geométricas en un espacio lineal (líneas simples, segmentos de línea, sistemas de coordenadas, transformaciones lineales, vectores y espacios vectoriales), mediada por herramientas digitales como GeoGebra es de gran relevancia para optimizar el proceso de enseñanza aprendizaje debido a que facilita la visualización, la interactividad y la conexión entre conceptos algebraicos y geométricos, lo que ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento lógico, resolución de problemas y abstracción. Además, el álgebra lineal sienta las bases para comprender conceptos avanzados en matemáticas, ciencias y tecnología, preparando a los niños para desafíos académicos futuros y fomentando habilidades esenciales en un mundo cada vez más orientado hacia la ciencia y la tecnología.

Refiriendo a la finalidad práctica que tiene el desarrollo del pensamiento geométrico, es preciso tener en cuenta a Aray et al. (2019) quienes sostienen que la geometría “se trata de una ciencia que puede proveer de importantes herramientas sobre cómo se construyen los

conocimientos en matemática, más precisamente cómo se van efectuando los pasos lógicos para desarrollar una demostración”; en efecto, con este estudio se pretende proporcionar a los estudiantes herramientas y habilidades que no solo mejoren su desempeño académico en geometría, sino que también tengan aplicaciones tangibles en su vida diaria y preparen el terreno para un aprendizaje continuo y exitoso en niveles educativos superiores. Bajo este contexto, se espera que, mediante un aprendizaje interactivo y significativo los alumnos tengan una comprensión más profunda y visual de conceptos geométricos, y de esta forma, los puedan aplicar a situaciones prácticas para la resolución de problemas del mundo real, tales como: la planificación del espacio en el hogar, la comprensión de mapas, la resolución de problemas de diseño, entre otros. Además, los estudiantes adquieren habilidades prácticas en el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), lo que es relevante en el mundo actual y puede ser aplicado en diversas situaciones cotidianas y profesionales.

Finalmente, es preciso afirmar que este estudio tiene un impacto social significativo debido a que va más allá de la mejora directa en las habilidades geométricas de los estudiantes, abarcando aspectos como la inclusión, la equidad, el desarrollo de habilidades tecnológicas y la participación comunitaria. Ciertamente, el desarrollo de esta propuesta aporta a la mejora en la calidad de la educación desde un enfoque integral debido a que: establece un precedente para la integración de tecnologías educativas en otras áreas y niveles educativos; ayuda a reducir la brecha digital y promover la equidad educativa; desarrollo de competencias tecnológicas en estudiantes y docentes, preparándolos para enfrentar los desafíos tecnológicos en la sociedad actual; y fomenta el pensamiento crítico y creativo, esenciales para la resolución de problemas en la vida cotidiana. Además, si el estudio demuestra ser exitoso, puede servir como modelo para otras instituciones educativas, lo que podría llevar a un impacto social más amplio a medida que otras escuelas adoptan prácticas educativas innovadoras.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar el aporte de una estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” al desarrollo del pensamiento geométrico, en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

3.2 Objetivos específicos

- Identificar el nivel de pensamiento geométrico inicial y las habilidades tecnológicas que tienen los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

- Diseñar una estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” orientada a la visualización, reconocimiento, medición, análisis, construcción, transformación y comprensión de las propiedades y las relaciones geométricas de objetos y figuras en el espacio.

- Implementar la estrategia TIC de análisis geométrico diseñada en el “software dinámico GeoGebra” con los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

- Evaluar el avance obtenido en el pensamiento geométrico en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos, participantes de la estrategia TIC en GeoGebra; a través del análisis estadístico de diferencia de medias.

4. Marco Referencial

Este marco referencial o de revisión de la literatura presenta y analiza las teorías, investigaciones previas y normas relacionadas con el uso de GeoGebra en la enseñanza de la matemática y en especial en la geometría; de esta forma, esta sección contextualiza la investigación propuesta dentro del contexto académico y proporciona fundamentos teóricos que se tendrán en cuenta para el análisis de los resultados.

4.1 Antecedentes de la Investigación

Los antecedentes investigativos son estudios, investigaciones y trabajos previos relacionados con el uso de GeoGebra para fortalecer el proceso de enseñanza aprendizaje de las matemáticas. Estos antecedentes proporcionan contexto y evidencia sobre como los docentes han abordado el uso de GeoGebra en el aula, mostrando qué se ha estudiado al respecto, qué preguntas se han planteado los investigadores y qué métodos se han utilizado.

La revisión realizada en investigaciones recientes (2018-2023) muestra que todavía hay brechas en el conocimiento sobre el impacto que tiene el uso de GeoGebra en las aulas, además demuestra la necesidad de efectuar este estudio y contribuir de esta forma al avance del campo de investigación.

4.1.1 Antecedentes Internacionales

En Cuba, Martin y Lezcano (2021) efectuaron un estudio en el cual analizaron el uso de GeoGebra en las clases de matemáticas mediadas por dispositivos móviles, los autores sustentan su investigación en el hecho de que las TIC han influenciado directamente el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. La publicación es una compilación de los resultados obtenidos de la aplicación de estrategias metodológicas heurísticas en tres institutos preuniversitarios. Como conclusión se obtiene que las herramientas tecnológicas como GeoGebra son relevantes en las aulas ya que las nuevas generaciones demandan un proceso educativo activo, reflexivo y diferenciado.

El estudio de Martín y Lezcano (2021) es relevante porque deja en evidencia que el uso de GeoGebra ha sido pensado y usado por docentes interesados en innovar en el aula, lo que buscan ofrecer herramientas innovadoras y valiosas que propendan por un aprendizaje significativo.

En Cuba, Leal et al. (2021) presentaron una investigación sobre los usos innovadores que se le ha dado a GeoGebra en el contexto de la enseñanza de la matemática, para lograr su propósito los autores efectuaron un estudio documental de revisión bibliográfica abordada desde un enfoque reflexivo, lo cual les permitió identificar las ventajas y desventajas que ofrece este software en las aulas de clase. Como conclusión se obtuvo que dada la versatilidad y facilidad de uso de GeoGebra esta herramienta es apropiada para la enseñanza de la matemática y específicamente de la geometría ya que posibilita el diseño de material interactivo mediante el cual el estudiante puede tener una visión más amplia y dinámica de las figuras y planos, lo que genera mayor motivación y un proceso más dinámico; no obstante, todavía hay barreras relacionadas principalmente con prejuicios de los docentes sobre la inmersión de aparatos tecnológicos en el aula.

La investigación realizada por Leal et al. (2021) apoya el precepto de que usar GeoGebra para fortalecer el pensamiento geométrico es un acierto, pues según sus indagaciones y los resultados obtenidos la masificación de los dispositivos electrónicos debe verse como una ventaja para innovar con estrategias digitales que favorecen la motivación y aprendizaje.

En Costa Rica, Vergara (2021) presenta una investigación en donde hace uso de GeoGebra para la enseñanza de los sólidos de revolución; el proceso consistió en una inducción inicial que permitió proceder con la parametrización que dieron origen a los sólidos. Como resultado se obtiene que GeoGebra permite la construcción de cualquier sólido y la modelación de situaciones reales lo que es favorable a la ingeniería, de esta manera, se considera un recurso tecnológico valioso para la enseñanza-aprendizaje en cualquier nivel educativo, ya que sirve de apoyo didáctico para la interpretación geométrica y analítica.

El análisis presentado por Vergara (2021) es importante porque justifica este estudio, ya que demuestra que enseñar a los estudiantes desde temprana edad a usar GeoGebra es valioso para su desarrollo presente y futuro; en efecto, este software tiene la capacidad para combinar geometría, álgebra, cálculo y gráficos dinámicos, lo que permite a estudiantes y profesionales explorar y aplicar ideas matemáticas en diferentes contextos; además, es versátil y adaptable, lo que lo hace adecuado para todos los niveles educativos, desde primaria hasta educación superior y profesional.

En Costa Rica, Ramírez (2020) presentó un estudio en el cual se abordó la GeoGebra 2D y 3D como un recurso o herramienta didáctica para el estudio de temas relacionados con la integración múltiple; bajo un enfoque cualitativo, el análisis implicó el uso de este Software en clases y actividades para estudiantes de bachillerato. Bajo la implementación de diferentes técnicas se demuestra que el uso de GeoGebra efectivamente promueve la creatividad, motivación y comprensión en la mayoría de los estudiantes.

Ramírez (2020) demuestra la pertinencia de esta propuesta, puesto que ratifica la utilidad que tiene el uso de GeoGebra para potencializar los conocimientos geométricos de los estudiantes en figuras planas y tridimensionales, además, manifiesta la necesidad que existe de innovar en las aulas para despertar el interés de los estudiantes y así optimizar su aprendizaje.

En Perú, Antezana et al. (2020) llevaron a cabo un estudio en el que ligaron el Modelo Van Hiele y la herramienta GeoGebra para llevar a cabo el aprendizaje de las áreas y perímetros de regiones poligonales; para ello recurrieron una metodología descriptiva y explicativa que incluyó a 110 estudiantes a quienes se les aplicó una técnica de observación. Los resultados obtenidos fueron positivos y significantes ya que “con la ayuda del GeoGebra y las fases de aprendizaje del Modelo de Van Hiele, dichos estudiantes lograron escalar ligeramente de un grado de adquisición bajo a un razonamiento distribuido en los grados de adquisición principalmente intermedia, luego alta, y muy pocos en la completa” (Antezana et al., 2020, p. 17).

El estudio de Antezana et al. (2020), es relevante para este estudio porque deja claro la versatilidad de la herramienta GeoGebra, la cual no solo puede ser usada en todos los niveles,

sino que puede integrarse a modelos pedagógicos modernos, todo con el fin de obtener los mejores resultados.

En México, Salas (2018) presentó los resultados de un estudio en el cual vinculó la Nube a los procesos de enseñanza aprendizaje de la matemática a través de GeoGebra, el estudio se sustentó en el hecho de que el servicio en la Nube está abarcando un gran terreno en el ámbito educativo permitiendo a los estudiantes y docentes el almacenamiento y distribución de información al instante y desde cualquier lugar desde cualquier dispositivo y sin tener que instalar ningún programa. Este estudio fue cuantitativo y se realizó durante los años 2015 a 2017 en el que participaron 78 estudiantes, con un grupo control de 31 alumnos que efectuaron ejercicios de desigualdades y funciones a través de GeoGebra en la nube. Como resultado se obtuvo que este software es útil y fácil de usar en las aulas porque permite analizar funciones, coordenadas, regiones, entre otros temas, lo que contribuye a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes.

Salas (2018) expone la pertinencia que tiene usar GeoGebra para esta investigación, debido a que sustenta que es una herramienta tecnológica apropiada para la enseñanza de la matemática, que además puede ser combinada con otras herramientas que optimizan los procesos y modernizan la forma de almacenar los conocimientos para tenerlos disponibles en el momento que se requieran. Así mismo, este estudio justifica la eficacia del uso de la tecnología en la enseñanza de las diferentes ramas de la matemática.

4.1.2 Antecedentes Nacionales

En Barranquilla Colombia, Granados y Padilla (2020) llevaron a cabo una investigación con el fin de “fortalecer la modelación geométrica de la recta tangente en estudiantes de décimo grado mediante la utilización del software GeoGebra en una escuela pública” (p. 118). Este estudio implicó una metodología cualitativa de tipo didáctico pedagógico. Los resultados demostraron que el uso e interacción de los estudiantes con el software GeoGebra permitió potenciar las competencias relacionadas con el pensamiento geométrico, porque les permitió

modelar situaciones geométricas de forma didáctica y creativa muy diferente al proceso que se tiene cuando se recurre a métodos tradicionales.

El estudio pedagógico de Granados y Padilla (2020) es pertinente para esta investigación, no solo porque se desarrolla en una entidad educativa pública, como es el caso; sino porque hace referencia directa al pensamiento geométrico como elemento esencial en la educación integral para preparar a los estudiantes para resolver problemas, enfrentar desafíos académicos y profesionales y comprender un mundo cada vez más complejo y tecnológico.

En Bogotá, Ballesteros et al. (2020) presentan los resultados obtenidos en el desarrollo de una investigación efectuada en la Fundación Universitaria los Libertadores de Bogotá, en la cual buscaron la descripción y análisis de los efectos tenidos en la implementación de una unidad didáctica cimentada en la aplicación móvil de GeoGebra. Metodológicamente este estudio reviste de un enfoque cuantitativo y diseño experimental, que permitió la aplicación de un pretest y un posttest. El análisis de los resultados efectuado mediante la prueba Anova de dos vías, permitió ver que los estudiantes que recibieron la intervención con la herramienta GeoGebra lograron mejores resultados y mayor rendimiento que aquellos que usaron la calculadora tradicional.

La investigación de Ballesteros et al. (2020) fortalece la justificación de esta investigación porque muestra que el uso de softwares como GeoGebra presenta una gran ventaja en relación con las herramientas tradicionales; en efecto, estos autores demuestran que GeoGebra supera a la calculadora científica tradicional al ofrecer una experiencia de aprendizaje interactiva y visual que permite explorar conceptos matemáticos mediante gráficos dinámicos y manipulación de objetos, fomentando una comprensión profunda.

En Soledad Atlántico, Jaraba (2020) propone una concepción didáctica para el proceso de enseñanza de la geometría teniendo como base la herramienta GeoGebra, tomando como fundamento el hecho de que los docentes necesitan indagar y aplicar estrategias metodológicas innovadoras que permitan una mejor comprensión de la geometría y por ende desarrollen las competencias geométricas. El estudio tuvo en cuenta una metodología cuantitativa con diseño cuasiexperimental aplicada a 90 estudiantes divididos en un grupo experimental y un grupo

control. Los resultados dejaron ver que GeoGebra es una herramienta que enriquece los entornos escolares haciéndolos más motivantes, versátiles e interactivos lo que permite que los alumnos comprendan mejor los conceptos de la geometría.

El estudio de Jaraba (2020) contribuye a justificar esta investigación porque muestra que GeoGebra contiene una gran variedad de recursos educativos compartidos globalmente que en conjunto enriquecen el entorno escolar al transformar la enseñanza de las matemáticas en una experiencia interactiva y dinámica que estimula la curiosidad, lo cual permite a estudiantes y profesores explorar conceptos matemáticos de manera visual y experimental, fomentando un aprendizaje activo y la comprensión profunda.

En Covarachía Boyacá, Álvarez et al. (2019) presentan un estudio en el cual abordaron las TIC como herramienta didáctica en el aula, tomado como ejemplo específico el uso software GeoGebra orientado al desarrollo del pensamiento espacial en estudiantes de los grados 4° y 5° de primaria de un establecimiento educativo de este municipio. El estudio precisó de un método de investigación acción, con enfoque ontosemiótico de la comprensión y la teoría de las situaciones didácticas. Los resultados cimentados en el diagnóstico inicial realizado a los estudiantes sobre el pensamiento espacial y los sistemas geométricos evidenciaron que el uso de GeoGebra para el desarrollo de situaciones problema y secuencias didácticas es altamente efectivo ya que contribuye al fortalecimiento de las competencias geométricas a nivel general.

El estudio de Álvarez et al. (2019) es importante para esta investigación porque deja en evidencia la integralidad del software GeoGebra, el cual incluye diversas herramientas matemáticas para geometría, álgebra, cálculo y gráficos; de esta forma, promueve la interactividad, la visualización dinámica y se adapta a diferentes niveles educativos; mejorando significativamente el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas.

En resumen, hay muchas investigaciones que demuestran la pertinencia de GeoGebra para la enseñanza de la geometría, por ende, el valor agregado de esta propuesta radica en la aplicación y adaptación específica a las características y necesidades particulares de los estudiantes de sexto grado en la IDER Limoncitos.

4.2 Marco Teórico

Teniendo presente que esta investigación pedagógica se orienta a desarrollar el pensamiento geométrico por medio de la herramienta tecnológica “software dinámico GeoGebra” aplicada a estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca; el análisis teórico precisa abordar dos temas el primero es la matemática y el pensamiento geométrico y el segundo el software matemático GeoGebra.

4.2.1 Las Matemáticas y el Pensamiento Geométrico

La matemática es una disciplina orientada a las peculiaridades y las dependencias o relaciones de los números, las figuras geométricas y los objetos abstractos; para su desarrollo utiliza símbolos y reglas para analizar patrones, resolver problemas y describir estructuras cuantitativas. Dada su naturaleza “las matemáticas se consideran la base de procesos complejos del conocimiento y que requieren de otras habilidades como pensamiento analítico, reflexivo y crítico, es decir, capacidad para el razonamiento, la formulación o resolución de problemas” (Fernández, 2006, como se citó en García y Martín, 2023, p. 85); de esta manera, son una herramienta esencial en la resolución de problemas complejos y el avance del conocimiento en diversas disciplinas, pues al requerir habilidades analíticas, reflexivas y críticas, las matemáticas cultivan una mente lógica y estructurada.

La matemática es una ciencia muy amplia que encierra muchas ramas dentro de las que se cuentan la aritmética, el algebra, la trigonometría, el cálculo, la estadística, la probabilidad y por supuesto la geometría que se ocupa de la investigación sobre las propiedades y relaciones de las figuras geométricas y las transformaciones en el espacio; se puede decir entonces, que tal como la afirma Díaz et al. (2018) la geometría es comprendida como un campo de análisis y reflexión que contribuye a la resolución de situaciones o problemas de diferente naturaleza y de esta forma percibir y comprender un mundo o entorno que brinda una extensa gama de formas o representaciones, ya sea en contextos naturales o artificiales. En efecto, la geometría

trasciende las fronteras de las disciplinas y proporciona una lente única para entender el mundo que nos rodea, teniendo como cimiento el pensamiento lógico y analítico que contribuye a modelar y analizar una amplia gama de fenómenos en el mundo físico y abstracto. Citando a Jaraba (2020) se puede decir que:

En el estudio de la Geometría, implica la comprensión y transferencia de los conocimientos a situaciones de la vida real, y exige relacionar, interpretar, inferir, interpolar, inventar, aplicar, transferir los saberes a la resolución de problemas, intervenir en la realidad; es decir, reflexionar sobre la acción y saber actuar ante situaciones que se resuelven con un software de geometría dinámica. (p. 167)

En efecto, la geometría como disciplina reflexiva permite visualizar y analizar patrones y relaciones espaciales, brindando las herramientas esenciales para resolver problemas en campos o contextos de conocimientos tan variados como la física, la ingeniería, la biología, el arte, entre otros; se puede decir entonces que esta nos empodera para interpretar y apreciar la riqueza de formas que definen nuestro entorno, permitiendo la exploración tanto de los misterios naturales como las creaciones humanas con una perspectiva matemática profunda y enriquecedora.

Frente al tema, Fernández (2018) hace notar que la geometría tiene gran impacto en distintos campos del saber, su aplicabilidad en diversas ciencias definen su importancia, de esta forma, es en el ámbito educativo desde la primaria hasta el nivel universitarios donde se busca que el estudiante desarrolle sus conocimiento y capacidades, por ende, es el docente el que tiene el deber de establecer estrategias y adoptar recursos innovadores que conlleven a un aprendizaje efectivo en el que el alumno este al tanto y sea consciente del significado y aplicabilidad que tiene los diversos conceptos de esta rama de la matemática.

Refiriendo al proceso de enseñanza aprendizaje de la geometría, Díaz et al. (2018) asienten que dicho proceso involucra tres acciones cognitivas: la primera es la *construcción*, que apunta al diseño o bosquejo de configuraciones intermediadas por instrumentos o elementos

geométricos; la segunda refiere al razonamiento, enfocada a los procesos discursivos, de síntesis y de argumentación; y finalmente la tercera precisa la visualización, que se encamina en las representaciones de imágenes en el plano espacio. Se puede decir entonces que, el aprendizaje de geometría es más que memorizar fórmulas, pues se trata de una experiencia cognitiva compleja de construcción, que involucra la creatividad y la habilidad para dar forma a conceptos abstractos en estructuras tangibles; así, el razonamiento geométrico implica lógica y argumentación, estimulando el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

De esta forma, dada la naturaleza de la geometría se habla del pensamiento geométrico como una parte del pensamiento matemático, que según el Ministerio de Educación Nacional (1998) es “el conjunto de procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos en el espacio, las relaciones entre ellos, sus transformaciones y sus diversas traducciones o representaciones materiales” (p. 37); en otras palabras, el pensamiento geométrico es el escenario mental donde se demuestra la relevancia de la visualización de correspondencias entre las formas geométricas y ulterior modelación de éstas; así como, la producción e igualación de ciertos procedimientos inherentes a la geometría y de otros, que facilitan la transformación de una imagen o representación puntual de objetos o elementos geométricos a un análisis y comprensión de las propiedades que estos tienen (Jaime et al., 2008, como se citó en Otero y Chacara, 2019); es decir, el pensamiento geométrico va más allá de las simples formas; es un proceso mental complejo. Implica visualizar objetos en el espacio, entender sus propiedades y relaciones, y manipular estas imágenes mentales para resolver problemas.

Bajo esta conceptualización se comprende el pensamiento geométrico como un proceso de aprendizaje propio de la geometría que involucra tres elementos esenciales: “(i) los procesos de visualización y su potencial heurístico en la resolución de problemas, (ii) los procesos de justificación propios de la actividad geométrica y (iii) el papel que juegan las construcciones geométricas en el desarrollo del conocimiento geométrico” (Ministerio de Educación Nacional,

2004, p. 9). Así, dada la complejidad que precisa el pensamiento geométrico este implica unos niveles de madurez que se van consiguiendo gradualmente a medida que se avanza en el proceso educativo y se optimiza el nivel de conocimientos; dichos niveles son: “nivel 0, denominado de visualización; nivel 1, llamado descripción; nivel 2, al que llama de relaciones; nivel 3, o de deducción; y, finalmente, nivel 4 o de axiomatización” (Pierre van Hiele, como se citó en Gutiérrez, 2007, p. 85); debido a que estos niveles son graduales, de acuerdo con Barrera y Reyes (2015) su desarrollo es progresivo lo cual indica que no es posible escalar un nivel si no se ha cumplido el previo, entendiéndose que completar un nivel implica tener la capacidad de desarrollar efectivamente razonamientos que caracterizan dicho nivel; a este punto es importante entender que cada uno de estos niveles reviste de símbolos lingüísticos y una red propia que los relaciona.

Dada su naturaleza, de acuerdo con Sáenz, Patiño y Robles (2017), “es en el pensamiento geométrico, donde se presentan más dificultades y obstáculos en el estudiantado, especialmente en la interpretación de modelos gráficos aplicados a situaciones del diario vivir” (Granado y Padilla, 2020, p.119); en otros términos, el pensamiento geométrico como elemento fundamental para la comprensión del mundo puede resultar desafiante para los estudiantes, debido principalmente a que la interpretación de modelos gráficos en contextos cotidianos requiere habilidades visuales y abstractas; así, las dificultades surgen debido a la necesidad de traducir conceptos geométricos complejos en representaciones visuales comprensibles. La superación de estos obstáculos no solo mejora la habilidad para resolver problemas prácticos, sino que también fortalece la capacidad para pensar críticamente y visualizar soluciones en situaciones de la vida real.

4.2.2 El software Matemático GeoGebra

Antes de referir directamente a GeoGebra como software dinámico, es preciso asentar que se entiende por software al conjunto de instrucciones y datos que permiten que un ordenador ejecute tareas determinada o específicas, este puede incluir programas, aplicaciones y sistemas

operativos que controlan el hardware y permiten a los usuarios interactuar con las computadoras y otros dispositivos electrónicos para realizar diversas funciones y procesos. Concerniente a lo que significa software matemático, según Jaraba (2020) este se usa para:

Hacer cálculos matemáticos que facilitan la tarea del estudiante y que sirven de apoyo al profesor de matemática, que busca proporcionarle al estudiante otro ambiente distinto al tradicional; porque estos softwares socorren al docente, trayendo al aula ilustraciones de problemas matemáticos; entre este tipo se pueden citar aquellos que tienen que ver con los sistemas algebraicos computacionales y los graficadores de funciones. (p. 174)

Es decir, el término “software matemático” se refiere a programas informáticos diseñados específicamente para realizar cálculos matemáticos, visualizaciones, modelado y análisis numérico; estos programas ayudan a resolver problemas matemáticos complejos, realizar simulaciones y explorar conceptos matemáticos en un entorno digital, dentro de estos están GeoGebra, Mathematica y MATLAB, entre otros, que son ampliamente utilizados en educación e investigación matemática.

Haciendo alusión directa al software GeoGebra según lo descrito en su página oficial este constituye “un software de matemáticas dinámicas para todos los niveles educativos que reúne geometría, álgebra, hoja de cálculo, gráficos, estadística y cálculo en un solo programa fácil de usar” (GeoGebra, 2023); en otros términos, “GeoGebra puede considerarse un Software de Matemática Dinámica (SMD) porque, además de tener las posibilidades de un software dinámico de geometría SGD, incluye otras particularidades algebraicas y de cálculo que permiten relacionar varias áreas matemáticas” (Antezana, et al., 2020, p. 11). De esta manera GeoGebra, permite a los estudiantes y profesores explorar y enseñar conceptos matemáticos de manera activa, creando visualizaciones interactivas y demostraciones por ello se usa para mejorar la comprensión matemática, fomentar la experimentación y promover el aprendizaje activo a través de herramientas visuales y manipulativas.

Además, de acuerdo con Cenas et al (2021) aunque inicialmente GeoGebra fue diseñado específicamente para el abordaje matemático de la geometría y el algebra (lo que le dio su

nombre), hacia el año 2009 se introdujeron nuevas funciones estadísticas y comandos para la creación de gráficos, lo que más adelante en el 2011 llevó a permitir el análisis de información y el cálculo de probabilidades; de esta forma, su integralidad lo ha consagrado como uno de los preferidos por docentes y estudiantes en todo los niveles educativos desde la secundaria hasta el nivel universitario donde aporta significativamente a carreras como la ingeniería y la arquitectura.

Por otra parte, citando a Antezana et al. (2020) las peculiaridades técnicas de GeoGebra son muy atractivas pues es cuenta con licencia GPL que lo hace libre, cuenta con versiones que lo hacen compatible con los sistemas operativos Windows, Mac OS y Linux; además, ejecuta un archivo Java (geogebra.jar) y permite el almacenamiento de cada uno de los trabajos realizados en un archivo XML de extensión GGB, los cuales se dejan exportar o guardar como página Web, dibujos o imágenes. Bajo este contexto, de acuerdo con Ramírez (2020) esta herramienta de carácter gratuita compatible con múltiples plataformas cuenta con usuarios en la mayoría de los países, y precisa de una gran comunidad de docentes e investigadores en expansión, siendo líder en los softwares matemáticos que apoyan la enseñanza y favorece el trabajo individual o grupal.

Frente al tema Álvarez et al. (2020) afirma que GeoGebra “es una aplicación completa que involucra todas las ramas de la matemática, tiene una interfaz interactiva, sencilla y amigable que permite comprender de mejor manera los conceptos matemáticos para enriquecer el conocimiento y obtener un aprendizaje significativo” (p. 216); de esta forma, GeoGebra se destaca por su capacidad para transformar las complejas teorías matemáticas en experiencias visuales y prácticas, proporcionando una plataforma que abarca geometría, álgebra, cálculo y gráficos, lo que la transforma en un instrumento versátil para estudiantes y profesores; además, su interfaz intuitiva facilita la realización de experimentos y descubrimientos, así permite que los estudiantes exploren y apliquen conceptos matemáticos de manera dinámica. En este contexto, es evidente que GeoGebra es una excelente herramienta o recurso para impartir la formación en el área de matemática, debido a que contribuye a la exploración, diseño, construcción y

resolución de problemas o situaciones de una forma didáctica, creativa, innovadora e interactiva (Ramírez, 2020)

Teniendo en cuenta a Martin y Lezcano (2021) “GeoGebra es uno de los asistentes matemáticos más utilizados en las escuelas y universidades del mundo para el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje (PEA) de la Matemática” (p. 3); en efecto, al ser gratuito y de código abierto, GeoGebra es económicamente factible para instituciones educativas, y su comunidad activa brinda recursos y apoyo continuo, convirtiéndolo en una herramienta fundamental para el desarrollo académico y la enseñanza efectiva de las matemáticas.

GeoGebra es un asistente matemático que “proporciona un cambio de visión del tratamiento de la geometría de forma estática, como tradicionalmente se ha venido haciendo, a una en la que las figuras adquieran dinamismo” (Martin y Lezcano, 2021, p. 3); ciertamente, este software permite crear construcciones geométricas interactivas y en movimiento, es decir, objetos geométricos, como puntos, segmentos y figuras, pueden ser manipulados y animados en tiempo real, lo que facilita la comprensión de las propiedades geométricas, ya que los estudiantes pueden observar cómo los objetos cambian y se relacionan dinámicamente, lo que promueve una comprensión más amplia y representativa de los conceptos geométricos.

4.3 Marco Legal

La educación en Colombia se encuentra cimentada legalmente en los preceptos constitucionales, específicamente en el artículo 67 que establece: “La educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia, a la técnica, y a los demás bienes y valores de la cultura...” (Const. 1991, art. 67).

Con base en los preceptos constitucionales se estableció la Ley 115 de 1994 conocida como Ley General de Educación, esta ley tiene por objeto que “la educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes” (Ley 115, 1994, art.

1°). Refiriendo el tema de la enseñanza aprendizaje de la geometría, esta ley refiere en su numeral c) del artículo 22, que dentro de los objetivos o fines de la educación secundaria se encuentra:

El desarrollo de las capacidades para el razonamiento lógico, mediante el dominio de los sistemas numéricos, geométricos, métricos, lógicos, analíticos, de conjuntos de operaciones y relaciones, así como para su utilización en la interpretación y solución de los problemas de la ciencia, de la tecnología y los de la vida cotidiana... (Ley 115, 1994, art. 22)

Teniendo como base lo estipulado en la Ley General de Educación se establecen los estándares educativos que para el área de matemáticas se enfocan en cinco tipos de pensamiento que son: numérico, espacial y geométrico, de medidas, de organización y de clasificación de datos y de variaciones de números. En el caso particular del pensamiento geométrico que es el que compete a este estudio para el grado sexto se tiene:

✓ Representar “objetos tridimensionales en diferentes posiciones y desde distintos puntos de vista, es decir, manejo de perspectiva” (Ministerio de Educación Nacional, s.f., p. 24).

✓ Descomponer “sólidos haciendo cortes rectos o transversales y analizo el resultado” (Ministerio de Educación Nacional, s.f., p. 24).

✓ Clasificar “polígonos según sus propiedades (número de lados, número de ángulos, longitud de los lados...)” (Ministerio de Educación Nacional, s.f., p. 24).

✓ Aplicar “transformaciones (rotación, traslación, reflexión) sobre figuras planas y digo qué les sucedió; esto lo puedo aplicar en mis proyectos de arte” (Ministerio de Educación Nacional, s.f., p. 24).

✓ Utilizar “gráficas para resolver y formular problemas que involucren congruencia y semejanza de figuras” (Ministerio de Educación Nacional, s.f., p. 24).

✓ Localizar “puntos y figuras en un plano cartesiano y utilizo esto para ubicar lugares geográficos” (Ministerio de Educación Nacional, s.f., p. 24).

De igual manera se cuenta con los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) que constituyen el conjunto de conocimientos, destrezas, habilidades, competencias y actitudes que

deben adquirir los estudiantes en cada área en particular. Para el caso de matemáticas y concerniente a la geometría en grados sexto los DBA establecen:

Utilizar y explicar “diferentes estrategias e instrumentos (regla, compás o software) para la construcción de figuras planas y cuerpos” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 46).

Proponer y desarrollar “estrategias de estimación, medición y cálculo de diferentes cantidades (ángulos, longitudes, áreas, volúmenes, etc.) para resolver problemas” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 47).

Representar y construir “formas bidimensionales y tridimensionales con el apoyo en instrumentos de medida apropiados” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 48).

Reconocer “el plano cartesiano como un sistema bidimensional que permite ubicar puntos como sistema de referencia gráfico o geográfico” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 48).

Identificar y analizar “propiedades de covariación directa e inversa entre variables, en contextos numéricos, geométricos y cotidianos y las representa mediante gráficas...” (Ministerio de Educación Nacional, 2016, p. 49).

De otro lado, concerniente al uso de la tecnología en el ámbito educativo esta está regulada por la Ley 1341 de 2009 que establece las normas para el desarrollo del sector de las TIC en Colombia. A través de esta ley, el gobierno colombiano busca impulsar el acceso equitativo y justo a las TIC, estimular la competencia en el sector, y optimizar la calidad de los servicios relacionados dichas herramientas. En esta norma se definen las reglas para la gestión del espectro electromagnético, promueve la competencia en la oferta y demanda de las telecomunicaciones, y busca garantizar la prestación de servicios de telecomunicaciones de calidad en todo el territorio colombiano.

De igual manera la Ley 1978 de 2019 normatiza la modernización del sector de las TIC con el fin de cerrar la brecha digital y apoyar y promover el desarrollo de todos los sectores, de tal manera que todos los colombianos tengan acceso a un servicio básico que contribuya al acceso y difusión de la información, que permita además el fortalecimiento de la educación y el acceso pleno al saber, las distintas ciencias, la técnica, la cultura, entre otros.

5. Diseño Metodológico

5.1 Tipo de Investigación

Esta investigación encaminada a desarrollar el pensamiento geométrico por medio de la herramienta tecnológica “software dinámico GeoGebra” aplicada a estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca, precisó de un tipo de investigación descriptiva, en la cual “se reseñan las características o rasgos de la situación o fenómeno objeto de estudio” (Salkind, 1998, p. 11), es decir, es un enfoque científico que se centra en describir características o fenómenos para proporcionar una comprensión detallada y precisa de un tema específico. “Estos estudios buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno” (Cazau, 2006, p. 27), por tanto, “una de las funciones principales de la investigación descriptiva es la capacidad para seleccionar las características fundamentales del objeto de estudio y su descripción detallada de las partes, categorías o clases de ese objeto” (Bernal 2010, p. 113).

En este estudio que buscó determinar el aporte de una estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” al desarrollo del pensamiento geométrico, en los estudiantes de sexto grado, la descripción permitió: exponer los resultados cuantitativos obtenidos en la prueba inicial de conocimientos geométricos (los cuales sirven de base para establecer el aporte de a estrategia TIC); mostrar la familiaridad previa con las herramientas tecnológicas; narrar en detalle cómo los estudiantes interactúan en GeoGebra durante la implementación y registrar las observaciones de sus comportamientos y respuestas durante este proceso; presentar los resultados cuantitativos emanados en la prueba final de conocimientos geométricos, aplicada al final del proceso; y para finalmente realizar una evaluación estadística de medias para muestras relacionadas, la cual permitió cuantificar la significancia del progreso, dándole mayor validez y objetividad al estudio.

Los datos descriptivos ayudaron a entender patrones, dificultades y logros de los estudiantes al usar GeoGebra, lo que fue fundamental para mejorar la enseñanza geométrica.

5.2 Enfoque de la Investigación

Tomando en cuenta los objetivos específicos tratados, esta investigación requirió de un enfoque mixto, es decir, se combinaron análisis cuantitativos con los cualitativos, para aprovechar sus bondades. Se consideró el enfoque mixto porque según lo expuesto por Hernández-Sampieri et al. (2014) este presenta muchas ventajas, específicamente: ofrece una orientación más extensa y profunda de tema a investigar, da cabida a una mayor teorización, brinda datos variados que enriquecen los análisis, precisa de indagaciones más dinámicas, se optimiza la exploración y explotación de los datos que se recopilan, proporciona mayor solidez, confiabilidad y rigor en los resultados, y fortalece las destrezas y competencias investigativas.

En este caso, se puede aplicar un enfoque mixto de la siguiente manera:

1) *Cuantitativo*: se utilizaron pruebas y cuestionarios estructurados para recopilar datos cuantitativos, como el nivel de conocimiento geométrico antes y después de la intervención, las tasas de participación y el progreso en las tareas utilizando GeoGebra; estos datos proporcionaron estadísticas numéricas para evaluar el rendimiento y el progreso general de los estudiantes, el cual se hizo por medio de un análisis estadístico de diferencias de medias entre la prueba inicial y prueba final, que se efectuó en el software SPSS.

2) *Cualitativo*: se formalizó en el registro de las observaciones durante la intervención para capturar interacciones en tiempo real entre los estudiantes y la herramienta GeoGebra. Estos datos cualitativos proporcionaron una comprensión detallada de las experiencias y opiniones de los participantes.

Después de recopilar datos tanto cuantitativos como cualitativos, se procedió a analizar cada uno de forma separada para obtener patrones y temas comunes. Posteriormente, los resultados cualitativos sirvieron de base para explicar los hallazgos cuantitativos y proporcionar

una comprensión más profunda del impacto o aporte de GeoGebra al pensamiento geométrico de los alumnos intervenidos.

5.3 Paradigma

El paradigma apropiado para esta investigación fue el *pragmático*, proveniente del griego *pragma* que significa *acción*. Según (Hurtado, 2010) “este modelo reduce los conocimientos humanos a instrumentos de acción y busca el criterio de verdad de las teorías en su éxito práctico” (p. 42); es decir, el *pragmatismo* se enfoca en la utilidad práctica y la aplicabilidad de las ideas. En este caso, el énfasis estuvo en evaluar la efectividad práctica de la estrategia TIC en GeoGebra para mejorar el pensamiento geométrico de los estudiantes. Se centró en los resultados y en cómo la implementación de la estrategia afecta directamente a los participantes.

Considerando que el objetivo fue determinar el aporte de la estrategia TIC, el Pragmatismo permitió un enfoque más orientado a resultados y a la aplicación práctica de la intervención en el contexto educativo específico de la IDER Limoncitos.

5.4 Método de Investigación

Por sus características pedagógicas e investigativas este estudio precisó de un método de Investigación Acción Participativa cuyo propósito fue “comprender y resolver problemáticas específicas de una colectividad vinculadas a un ambiente, frecuentemente aplicando la teoría y mejores prácticas de acuerdo con el planteamiento” (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 496); es decir, se buscó involucrar a los participantes en el proceso investigativo para reconocer, comprender y dar solución a problemas que enfrentan en su comunidad o entorno, con base en la idea de que las personas que experimentan un problema son las más adecuadas para proponer y llevar a cabo soluciones efectivas. Frente al tema Bernal (2010) asiente que en la IAP, se acaba con la división sujeto-objeto del proceso de investigación, y se crea un equipo o unidad armónica que integra a los investigadores con la comunidad objeto de estudio, siendo los primeros quienes desempeñan el papel de facilitadores o generadores de cambio; en tanto que,

los segundos serán los propios precursores o procuradores del proceso investigativo y, por tanto, los actores principales de la transformación o cambio de su realidad inherente.

Al aplicar la Investigación-Acción Participativa (IAP) en el estudio para desarrollar el pensamiento geométrico con GeoGebra se precisó de una colaboración activa entre los estudiantes, docentes y otros miembros de la comunidad educativa; los cuales debieron participar en la identificación de desafíos y necesidades en el área de geometría llevadas a cabo mediante una prueba inicial; para luego ser partícipes activos en el proceso de intervención, desarrollando las estrategias TIC en GeoGebra propuestas por el docente; finalmente, los estudiantes debieron demostrar sus nuevos conocimientos, participando en una prueba posterior, que en conjunto con la prueba diagnóstica fueron base para conocer la significancia del proceso.

5.5 Diseño de la Investigación

Esta investigación fue de tipo longitudinal, pues en estos estudios se “recaban datos en diferentes puntos del tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución del problema de investigación o fenómeno, sus causas y sus efectos” (Hernández-Sampieri et al., 2014, p. 159). Aplicando estos preceptos teóricos a esta investigación, el diseño longitudinal se evidenció en el proceso de ejecución de la investigación y el logro de los objetivos propuestos, es decir, inicialmente se hizo una medición sobre los conocimientos y habilidades de pensamiento geométrico de los estudiantes, para luego proceder con la intervención y finalmente hacer una nueva medición para tener datos que sirvieran para comparar los avances que se obtuvieron.

5.6 Población y muestra

La población objetivo fueron los estudiantes de la Institución Educativa Departamental “Limoncitos”, ubicada en la zona rural del municipio de Pacho Cundinamarca; esta institución ofrece una formación tradicional en jornada de mañana completa y fines de semana. A las instalaciones asisten estudiantes provenientes de hogares campesinos dedicados a la

producción agrícola (cultivo de café, plátano, cítricos, frutas, entre otras) y pecuaria, los cuales hacen parte de un contexto socioeconómico medio-bajo con escasos recursos económicos para satisfacer sus necesidades básicas.

Dadas sus precarias condiciones estos alumnos experimentan problemas de violencia intrafamiliar que se refleja en su comportamiento y deficiente nivel académico, se puede inferir en muchos casos que no se preocupan por el estudio y muchos de ellos son apáticos ante los procesos de formación.

En cuanto al nivel académico, estos estudiantes presentan dificultades que se evidencian en: el precario análisis y comprensión de lectura, las limitaciones para resolver las operaciones fundamentales en matemáticas y despejar incógnitas de una ecuación, la poca habilidad para la resolución de problemas y la elaboración de proyectos; es decir, no cuentan con hábitos de estudio que faciliten su proceso académico y la mejora de sus debilidades. No obstante, hay estudiantes muy respetuosos y aplicados en su estudio; los cuales, cuentan con buenos principios morales, sociales y éticos.

Desde el punto de vista cuantitativo el proyecto abarca una población de 305 estudiantes de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca, 118 de ellos pertenecientes al nivel de bachillerato. La institución cuenta con 15 sedes educativas y dos grupos de sexto grado, uno se encuentra ubicado en la sede principal de Limoncitos y el otro en la sede Cucharal la cual es adscrita a la sede central. Esta investigación se realizará en grados sexto de la sede principal ya que este es el grupo seleccionado para llevar a cabo esta investigación acción.

Con relación a la muestra, esta fue elegida mediante un muestreo no probabilístico o por conveniencia, tomando en cuenta el acceso y tiempo que se puede tener con los estudiantes; de esta forma, se eligió al grado sexto compuesto por 12 estudiantes, en edades de 11 a 14 años, quienes en su mayoría viven con sus padres en hogares nucleares y monoparentales; aunque, en algunos casos los menores están a cargo de familiares o tutores.

5.7 Instrumentos de Recolección de la Información

Para el desarrollo de esta investigación encaminada a desarrollar el pensamiento geométrico por medio de la herramienta tecnológica “software dinámico GeoGebra” aplicada a estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca, fue preciso hacer uso de pruebas, encuestas, diario de campo y lista de chequeos

1) Prueba: una prueba de conocimiento es un método utilizado para evaluar el nivel de comprensión y habilidades de una persona en un tema específico, suelen incluir preguntas o tareas diseñadas para medir el conocimiento teórico y práctico del individuo en un área determinada.

2) Encuesta: “es un cuestionario que consiste en un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos quienes, en forma anónima, las responden por escrito” (Gallardo, 2017, p. 73)

3) Diario de campo: es un registro detallado y sistemático de observaciones, reflexiones y eventos relevantes durante una investigación, experimento o experiencia; se utilizan para documentar datos, impresiones y análisis en tiempo real, proporcionando una base sólida para el análisis posterior.

4) Lista de chequeo: es un documento estructurado que enumera tareas, elementos o criterios específicos que deben verificarse, completarse o evaluarse.

5) Software estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences): es un software estadístico desarrollado por IBM. Este software ofrece una interfaz gráfica de usuario que facilita la entrada, manipulación y análisis de datos estadísticos de carácter cuantitativo.

En este caso se usó para efectuar una diferencia de medias para pruebas emparejadas, que se refiere a una comparación estadística de promedios provenientes de dos grupos de datos relacionados entre sí.

La forma como se aplicaron dichos instrumentos se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 1*Instrumentos de recolección de la información*

Objetivo	Instrumento	Aplicación
- Identificar el nivel pensamiento geométrico inicial y habilidades tecnológicas que tienen los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.	Prueba inicial (Apéndice C)	Es una prueba escrita en formato SABER la cual contará con 15 preguntas encaminadas a medir el pensamiento geométrico de los estudiantes al inicio del proceso.
	Encuesta de percepción inicial (Apéndice D)	Cuestionario para medir el uso y apropiación tecnológica que tienen los estudiantes de sexto, así como el conocimiento sobre GeoGebra.
- Diseñar una estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” orientadas a la visualización, reconocimiento, medición, análisis, construcción, transformación y comprensión de las propiedades y las relaciones geométricas de objetos y figuras en el espacio.	Lista de chequeo (Apéndice E)	Es un documento en donde se hace una lista de tareas que se deben cumplir para poder organizar la estrategia TIC.
- Implementar la estrategia TIC de análisis geométrico diseñada en el “software dinámico GeoGebra” con los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.	Diario de campo (Apéndice F)	Es un formato de registro que detalla aspectos relevantes que deben tenerse en cuenta durante la observación que se hace en la intervención con GeoGebra para el desarrollo del pensamiento geométrico.
- Evaluar el avance obtenido en el pensamiento geométrico en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos, participantes de la estrategia TIC en GeoGebra; a través análisis estadístico de diferencia de medias.	Prueba final (Apéndice G)	Es una prueba escrita en formato SABER la cual contará con 15 preguntas encaminadas a medir el pensamiento geométrico de los estudiantes una vez culminado el proceso de intervención
	Encuesta de satisfacción (Apéndice H)	Se utiliza para recopilar opiniones y percepciones de los estudiantes sobre la intervención realizada con la estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra”, es decir, se usa para evaluar el nivel o grado de complacencia o satisfacción de los niños, identificar áreas de mejora y entender las necesidades y expectativas de todos los intervenidos.
	Software estadístico SPSS	Permite hacer una prueba de medias para muestras emparejadas; en este caso el análisis se realiza con los niveles de conocimiento tenido por los estudiantes en la prueba inicial y la prueba final. El proceso implica hacer una la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar si una muestra de datos sigue una distribución normal, para posteriormente elegir el método de evaluación de significancia de medias que puede ser “t de Student para muestras pareadas” o “prueba de rangos con signo de Wilcoxon”, esta última en caso de que no se cumpla las suposiciones de normalidad.

Nota. Elaboración propia.

5.8 Fases de Desarrollo

Este estudio se desarrolló en cuatro fases correspondientes a los objetivos específicos propuestos, con lo cual se buscó alcanzar el fin principal de desarrollar el pensamiento geométrico por medio de la herramienta tecnológica “software dinámico GeoGebra” aplicada a estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

Fase preliminar: esta fase comprendió básicamente el diseño de los instrumentos de recolección de la información, entre estos: el consentimiento informado, la prueba de conocimientos geométricos iniciales, la encuesta de conocimientos y habilidades tecnológicas previas de los estudiantes, el diario de campo para el registro de la intervención, la prueba final para conocer el avance en los conocimientos y la encuesta de satisfacción final.

Fase 1: Diagnóstico: buscó principalmente identificar el nivel pensamiento geométrico inicial y habilidades tecnológicas que tienen los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca. Para tal fin, fue necesario:

- 1) Aplicar una prueba de conocimientos inicial, para medir el pensamiento geométrico en los estudiantes y así tener datos cuantitativos que sirvieran de base para medir la significancia del proceso.
- 2) Tabular y analizar la información obtenida en la prueba para definir el nivel de acierto.
- 3) Aplicar de una encuesta de conocimiento y apropiación tecnológica a los estudiantes.
- 4) Tabular y analizar la información obtenida en la encuesta, para obtener el conocimiento y apropiación tecnológica y conocimiento de GeoGebra de los estudiantes.
- 5) Organizar de la información para dar cumplimiento al objetivo.

Fase 2: diseño: esta fase tuvo como objetivo diseñar una estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” orientadas a la visualización, reconocimiento, medición, análisis, construcción, transformación y comprensión de las propiedades y las relaciones geométricas de objetos y figuras en el espacio. Para cumplir con este propósito fue necesario:

- 1) Revisar material en investigaciones previas
- 2) Diseñar la estrategia TIC en con actividades estratégicas en GeoGebra.

- 3) Organizar la información para dar cumplimiento al objetivo.

Fase 3: implementación: esta fase tuvo como objetivo implementar la estrategia TIC de análisis geométrico diseñada en el “software dinámico GeoGebra” con los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca. Para cumplir con este propósito fue necesario:

- 1) Implementar la estrategia TIC con las actividades estratégicas en GeoGebra.
- 2) Realizar el registro de las observaciones en los diarios de campo.
- 3) Sacar conclusiones generales del proceso.
- 4) Organizar la información para dar cumplimiento al objetivo.

Fase 4: evaluación: esta fase buscó evaluar el avance obtenido en el pensamiento geométrico en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos, participantes de la estrategia TIC en GeoGebra; a través análisis estadístico de diferencia de medias. Para cumplir con este propósito fue necesario:

- 1) Aplicar de una prueba de conocimientos final para medir el pensamiento geométrico en los estudiantes después de desarrollada la estrategia TIC
- 2) Tabular y analizar la información de la prueba para definir el nivel de acierto final.
- 3) Aplicar una encuesta de satisfacción para conocer las apreciaciones de los estudiantes sobre la intervención.
- 4) Tabular y analizar la información obtenida en la encuesta, para conocer las percepciones y apreciaciones de los estudiantes sobre el proceso y los resultados alcanzados.
- 5) Realizar una prueba de medias en el software estadístico SPSS, para verificar la significancia de los cambios obtenidos entre la prueba inicial antes de la intervención y la prueba final después de la intervención. Este análisis iniciará con una la prueba de Shapiro-Wilk utilizada para evaluar si una muestra de datos sigue una distribución normal, posteriormente se el método adecuado, que puede ser “t de Student para muestras pareadas” o “prueba de rangos con signo de Wilcoxon”, esta última en caso de que no se cumpla las suposiciones de normalidad.
- 6) Organizar la información para dar cumplimiento al objetivo.

6. Resultados

En el contexto actual de la educación, el uso de las TIC se ha vuelto fundamental para enriquecer los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este sentido, el presente estudio se enfocó en determinar el aporte de una estrategia TIC en “software dinámico GeoGebra” al desarrollo del pensamiento geométrico, en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos. Para ello, se establecieron objetivos específicos que abarcaron desde la identificación del nivel inicial de pensamiento geométrico y habilidades tecnológicas de los estudiantes hasta la implementación y evaluación de la estrategia TIC en GeoGebra.

Inicialmente, se llevó a cabo un análisis para identificar el nivel de pensamiento geométrico inicial y las habilidades tecnológicas presentes en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos. Posteriormente, se diseñó e implementó una estrategia TIC en GeoGebra con el propósito de fortalecer la visualización, reconocimiento, medición, análisis, construcción, transformación y comprensión de las propiedades y relaciones geométricas de objetos y figuras en el espacio; la implementación implicó trabajar de manera práctica y dinámica con los estudiantes, utilizando GeoGebra como herramienta facilitadora para el análisis geométrico. Finalmente, se realizó una evaluación del avance obtenido en el pensamiento geométrico de los estudiantes participantes mediante un análisis estadístico de diferencia de medias.

6.1 Diagnóstico del Nivel de Pensamiento Geométrico Inicial y Competencias Digitales

Este diagnóstico fue realizado con el fin de identificar el nivel pensamiento geométrico inicial y las habilidades tecnológicas que tienen los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca. Para lograr dicho propósito se aplicó una prueba inicial (Apéndice C) de pensamiento geométrico para estudiantes de sexto grado y una encuesta de uso y apropiación tecnológica y conocimiento de GeoGebra (Apéndice D), con estos dos instrumentos se pretendió tener un contexto claro a nivel de conocimientos geométricos y competencias digitales, lo cual es relevante para el diseño asertivo de la estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra”.

6.1.1 Resultados de la Prueba Diagnóstica de Pensamiento Geométrico

La prueba diagnóstica inicial constó de 20 preguntas tipo saber, 15 de ellas enfocadas a conocimientos teóricos y 5 prácticos, todos afines a la geometría lineal y enfocados a temas relacionados con las características de las líneas y figuras, clasificación y medida de ángulos, cálculo de áreas y perímetros, identificación de polígonos y aplicabilidad de estos conceptos en el entorno real.

Según los resultados se encontró que el promedio general de aciertos es del 41%, mientras que el promedio de desaciertos es del 59%; esto indica que la mayoría de los estudiantes carecen de habilidades y/o competencias que les permiten comprender y aplicar conceptos geométricos lineales (ángulos, líneas, áreas, perímetros, etc.). Esto confirma la importancia de implementar estrategias de enseñanza adicionales o programas de apoyo para mejorar el entendimiento y rendimiento en el pensamiento geométrico lineal. Ver Tabla 2.

Tabla 2

Resultados de la prueba inicial por estudiante y por pregunta

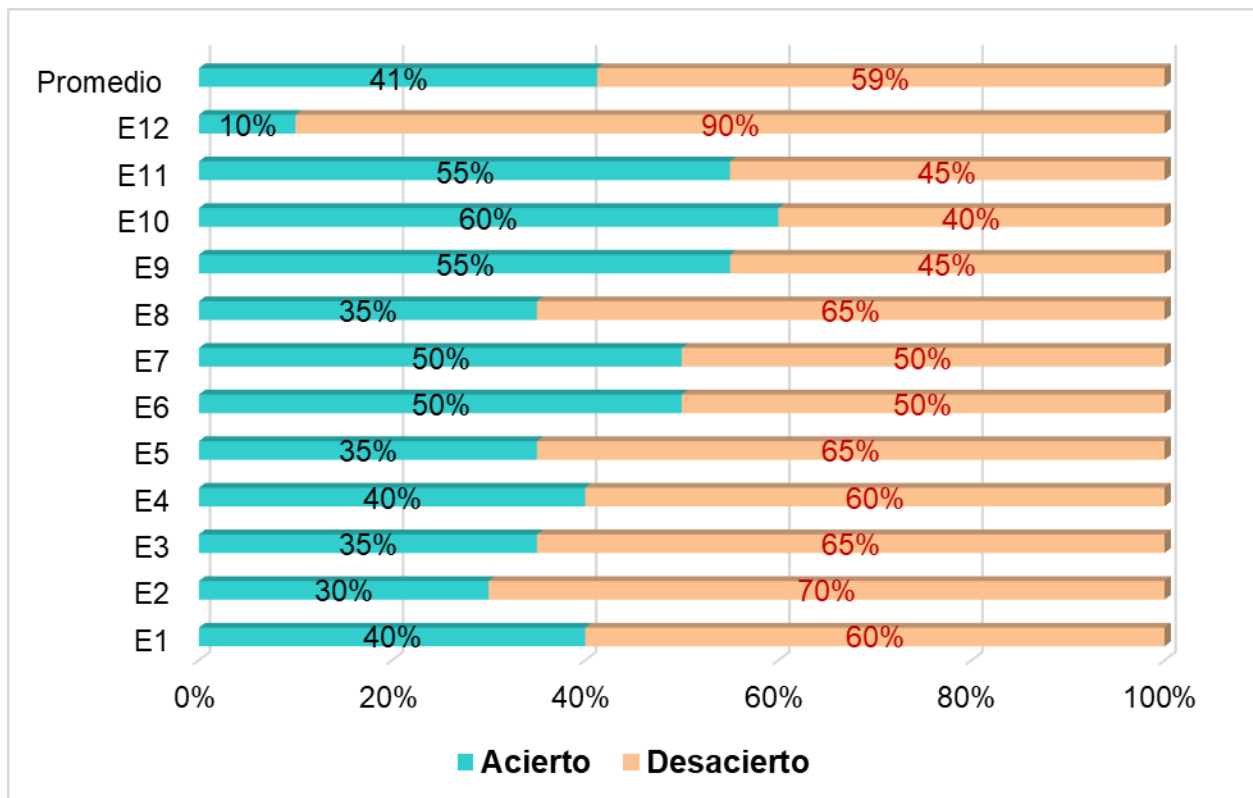
	Preguntas																				Total, acierto	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	#	%
E1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	8	40%
E2	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	6	30%
E3	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	7	35%
E4	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	8	40%
E5	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	35%
E6	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	10	50%
E7	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	10	50%
E8	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	7	35%
E9	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	11	55%
E10	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	12	60%
E11	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	1	11	55%
E12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10%
Total acierto	12	3	5	0	6	4	7	5	6	2	5	8	8	1	6	3	8	2	4	4		
	Promedio																				8,3	41%

Nota. Elaboración propia. (acierto =1 desacierto =0)

De manera específica, tal como se muestra en la Figura 4, los estudiantes tienen un desempeño variado en la prueba, con porcentajes de aciertos que van desde un mínimo del 10% hasta un máximo del 60%, además, siete estudiantes están por debajo del promedio; esto sugiere que, aunque algunos alumnos tienen un dominio más sólido de los conceptos geométricos lineales otros presentan deficiencias significativas. Adicionalmente, los porcentajes de desacierto son generalmente más altos que los de acierto, lo que indica que hay temas geométricos que todos los estudiantes deben mejorar su comprensión y aplicación.

Figura 4

Nivel de acierto y desacierto promedio y por estudiante, según prueba diagnóstica



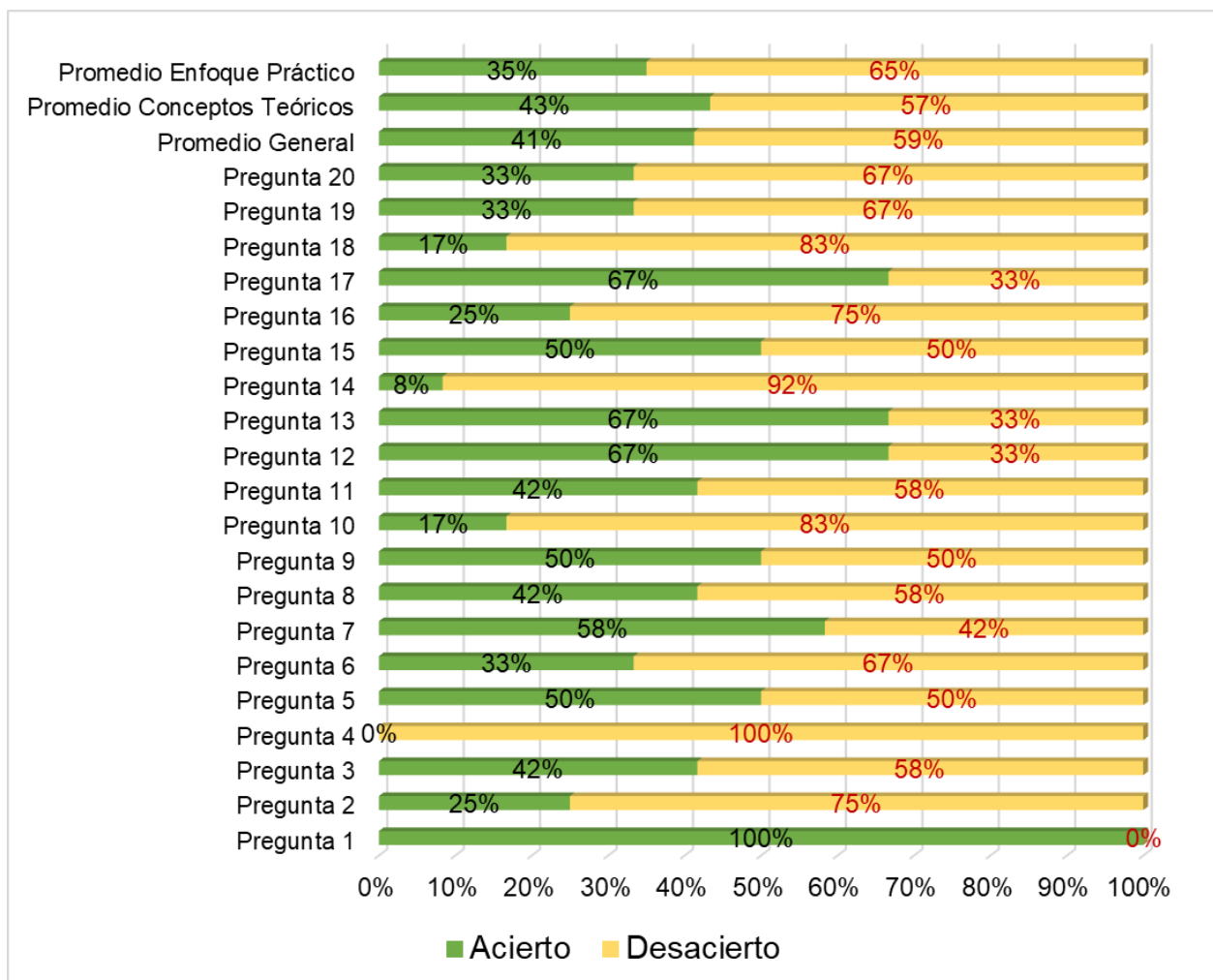
Nota. Elaboración propia

De otro lado, el análisis de los resultados obtenidos en cada una de las preguntas de la prueba muestra que los interrogantes de aplicación precisan un nivel de acierto más bajo (35%) que los de conocimientos teóricos (43%). Concretamente, los estudiantes manifiestan algunas

fortalezas en conceptos básicos como la definición de triángulo, la comprensión razonable de las características de figuras planas, y el cálculo de perímetros; sin embargo, muestran debilidades en temas relacionados con el cálculo de áreas, el entendimiento de las particularidades de los ángulos, la identificación de formas poligonales y la aplicación de conceptos geométricos en situaciones prácticas.

Figura 5

Nivel de acierto y desacierto por pregunta, en la prueba final



Nota. Elaboración propia

6.1.2 Resultados de la Encuesta de Apropiación Tecnológica y Conocimiento de GeoGebra

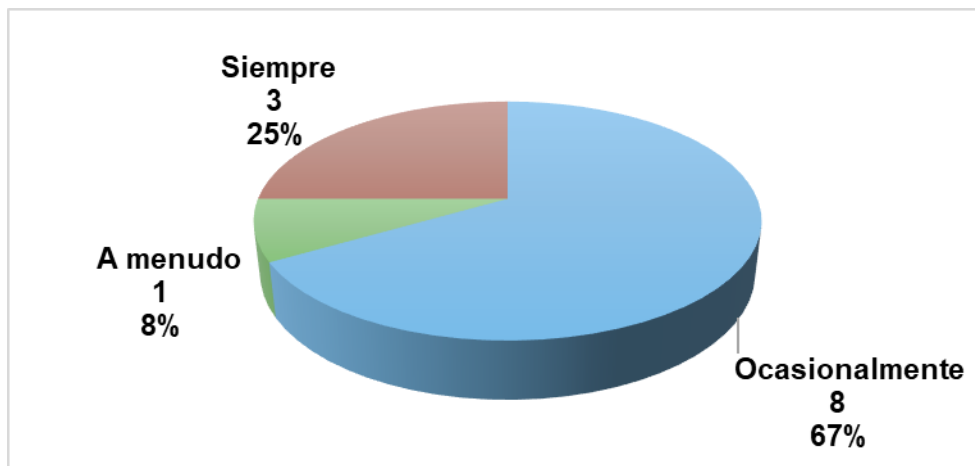
Para conocer el nivel apropiación tecnológica que tenían los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca, se consideró la aplicación de una encuesta encaminada a medir el uso de herramientas tecnológicas, los conocimientos sobre GeoGebra, las actitudes hacia las herramientas tecnológicas, las experiencias tenidas y las opiniones sobre el aprendizaje mediado por las TIC. Los resultados obtenidos se evidencian a continuación

1) Uso de la tecnología

Pregunta 1): ¿Con qué frecuencia utilizas una computadora en la escuela? De los estudiantes encuestados, el 67% (8) respondieron que *ocasionalmente* utilizan una computadora en la escuela, mientras que el 25% (3) expresaron que *siempre* hacen uso de este dispositivo y solo el 8% (1) que utilizan *a menudo* estos equipos (ver Figura 6). Esto se evidencia que los estudiantes no son dados a la utilización de los computadores y prefieren otros dispositivos móviles como las Tablets y los celulares inteligentes.

Figura 6

Frecuencia de uso de la computadora en la escuela

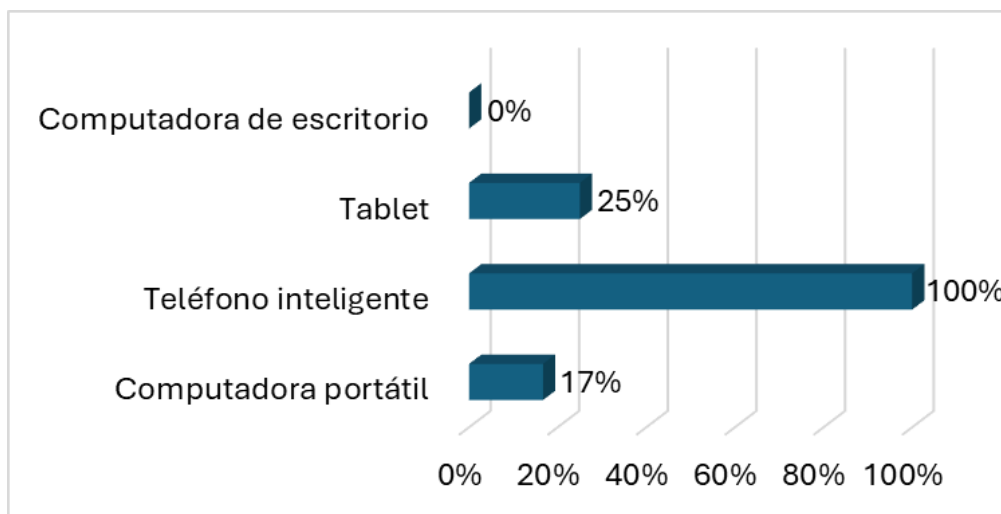


Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

Pregunta 2): ¿Qué dispositivos tecnológicos tienes en casa? El 100% de los estudiantes cuentan con un teléfono inteligente en sus hogares; a su vez el 25% (3) tienen también Tablet y solo el 17% (2) poseen Computadora Portátil en sus casas, como se muestra en la Figura 7. Esta información puede evidenciar que herramientas son con las que más se familiarizan los estudiantes.

Figura 7

Dispositivos tecnológicos con que cuentan en casa

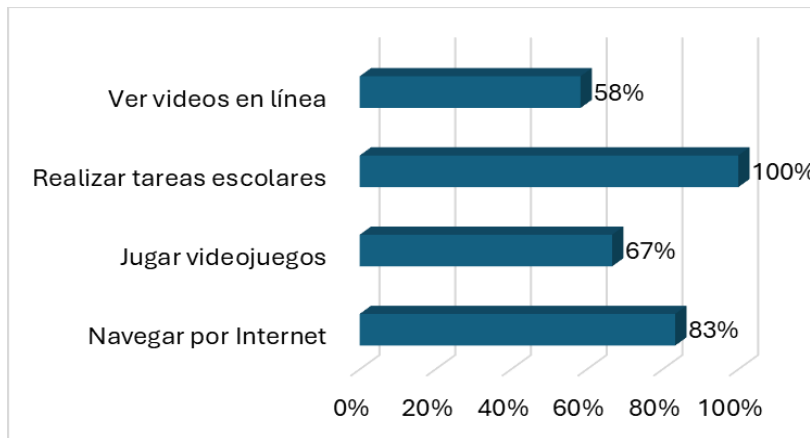


Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

Pregunta 3): ¿Qué tipo de actividades realizas con dispositivos tecnológicos? A esta pregunta, el 100% de los estudiantes encuestados respondieron que utilizan sus dispositivos tecnológicos para realizar sus tareas escolares; el 83% para navegar por internet; el 67% para jugar Videojuegos y un 58% realiza la actividad de ocio como ver videos en línea, como se ve en la Figura 8. Esto muestra que las herramientas tecnológicas siempre serán un aliado efectivo para el desarrollo educativo de los niños y jóvenes.

Figura 8

Actividades realizadas en los dispositivos tecnológicos



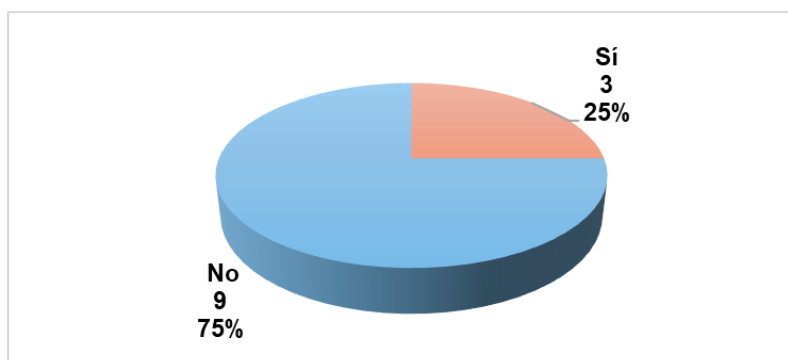
Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

2) Conocimiento sobre GeoGebra

Pregunta 4): ¿Has oído hablar de GeoGebra antes? GeoGebra es un software matemático dinámico, del cual solo el 25% (3) de los estudiantes encuestados han oído hablar; en este contexto el 75% (9) no lo conocen. En este contexto antes de iniciar con el proceso de intervención es necesario realizar una inducción previa, sobre el uso de GeoGebra en las tabletas de la institución.

Figura 9

Conocimiento del software GeoGebra



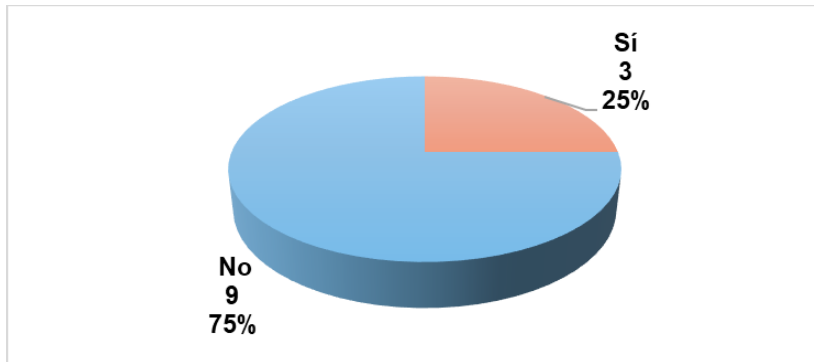
Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

Pregunta 5): ¿Has utilizado GeoGebra en tus clases de matemáticas? Refiriendo a la utilización de GeoGebra, el mismo 25% (3) han utilizado este software en sus clases de

matemáticas, lo cual es consecuente con la respuesta sobre su conocimiento; en tanto que, por desconocimiento de la herramienta, el 75% (9) de ellos *no* lo han utilizado en sus clases. Ver

Figura 10

Uso de GeoGebra en las clases de matemáticas

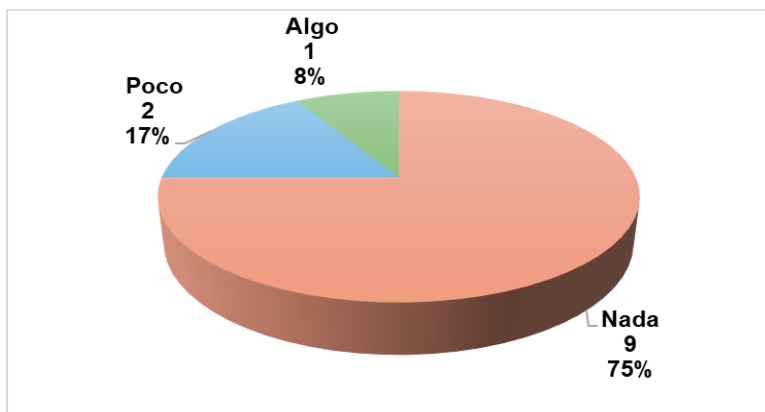


Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

Pregunta 6): ¿Qué tanto conoces sobre GeoGebra? Es evidente el desconocimiento que los estudiantes tienen sobre este software matemático, ya que, del total, el 75% (9) de ellos no conoce nada ni lo han utilizado; de otro lado, de los estudiantes que, si conocen esta herramienta, el 17% (2) manifiestan que tienen *poco conocimiento*, mientras que el 8% (1) dicen tener algo de conocimiento. Ver Figura 11.

Figura 11

Conocimiento acerca del software GeoGebra



Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

Pregunta 7): ¿Puedes mencionar alguna función o herramienta que GeoGebra ofrece para el aprendizaje de las matemáticas

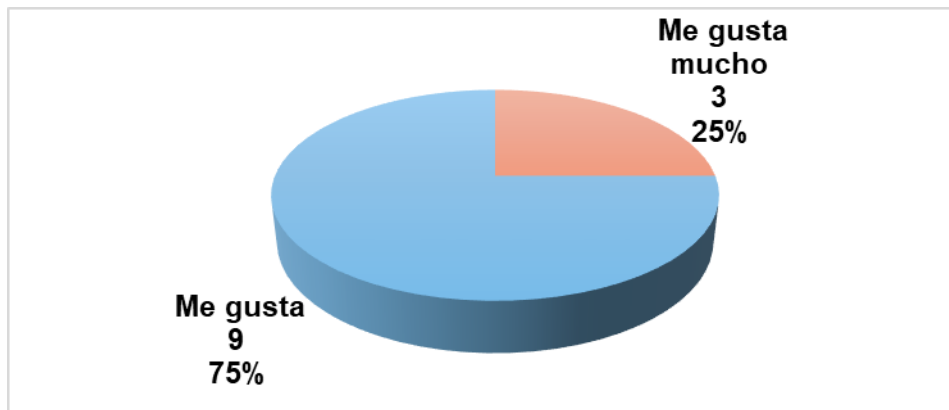
El 25% de los estudiantes encuestados que tienen conocimientos del software saben que algunas de las funciones que se pueden realizar con el son: Trazar líneas, Hacer Figuras y Realizar mediciones sobre ellas. El restante 75% no responde la pregunta.

3) Actitudes hacia la tecnología

Pregunta 8): ¿Cómo te sientes acerca de usar tecnología en tu aprendizaje? El uso de la tecnología en el aula es una forma novedosa y atractiva de abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje, que es de total agrado para el 25% (3) que argumentan que les gusta mucho y de agrado para un 75% (9) que afirma que le gusta. Ver Figura 12.

Figura 12

Uso de la tecnología en el aprendizaje



Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

Pregunta 9): ¿Crees que la tecnología puede ayudarte a aprender mejor? El 100% (12) de los estudiantes encuestados afirma que esta es una herramienta novedosa y atractiva que les ayuda a aprender mejor.

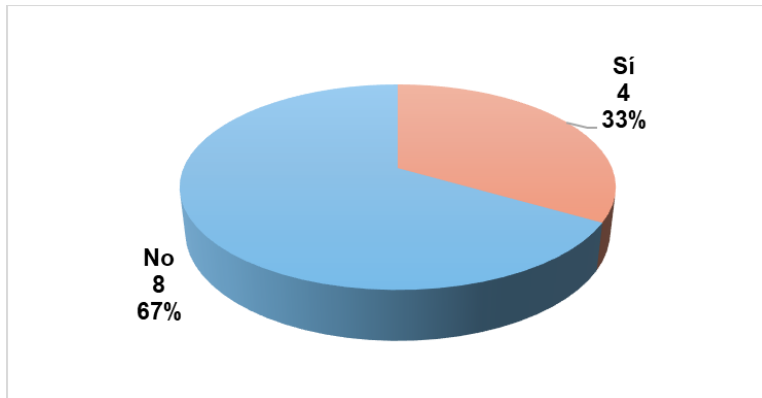
4) Experiencias Pasadas

Pregunta 10): ¿Has participado en algún proyecto escolar que involucrara el uso de tecnología? A esta pregunta, el 33% (4) de los estudiantes respondieron que *si* han participado

en algún proyecto escolar que involucra el uso de tecnología en su desarrollo; por el contrario, el 67% (8) expresan que *no* han tenido la oportunidad de participar en este tipo de actividades.

Figura 13

Participación en proyectos que involucran el uso de tecnología



Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

Pregunta 11); Si respondiste sí en la pregunta anterior, ¿puedes describir brevemente de qué se trataba el proyecto y cómo usaste la tecnología en él? Los estudiantes encuestados que han participado en actividades que involucran el uso de tecnología, es decir el 33% (4), manifiestan que dichas actividades trataron temas relacionados con el uso del software GeoGebra y la programación con la plataforma Microbit.

5) Opiniones sobre el aprendizaje con tecnología

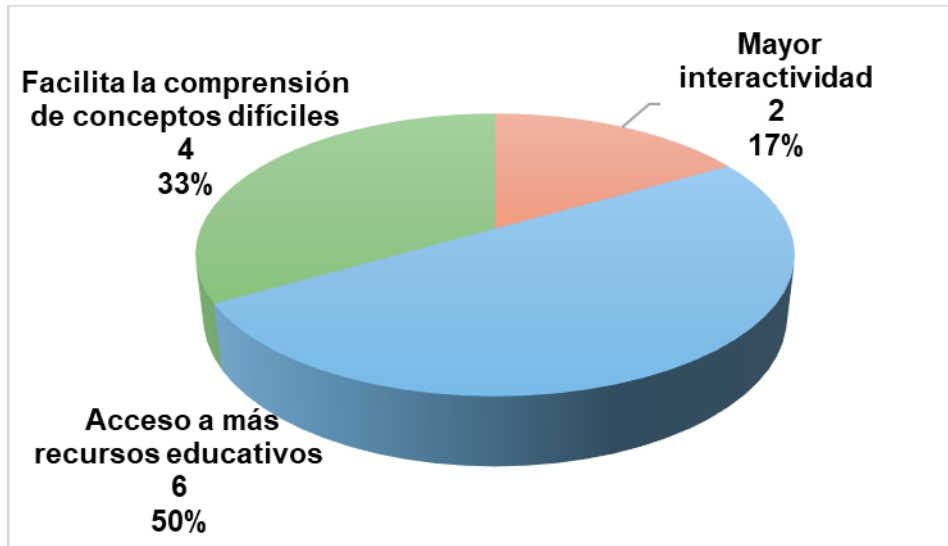
Pregunta 12): ¿Prefieres aprender con la ayuda de tecnología o sin ella? En esta pregunta se tiene una apreciación común para el 100% de los estudiantes, quienes asienten que efectivamente prefieren aprender con la ayuda de tecnología.

Pregunta 13): ¿Qué ventajas crees que tiene el aprendizaje con tecnología? Según la percepción de los estudiantes, entre las ventajas que tiene el aprendizaje mediado por tecnología esta principalmente el acceso a más recursos educativos según apreciación del 50% (6) de los encuestados; también, el 33% (4) argumenta que esta facilita la comprensión de conceptos

difíciles y el 17% (2) considera que permite mayor interactividad; tal como se muestra en la Figura 14.

Figura 14

Ventajas del aprendizaje con tecnología



Nota. Elaboración propia, con base en encuesta a estudiantes.

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta de apropiación tecnológica y conocimiento de GeoGebra realizada a estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos en el municipio de Pacho, Cundinamarca, se pueden extraer las siguientes conclusiones generales:

1) Se observa que, aunque la mayoría de los estudiantes tienen acceso a dispositivos tecnológicos en sus hogares, como teléfonos inteligentes y Tablets, el conocimiento y el uso de herramientas específicas como GeoGebra son limitados. Solo una pequeña proporción (25%) de los encuestados ha oído hablar de GeoGebra y ha utilizado esta herramienta en sus clases de matemáticas. Esto indica la necesidad de una mayor capacitación y familiarización con las tecnologías educativas disponibles.

2) Se destaca el interés positivo de los estudiantes hacia el uso de la tecnología en el aprendizaje, así como la percepción general de que la tecnología puede ser beneficiosa para mejorar el proceso de aprendizaje. La mayoría de los encuestados expresaron su preferencia

por aprender con la ayuda de la tecnología y reconocieron ventajas como el acceso a más recursos educativos, la facilitación de la comprensión de conceptos difíciles y la posibilidad de mayor interactividad en el aprendizaje.

3) Se identificaron áreas de oportunidad, como la falta de participación en proyectos escolares que involucren el uso de tecnología y la necesidad de una mayor familiarización con herramientas específicas como GeoGebra. Estos hallazgos sugieren la importancia de implementar intervenciones educativas que promuevan el uso efectivo de la tecnología en el aula y brinden oportunidades para desarrollar habilidades digitales relevantes.

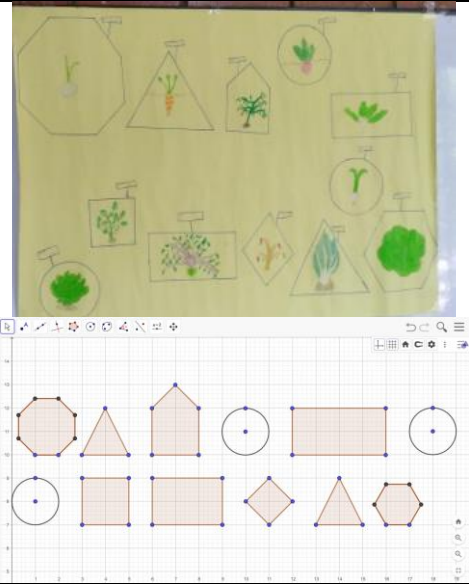
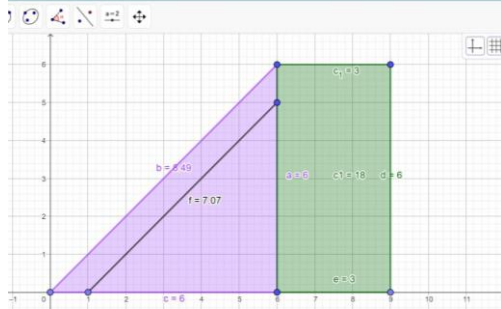
En resumen, los resultados de la encuesta destacan la importancia de continuar promoviendo la integración de la tecnología en la educación, así como la necesidad de proporcionar capacitación y apoyo adecuados para garantizar una apropiación efectiva de las herramientas tecnológicas por parte de los estudiantes. Estos hallazgos sirven de base para el diseño de la estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” orientada a la visualización, reconocimiento, medición, análisis, construcción, transformación y comprensión de las propiedades y las relaciones geométricas de objetos y figuras en el espacio

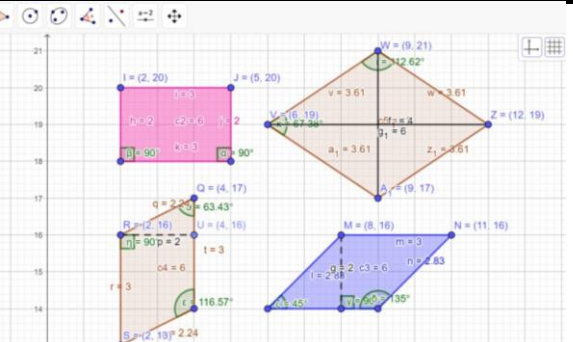
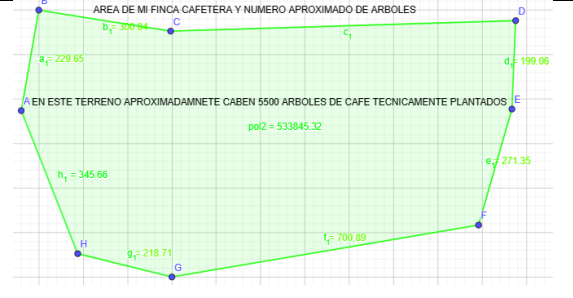
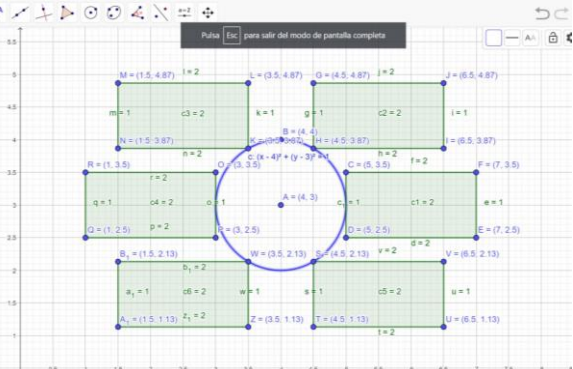
6.2 Diseño de la Estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra”

Este apartado del documento se enfocó en el diseño de una estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” orientada a la visualización, reconocimiento, medición, análisis, construcción, transformación y comprensión de las propiedades y las relaciones geométricas de objetos y figuras en el espacio. Las actividades propuestas fueron diseñadas de tal manera que los estudiantes pudiesen estructurar espacios planos, relacionando conceptos teóricos con los entornos propios de su desarrollo diario.

Tabla 3

Objetivo y descripción de las actividades propuestas

No	Nombre de la Actividad	descripción	Estructura gráfica (diseño preliminar del docente=
1	CaféGeo - Explorando la Geometría del Cultivo	La actividad consiste en obtener las medidas del cultivo de café empleando el decámetro, subdividir el área en cuadrados, rectángulos y círculos, para luego elaborar una maqueta con ayuda del software GeoGebra.	
2	Escalera Geométrica - Descubriendo Perímetros y Áreas	Esta actividad se enfoca en el cálculo del perímetro y el área de un triángulo implícito en el diseño de la escalera del colegio, utilizando fórmulas que permitan lograr la comprensión y habilidad para aplicar estos conceptos en situaciones cotidianas y geométricas simples.	

No	Nombre de la Actividad	descripción	Estructura gráfica (diseño preliminar del docente=
3	Paralelogramos en Acción-: Explorando con GeoGebra"	Esta actividad consiste en completar un paralelogramo haciendo uso de GeoGebra, en la cual se deben utilizar coordenadas cartesianas para representar puntos en el plano y realizar transformaciones simples.	
4	Diseñando el Futuro del Café: Geometría y Tecnología desde Sexto Grado	Esta actividad consistió en hacer uso de GeoGebra para el diseño de un plano del cultivo del café, donde los estudiantes debían tomar en cuenta la forma y tamaño de las hileras de cafetos, la distancia entre las hileras de cafetos, la ubicación de caminos de acceso y la inclusión de elementos adicionales como árboles de sombra, estaciones de riego o estructuras de almacenamiento. Además, los estudiantes debían hallar el área del cultivo, distancia entre cafetos y cantidad de cafetos.	
5	Explorando la Geometría en el Pastoreo	Esta actividad consistió en el cálculo de áreas y perímetros de potreros a escala modelados por los estudiantes, reflexionando sobre la vital importancia de la geometría en el diseño y uso eficiente de los espacios para el pastoreo, como una experiencia educativa inolvidable que combina la teoría y la práctica para una comprensión más profunda de la geometría en la vida cotidiana	

Nota. Elaboración propia.

* Todas las actividades propuestas estuvieron sujetas a modificaciones según la creatividad de los estudiantes

6.3 Implementación de las Estrategias de Análisis Geométrico Diseñada en el “Software Dinámico GeoGebra”

Este punto del estudio evidencia los resultados de la implementación de la estrategia TIC de análisis geométrico diseñada en el “software dinámico GeoGebra” con los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca. El desarrollo de cada una de las actividades se registró en los diarios de campo donde se evidencia: el nombre, descripción, temas y objetivos de la actividad; competencias y DBA implicados; recursos tecnológicos, humanos y materiales requeridos; procedimiento efectuado para el desarrollo, descripción de los resultados; y evidencias fotográficas.

Tabla 4

Diario de campo actividad No. 1: CaféGeo - Explorando la Geometría del Cultivo

Número de la actividad: 01	Fecha de la sesión: 8
<i>Lugar:</i>	<i>Cultivo de café, sala de informática y Aula del grado sexto</i>
<i>Hora: 1</i>	<i>No. de Participantes: 12</i>
<i>Nombre de la actividad:</i>	CaféGeo: Explorando la Geometría del Cultivo
<i>Descripción de la actividad</i>	La actividad consiste en obtener las mediadas del cultivo de café, empleando el decámetro, subdividir el área en cuadrados, rectángulos y círculos; luego elaborar una maqueta con ayuda del software GeoGebra.
<i>Temas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Área de un cuadrado: • Área de un triángulo • Área de un polígono regular • Área de un cuadrado • Área de un triángulo: • Área de un polígono regular
<i>Objetivos de la actividad:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar en los estudiantes habilidades en el uso de herramientas geométricas y tecnológicas para comprender y aplicar conceptos de geometría propios del contexto real. • Fortalecer la comprensión de conceptos geométricos mientras se desarrollan habilidades en el uso de herramientas digitales (GeoGebra) para la resolución de problemas reales.
<i>Competencia para afianzar:</i>	Resolver problemas de medida de áreas de figuras planas simples y compuestas, como cuadriláteros, triángulos y polígonos regulares, utilizando fórmulas y procedimientos adecuados
<i>DBA implicado en la sesión:</i>	Construye moldes dadas sus dimensiones y justifica; soluciona problemas que involucran el área de superficie.

<i>Recursos tecnológicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Tablets • Software GeoGebra
<i>Recursos humanos:</i>	Docente, estudiantes de grado sexto,
<i>Recursos materiales:</i>	Colores, cuaderno, decámetro, regla, lápiz
<i>Procedimiento o pasos de desarrollo de la sesión:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Saludo y bienvenida a los estudiantes 2) Introducción sobre el objetivo de la actividad. 3) Explicación del proceso para el desarrollo de la actividad. 4) Traslado al cultivo de café. 5) Desarrollo de la actividad. <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las formas presentes en el cultivo de café • Medir las diferentes formas con el decámetro • Elegir una escala adecuada para la elaboración de la maqueta • Construcción en hoja tamaño examen del modelo • Construcción en GeoGebra con las medidas proporcionales • Interpretación del modelo • Exposición de las conclusiones 6) Socialización de los resultados y 7) Retroalimentación del proceso
<i>Descripción de Resultados:</i>	<p>Al comienzo de la actividad se hace evidente que algunos estudiantes tienen dificultades para distinguir entre lo largo y lo ancho; además, hay olvido inicial sobre cómo hallar el área de un campo rectangular. Lo cual indica que se requiere una revisión y práctica más frecuente para fortalecer la comprensión de los estudiantes; lo que sugiere la necesidad de reforzar estos conceptos básicos de geometría.</p> <p>De otro lado, los estudiantes evidenciaron un entusiasmo por empezar a trabajar en el software, sin embargo, posteriormente se perciben dificultades en el manejo de las herramientas tecnológicas, lo que demuestra la importancia de brindar orientación y apoyo adecuados para ayudarles a superar los obstáculos iniciales y aumentar su confianza en el uso de nuevas herramientas tecnológicas.</p> <p>La estrategia de motivación utilizada por el docente, ofreciendo puntos adicionales al grupo que finalice primero, resultó eficaz para aumentar el entusiasmo y la participación de los estudiantes en la actividad. Conjuntamente el tiempo definido fue propicio y suministró información relevante sobre la planificación del tiempo y los recursos necesarios para actividades similares en el futuro</p> <p>La mejora en la capacidad de los estudiantes para identificar figuras geométricas después de la actividad sugiere que la aplicación práctica de los conceptos contribuye significativamente al desarrollo de habilidades de reconocimiento y comprensión geométrica. De la misma forma, el hecho de que los estudiantes aprendieran a medir longitudes y hallar áreas utilizando GeoGebra indica el éxito de la integración de herramientas tecnológicas en el proceso de aprendizaje de geometría.</p>

No obstante, la actividad revela la necesidad de orientación docente para reconocer conceptos básicos; lo cual sugiere la importancia de proporcionar explicaciones claras y ejemplos durante el proceso de intervención, para de esta forma, asegurar una comprensión sólida por parte de los estudiantes.

Evidencia
fotográfica:



Nota. Elaboración propia

Tabla 5

Diario de campo actividad No. 2: Escalera Geométrica - Descubriendo Perímetros y Áreas

Número de la actividad: 02	Fecha de la sesión: febrero 15 de 2024
Lugar:	Escalera del colegio, sala de informática y Aula del grado sexto
Hora: 3	No. de Participantes: 12
Nombre de la actividad:	Escalera Geométrica: Descubriendo Perímetros y Áreas
Descripción de la actividad	Esta actividad se enfoca en el cálculo del perímetro y el área de un triángulo implícito en el diseño de la escalera del colegio, utilizando fórmulas que permitan lograr la comprensión y habilidad para aplicar estos conceptos en situaciones cotidianas y geométricas simples.
Temas	<ul style="list-style-type: none"> Área de un triángulo Perímetro de un triángulo

<i>Objetivos de la actividad:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Comprender el concepto de perímetro y área en el contexto específico de un triángulo presente en el diseño de la escalera del colegio. • Aplicar las fórmulas pertinentes para el cálculo del perímetro y área de un triángulo en situaciones prácticas y cotidianas. • Desarrollar habilidades para identificar y analizar triángulos en el entorno físico, como parte de un diseño arquitectónico como una escalera. • Explorar diversas formas de diseñar y construir escaleras, considerando las implicaciones matemáticas de dichos diseños en términos de perímetro y área.
<i>Competencia para afianzar:</i>	Los estudiantes desarrollan habilidades para el cálculo preciso del perímetro y el área de un triángulo.
<i>DBA implicado en la sesión:</i>	"Resolver problemas que impliquen el cálculo del perímetro y el área de figuras geométricas sencillas, como triángulos, cuadriláteros y círculos, mediante el uso de fórmulas y procedimientos adecuados".
<i>Recursos tecnológicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Tablets • Software GeoGebra
<i>Recursos humanos:</i>	Docente, estudiantes de grado sexto,
<i>Recursos materiales:</i>	Colores, cuaderno, decámetro, regla, lápiz
<i>Procedimiento o pasos de desarrollo de la sesión:</i>	<p>8) Saludo y bienvenida a los estudiantes.</p> <p>9) Introducción sobre el objetivo de la actividad Escalera Geométrica.</p> <p>10) Explicación del proceso para el desarrollo de la actividad.</p> <p>11) Traslado a la escalera de la institución</p> <p>12) Desarrollo de la actividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Medir la longitud de la escalera. • Dibujar los triángulos que se forman al establecer diferentes alcances. • Medir la longitud de los lados de cada triángulo formado por la escalera • Hallar una la longitud de la escalera con el teorema de Pitágoras <p>13) Traslado a la sala de informática</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar la simulación de la escalera en GeoGebra según las medidas tomadas en el entorno real. <p>14) Socialización de los resultados y</p> <p>15) Retroalimentación del proceso</p>
<i>Descripción de Resultados:</i>	Esta actividad evidenció confusión en la interpretación de los múltiplos y submúltiplos del metro, lo cual indica que los estudiantes enfrentan

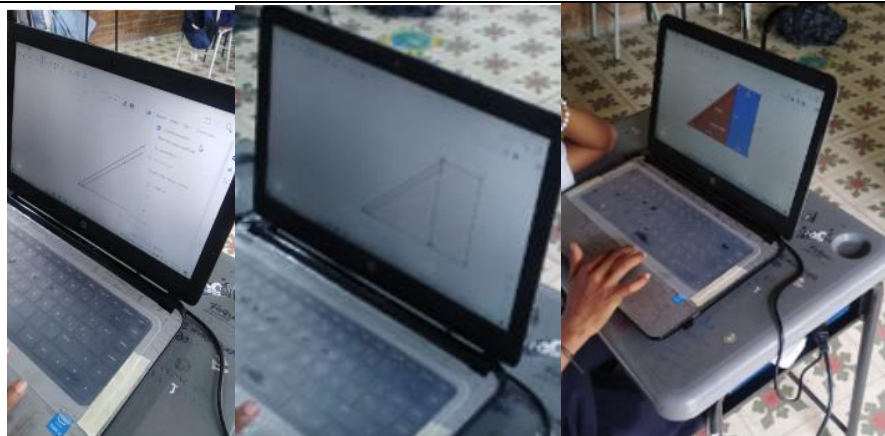
dificultades en comprender y aplicar adecuadamente el sistema métrico decimal. Esta confusión puede deberse a una falta de familiaridad con los múltiplos y submúltiplos del metro, así como a la necesidad de práctica adicional en la aplicación de estos conceptos en situaciones reales, como la medición de la longitud de la escalera.

También, se manifestaron dificultades para recordar las fórmulas y procesos para hallar el área de los triángulos, esto sugiere que los estudiantes pueden necesitar revisar y reforzar conceptos previamente aprendidos, lo que resalta la importancia de proporcionar repaso y práctica regular de estos conceptos.

Para esta actividad hubo necesidad de orientación docente, para que los estudiantes pudiesen reconocer lo que es un segmento, lo cual sugiere que estos pueden tener dificultades para identificar y comprender conceptos básicos de geometría. En este contexto, se resalta la importancia de una enseñanza clara y precisa que aborde las necesidades individuales de los estudiantes y proporcione ejemplos claros y relevantes.

La experiencia de esta actividad evidenció que el uso de GeoGebra proporciona una oportunidad valiosa para que los estudiantes exploren visualmente los conceptos geométricos y desarrollen habilidades prácticas en la construcción y manipulación de figuras geométricas. Además, el hecho de que los estudiantes aprendieran a medir longitudes y hallar áreas con este software demuestra el valor de las herramientas digitales en el proceso de aprendizaje de la geometría.

*Evidencia
fotográfica:*



Nota. Elaboración propia

Tabla 6

Diario de campo actividad No. 3: "Paralelogramos en Acción-: Explorando con GeoGebra"

Número de la actividad: 03	Fecha de la sesión: febrero 22 de 2024
<i>Lugar:</i>	Sala de informática y Aula del grado sexto
<i>Hora: 3</i>	<i>No. de Participantes: 12</i>
<i>Nombre de la actividad:</i>	Paralelogramos en Acción: Explorando con GeoGebra
<i>Descripción de la actividad</i>	Esta actividad consiste en completar un paralelogramo haciendo uso de GeoGebra, en la cual se deben utilizar coordenadas cartesianas para representar puntos en el plano y realizar transformaciones simples.
<i>Temas</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Coordenadas cartesianas
<i>Objetivos de la actividad:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar una comprensión más profunda de cómo funcionan las coordenadas cartesianas para representar puntos en el plano. • Aprender sobre las propiedades básicas de los paralelogramos, como lados opuestos iguales y ángulos opuestos iguales. • Aplicar transformaciones geométricas simples, como traslaciones y reflexiones, lo que les ayudará a comprender cómo estas transformaciones afectan a las figuras en el plano. • Utilizar el razonamiento matemático para determinar las coordenadas de los puntos.
<i>Competencia para afianzar:</i>	Capacidad de utilizar diferentes representaciones matemáticas (en este caso, coordenadas cartesianas) para describir y analizar situaciones, problemas y fenómenos.
<i>DBA implicado en la sesión:</i>	"Modelización y resolución de problemas". describir, analizar y resolver problemas en situaciones diversas"
<i>Recursos tecnológicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Tablets • Software GeoGebra
<i>Recursos humanos:</i>	Docente, estudiantes de grado sexto,
<i>Recursos materiales:</i>	Colores, cuaderno, metro, regla, lápiz
<i>Procedimiento o pasos de desarrollo de la sesión:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Saludo y bienvenida a los estudiantes. 2) Introducción a coordenadas cartesianas: Explicar el sistema de coordenadas (x, y) y cómo representa puntos en el plano. 3) Explicación del proceso para el desarrollo de la actividad. 4) Traslado a sala de informática. 5) Desarrollo de la actividad: <ul style="list-style-type: none"> • Pedir a los estudiantes que abran el programa GeoGebra. • Pedir a los estudiantes que grafiquen los puntos P(0,3), Q(2,2) , R(5,3) 6) Dibujar el paralelogramo que se forma con los puntos dados. 7) Socialización de los resultados. 8) Retroalimentación del proceso.

Descripción de Resultados:

Durante la sesión, los estudiantes mostraron un alto nivel de atención y entusiasmo al interactuar con la actividad utilizando GeoGebra. Se observó una activa participación, mientras trabajaban en el programa para graficar los puntos dados y construir el paralelogramo correspondiente.

De igual forma, demostraron habilidades para interactuar con sus compañeros, discutir estrategias y compartir ideas para completar la tarea. Esta interacción evidencia un ambiente de colaboración y comprensión compartida entre los estudiantes, lo que contribuyó positivamente a su aprendizaje.

Además, se pudo constatar que los estudiantes comprendieron cómo utilizar las coordenadas cartesianas para representar puntos en el plano, así como las propiedades básicas de los paralelogramos, como la igualdad de lados y ángulos opuestos.

La actividad también permitió a los estudiantes aplicar transformaciones geométricas simples, como traslaciones y reflexiones, lo que les ayudó a comprender cómo estas transformaciones afectan a las figuras en el plano. Esta aplicación práctica de conceptos teóricos fortaleció su comprensión y habilidades matemáticas.

En la socialización de los resultados, se evidenció una variedad de enfoques y estrategias utilizadas por los estudiantes para completar la actividad, lo que indica una comprensión diversa y profunda del tema.

Evidencia fotográfica:

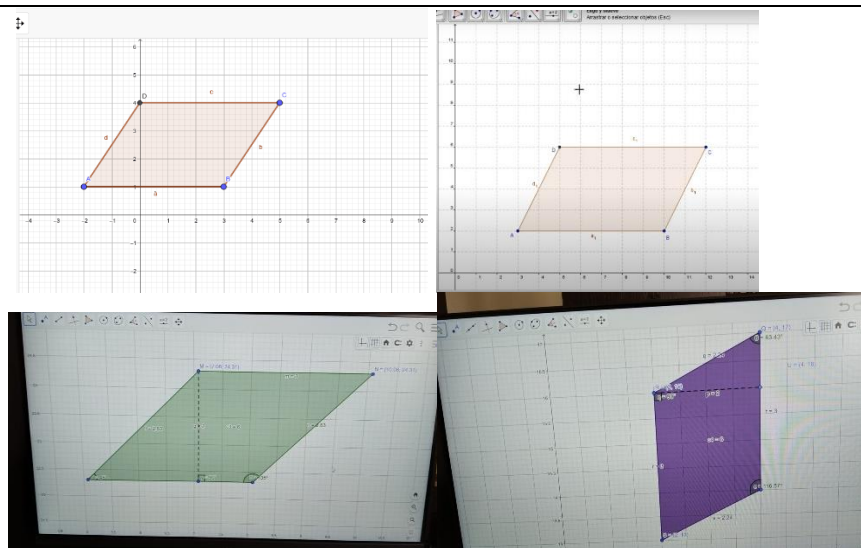


Tabla 7

Diario de campo actividad No. 4: "Diseñando el Futuro del Café: Geometría y Tecnología desde Sexto Grado "

Número de la actividad: 04	Fecha de la sesión: febrero 29 de 2024
<i>Lugar:</i>	<i>Sala de informática y Aula del grado sexto</i>
<i>Hora: 2</i>	<i>No. de Participantes: 12</i>
<i>Nombre de la actividad:</i>	Diseñando el Futuro del Café: Geometría y Tecnología desde Sexto Grado
<i>Descripción de la actividad</i>	Esta actividad consistió en hacer uso de GeoGebra para el diseño de un plano del cultivo del café, donde los estudiantes debían tomar en cuenta la forma y tamaño de las hileras de cafetos, la distancia entre las hileras de cafetos, la ubicación de caminos de acceso y la inclusión de elementos adicionales como árboles de sombra, estaciones de riego o estructuras de almacenamiento. Además, los estudiantes debían hallar el área del cultivo, distancia entre cafetos y cantidad de cafetos.
<i>Temas</i>	<ul style="list-style-type: none"> Figuras planas, área, perímetro, construcción geométrica
<i>Objetivos de la actividad:</i>	<ul style="list-style-type: none"> Aplicar conceptos de geometría en un contexto real. Desarrollar habilidades de resolución de problemas complejos y tomar decisiones fundamentadas. Fortalecer las habilidades de pensamiento crítico y la toma de decisiones justificadas. Aplicar conceptos de medida y cálculo, fortaleciendo la comprensión de estos conceptos matemáticos y su aplicación en situaciones del mundo real. Fomentar el trabajo en equipo, la colaboración y el intercambio de ideas entre compañeros.
<i>Competencia para afianzar:</i>	<p>a. Desarrollar habilidades de construcción geométrica utilizando GeoGebra Clásico.</p> <p>b. Fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en el diseño de un cultivo de café.</p>
<i>DBA implicado en la sesión:</i>	"Resolver problemas que impliquen el cálculo del perímetro y el área de figuras geométricas sencillas, como triángulos, cuadriláteros y círculos, mediante el uso de fórmulas y procedimientos adecuados"
<i>Recursos tecnológicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"> Computador Tablets Software GeoGebra
<i>Recursos humanos:</i>	Docente, estudiantes de grado sexto,
<i>Recursos materiales:</i>	Plano del cultivo, metro, colores, cuaderno, metro, regla, lápiz
<i>Procedimiento o pasos de desarrollo de la sesión:</i>	<ol style="list-style-type: none"> Saludo y bienvenida a los estudiantes. Organización de los estudiantes en pareja

-
- 3) Diseño del plano del cultivo de café. Se les presenta un escenario hipotético donde deben diseñar un nuevo cultivo de café en una parcela de terreno determinada.
 - 4) Se les proporciona información sobre la forma y tamaño de la parcela, así como las condiciones climáticas y de suelo del lugar.
 - 5) Diseño del cultivo en GeoGebra Clásico, considerando:
 - La forma y tamaño de las hileras de cafetos.
 - La distancia entre las hileras y los cafetos.
 - La ubicación de caminos de acceso.
 - La inclusión de elementos adicionales como árboles de sombra, estaciones de riego o estructuras de almacenamiento
 - 6) Empleando las herramientas de GeoGebra Clásico, los estudiantes deben realizar cálculos para determinar:
 - El área total del cultivo de café.
 - El número de cafetos que se pueden plantar.
 - La distancia total de caminos de acceso.
 - 7) Presentación de la actividad por parte de cada grupo, durante la clase.
 - 8) Discusión sobre las diferentes propuestas, destacando los aspectos más creativos y eficientes.
 - 9) Reflexión sobre la importancia de la geometría en el diseño de espacios agrícolas.
-

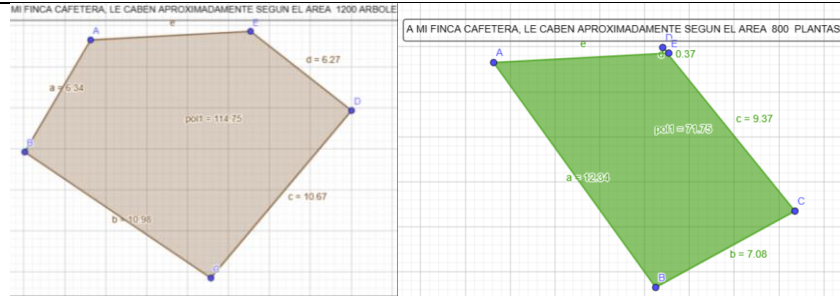
Durante el proceso los estudiantes demostraron una comprensión adecuada de los conceptos geométricos básicos (figuras planas, área, perímetro) al aplicarlos en el diseño del cultivo de café. De igual manera, utilizaron correctamente la herramienta GeoGebra para construir las figuras planas, calcular áreas y perímetros, y realizar mediciones precisas.

El proceso evidenció que los estudiantes desarrollaron habilidades de construcción geométrica que se materializaron en su capacidad para crear diseños precisos y detallados del cultivo de café, incluyendo las hileras de cafetos, los caminos de acceso y otros elementos adicionales.

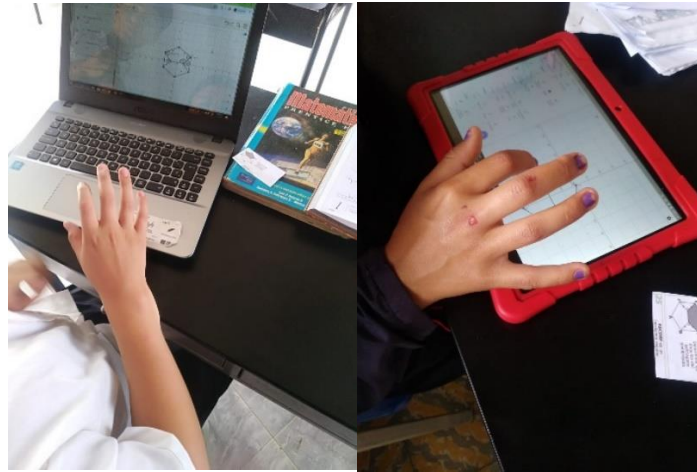
Descripción de Resultados:

La creatividad y el pensamiento crítico también estuvo presente y se evidenció en la consideración y diseño de diferentes elementos como la forma y tamaño de la parcela, las condiciones climáticas y de suelo, y la eficiencia del diseño.

Finalmente, se puede afirmar que los estudiantes comprendieron cómo la geometría se puede utilizar para optimizar el uso del espacio, mejorar la eficiencia de la producción y crear diseños estéticos y funcionales; gracias a estos conocimientos pudieron presentar sus propuestas de manera clara y organizada, además se logró una activa participación del grupo en una discusión efectiva y constructiva sobre los diferentes diseños.



Evidencia
fotográfica:



Nota. Elaboración propia

Tabla 8

Diario de campo actividad No. 5: " Explorando la Geometría en el Pastoreo "

Número de la actividad: 05	Fecha de la sesión: marzo 07 de 2024
Lugar:	Sala de informática y Aula del grado sexto
Hora: 2	No. de Participantes: 12
Nombre de la actividad:	Explorando la Geometría en el Pastoreo
Descripción de la actividad	Esta actividad consistió en el cálculo de áreas y perímetros de potreros a escala modelados por los estudiantes, reflexionando sobre la vital importancia de la geometría en el diseño y uso eficiente de los espacios para el pastoreo, como una experiencia educativa inolvidable que combina la teoría y la práctica para una comprensión más profunda de la geometría en la vida cotidiana.
Temas	<ul style="list-style-type: none"> Figuras planas, área, perímetro, construcción geométrica, ángulos.
Objetivos de la actividad:	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar su comprensión de los conceptos geométricos. Utilizar herramientas tecnológicas en el estudio de la geometría y la resolución de problemas prácticos. Relacionar conceptos abstractos de geometría con situaciones reales, como el diseño de potreros. Comprender la importancia de la medida y la planificación espacial. Promover el pensamiento crítico y analítico. reflexionar sobre la importancia de la geometría en el diseño y uso de espacios para el pastoreo.

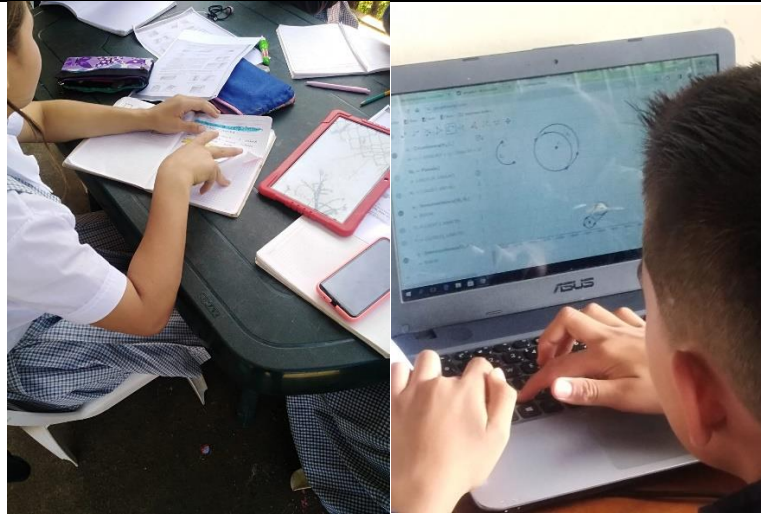
	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar las habilidades para la comunicación de ideas matemáticas de manera efectiva.
<i>Competencia para afianzar:</i>	<p>a. Desarrollar habilidades de construcción geométrica utilizando GeoGebra Clásico.</p> <p>b. Fomentar la creatividad y el pensamiento crítico en el diseño de un cultivo de café.</p>
<i>DBA implicado en la sesión:</i>	“Resolver problemas que impliquen el cálculo del perímetro y el área de figuras geométricas sencillas, como triángulos, cuadriláteros y círculos, mediante el uso de fórmulas y procedimientos adecuados”
<i>Recursos tecnológicos:</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Computador • Tablets • Software GeoGebra
<i>Recursos humanos:</i>	Docente, estudiantes de grado sexto
<i>Recursos materiales:</i>	Potrero de pastos, ganado, cuaderno, metro, regla, lápiz
<i>Procedimiento o pasos de desarrollo de la sesión:</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Saludo y bienvenida a los estudiantes. 2) Repaso sobre la construcción de polígonos regulares e irregulares (cuadrados, rectángulos, triángulos, trapecios) utilizando las herramientas de GeoGebra. 3) Socialización sobre la forma del terreno o potrero y su impacto en la eficiencia del pastoreo y distribución del ganado. 4) Inducción de cómo utilizar GeoGebra para calcular el área de polígonos irregulares. 5) Establecer las medidas reales del terreno (potrero). 6) Realizar la conversión de las medidas del terreno a escala de centímetros. 7) Introducir el concepto de unidades de medida (metros cuadrados, metros lineales) y su importancia en la planificación de la cerca. 8) Explicar y ejemplificar la forma de uso de GeoGebra para calcular longitudes, áreas, perímetros, ángulos, etc. 9) Desarrollo de la actividad en GeoGebra: <ul style="list-style-type: none"> • Calcular el área de cada potrero modelado. • Utilizar la herramienta de perímetro para calcular la longitud total de la cerca necesaria para cada potrero. 10) Reflexión sobre la importancia de la geometría en el diseño y uso de espacios para el pastoreo, teniendo como base los modelos creados por los estudiantes.
<i>Descripción de Resultados:</i>	<p>Los estudiantes adquirieron una comprensión sólida de los polígonos, tanto regulares como irregulares, y exploraron sus propiedades geométricas, incluyendo lados, ángulos, área y perímetro. Además, profundizaron en el concepto de unidades de medida, comprendiendo la distinción entre metros cuadrados y metros lineales, y reconocieron su relevancia en la planificación de la cerca para el potrero.</p> <p>En el proceso de aplicación de sus conocimientos, los estudiantes fueron capaces de emplear la herramienta GeoGebra para calcular el área y el perímetro de los diferentes polígonos que representaban los potreros. Esta actividad les permitió comprender cómo la forma del potrero influye en la eficiencia del pastoreo y la distribución del ganado. Además,</p>

demonstraron habilidad al seleccionar las unidades de medida apropiadas para realizar estos cálculos con precisión.

De manera práctica, los estudiantes crearon modelos de potreros con diversas formas utilizando GeoGebra, lo que los llevó a calcular tanto el área como el perímetro de cada uno. Durante este proceso, se destacó la participación de los estudiantes, quienes mostraron un alto nivel de compromiso con la actividad.

Finalmente, durante el análisis detallado de los modelos de potreros creados por los estudiantes, junto con una revisión minuciosa de los cálculos de área y perímetro, relacionando estos conceptos con el entorno real, fue posible visibilizar un aprendizaje significativo.

*Evidencia
fotográfica:*



Nota. Elaboración propia

En síntesis, la implementación de las actividades diseñadas proporcionó una experiencia educativa enriquecedora que combinó la teoría y la práctica de la geometría, así como el uso de herramientas tecnológicas, para promover un aprendizaje significativo y duradero en los estudiantes. Estos resultados respaldan la importancia de diseñar y aplicar actividades pedagógicas innovadoras que respondan a las necesidades y los intereses de los estudiantes, al tiempo que fomenten el desarrollo de habilidades matemáticas clave.

6.4 Evaluación del Avance Obtenido con la Estrategia Implementada

El fin principal de este apartado final del trabajo es evaluar el avance obtenido en el pensamiento geométrico en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos, participantes de la estrategia TIC en GeoGebra; a través análisis estadístico de diferencia de medias. Para cumplir con dicho fin, se procedió a realizar una prueba de valoración final (Apéndice G) y una encuesta de satisfacción final (Apéndice H) los cuales son la base para poder tener una apreciación cuantitativa y cualitativa de los logros obtenidos en este proceso de intervención pedagógica.

6.4.1 Resultados de la Prueba final de Pensamiento Geométrico

La evaluación final administrada a los estudiantes con el fin de medir el progreso en su comprensión del pensamiento geométrico, tras la implementación de la intervención con GeoGebra, consistió en un conjunto de 20 preguntas diseñadas para evaluar tanto el conocimiento teórico como las habilidades prácticas. De estas, 15 estaban centradas en aspectos teóricos, mientras que las restantes 5 se enfocaban en la aplicación práctica de los conceptos. Las áreas temáticas abordadas incluyeron la geometría lineal, con énfasis en la comprensión de las propiedades de las líneas y figuras, la clasificación y medición de ángulos, el cálculo de áreas y perímetros, así como la identificación de polígonos y su relevancia en situaciones del mundo real. Este enfoque exhaustivo permitió una evaluación integral del dominio de los conceptos geométricos y su aplicabilidad en diversos contextos.

Tras analizar los resultados, se ha constatado que el promedio general de aciertos en la prueba es del 63%, mientras que el promedio de desaciertos se sitúa en un 37%. Estos hallazgos sugieren que la mayoría de los estudiantes poseen habilidades y competencias que les permiten comprender y aplicar conceptos geométricos lineales, tales como ángulos, líneas, áreas, perímetros, entre otros. Además, este indicador acierto refleja un nivel general de comprensión satisfactorio entre los estudiantes participantes en la estrategia TIC en GeoGebra.

Tabla 9*Resultados de la prueba final por estudiante y por pregunta*

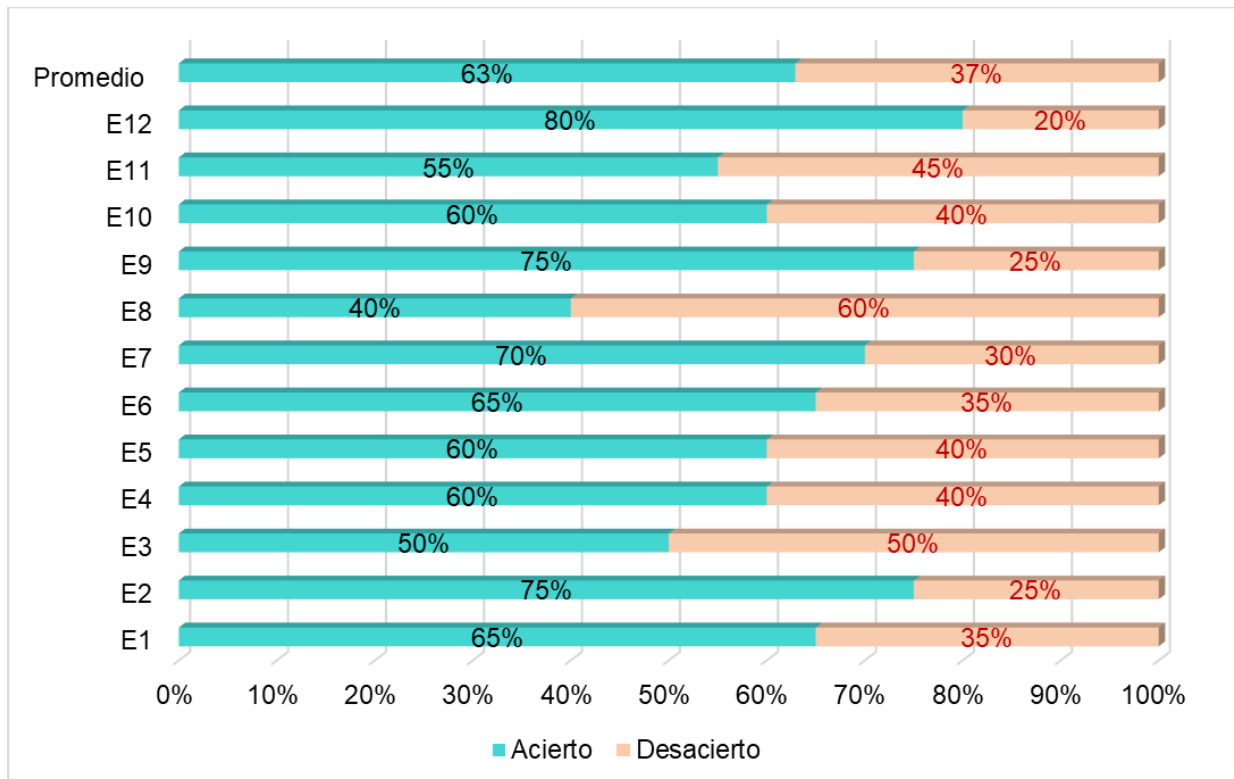
	Preguntas																				Total, acierto	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	#	%
E1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	13	65%
E2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	15	75%
E3	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	10	50%
E4	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	12	60%
E5	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	12	60%
E6	0	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	13	65%
E7	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	14	70%
E8	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	8	40%
E9	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	15	75%
E10	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	12	60%
E11	0	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	11	55%
E12	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	16	80%
Total acierto	7	7	9	10	7	8	8	12	9	7	5	8	7	8	7	9	6	6	4	7		
	Promedio																				12,6	63%

Nota. Elaboración propia. (acierto =1 desacierto =0)

Los resultados de la prueba final muestran un promedio general de acierto del 63%. Esto indica que, en términos generales los estudiantes lograron comprender y aplicar adecuadamente los conceptos de geometría plana evaluados en la prueba. Además, de los 12 estudiantes evaluados, seis superaron el promedio aproximadamente el 50% del grupo, sobresalieron en su desempeño en la prueba. De otro lado, el límite superior fue de 80% en tanto que el inferior logro un 40% (Ver figura 15). Dado que la prueba evaluó tanto la teoría como la aplicación de la geometría plana, podemos deducir que los estudiantes que obtuvieron puntajes por encima del promedio no solo comprendieron los conceptos teóricos, sino que también pudieron aplicarlos de manera efectiva en problemas prácticos. Por otro lado, aquellos estudiantes que obtuvieron puntajes por debajo del promedio pueden necesitar más apoyo y práctica para mejorar su comprensión y aplicación de los conceptos geométricos.

Figura 15

Nivel de acierto y desacierto promedio y por estudiante, según prueba final

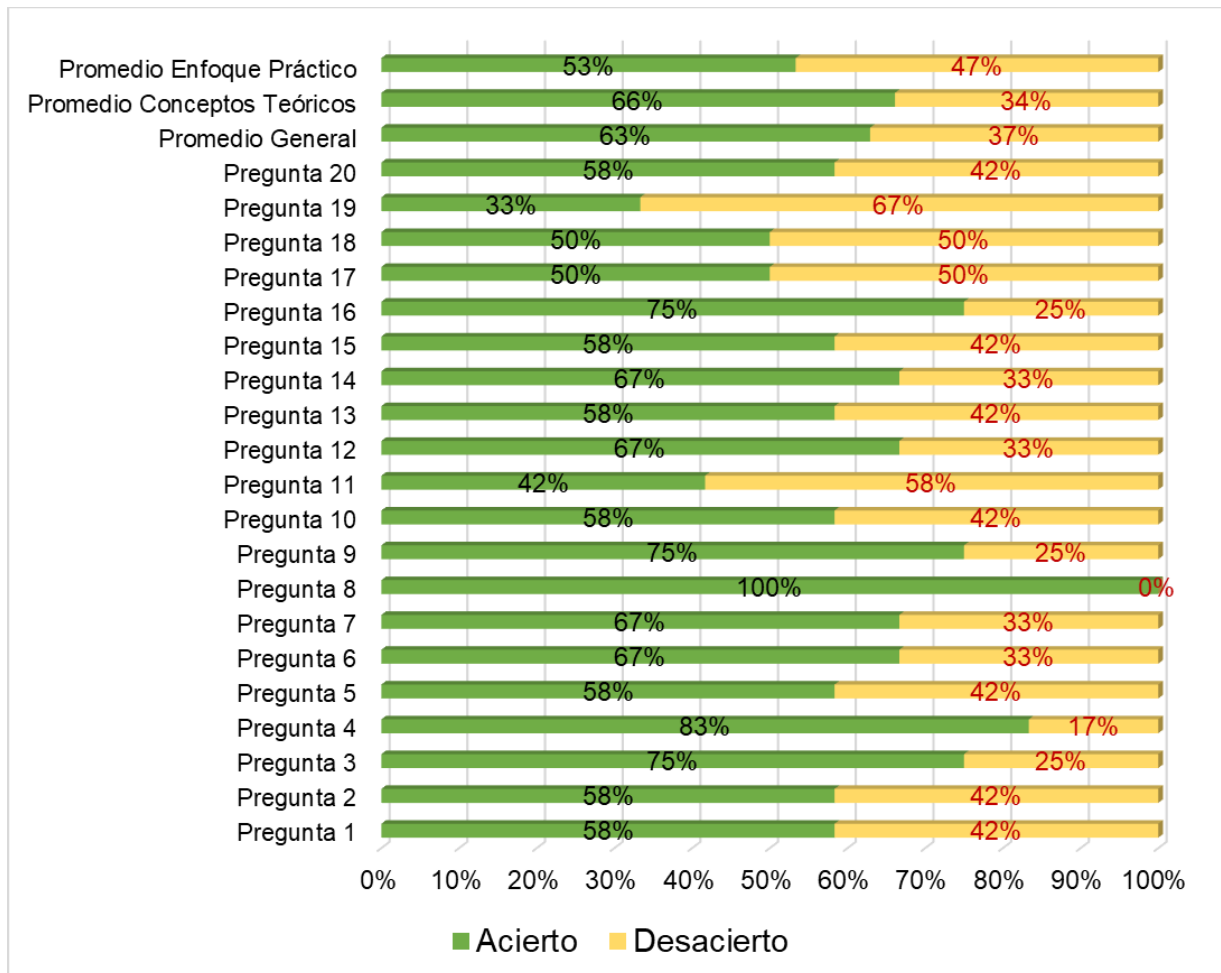


Nota. Elaboración propia

Entre tanto, al analizar la prueba desde la perspectiva de las temáticas abordadas en cada una de las preguntas, se encontró que el promedio de acierto en la valoración de los conceptos teóricos fue de 66%, en tanto que las preguntas enfocadas a problemas prácticos obtuvieron un porcentaje de acierto del 53%; es decir que todavía los estudiantes tienen dificultades para poner en contexto real las teorías propias de la geometría plana. En general, los resultados sugieren que la intervención con GeoGebra pudo haber sido beneficiosa en el desarrollo del pensamiento geométrico de los estudiantes, pero también señala áreas donde aún se pueden hacer mejoras.

Figura 16

Nivel de acierto y desacierto por pregunta, en la prueba final



Nota. Elaboración propia

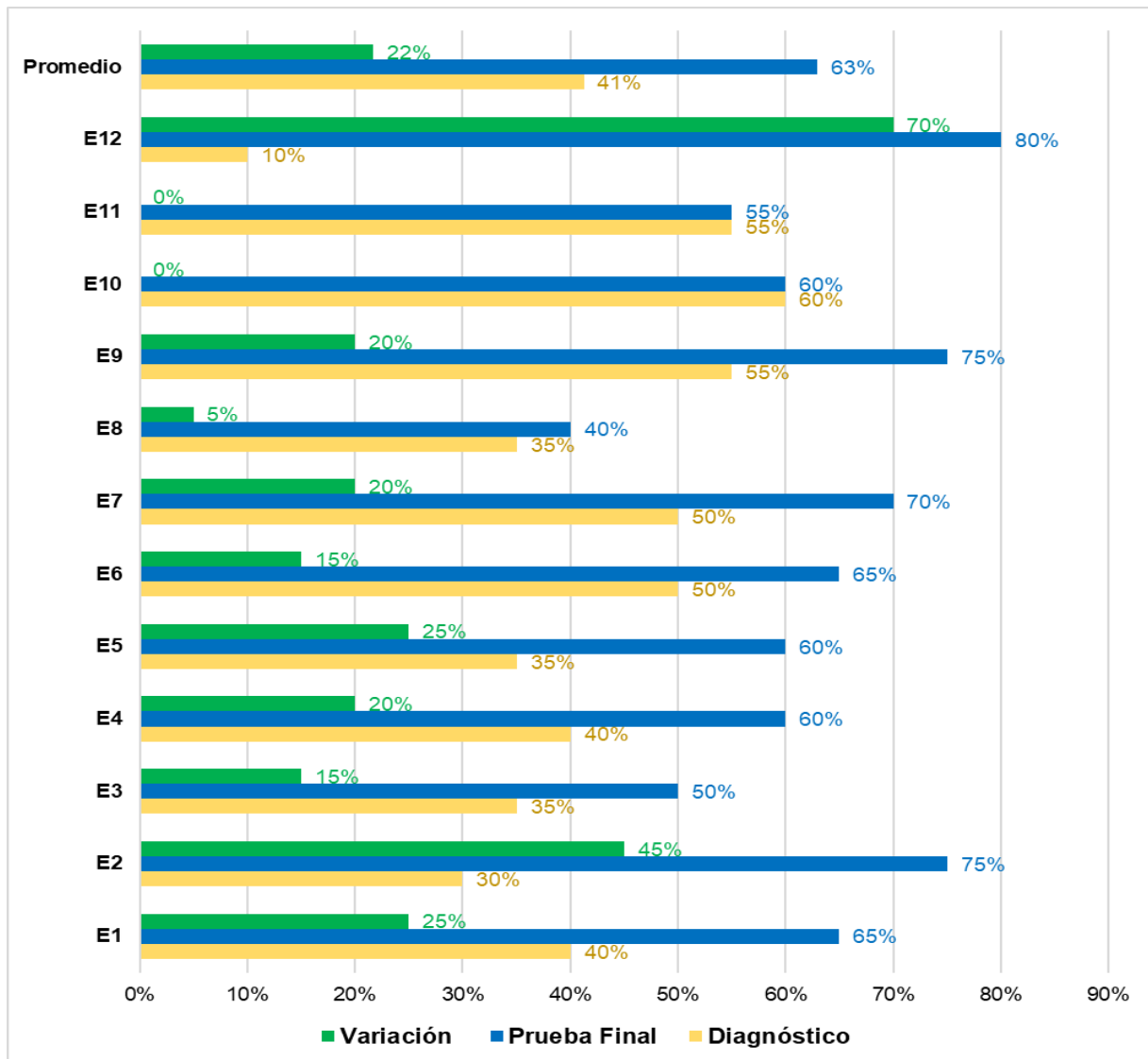
6.4.2 Comparación de los Resultados de la Prueba Diagnóstica y la Prueba Final

En la Figura 17 se evidencia que, en promedio, los estudiantes experimentaron una mejora positiva del 22% en los resultados de sus pruebas inicial vs la final. Es importante destacar que no se registraron retrocesos en el aprendizaje, ya que, de los 12 estudiantes evaluados, 10 mostraron un avance en sus conocimientos. Dentro de este grupo, cuatro estudiantes sobresalieron al obtener mejoras superiores al promedio, con incrementos que oscilaron entre el 25% y el 70%. No obstante, es relevante señalar que se identificaron dos casos en los cuales los

estudiantes no mostraron mejora alguna tras la intervención con GeoGebra; si bien, estos resultados representan una minoría dentro del grupo evaluado, merecen una atención particular para comprender las posibles razones detrás de esta falta de progreso.

Figura 17

Comparación de acierto prueba diagnóstica vs prueba final.



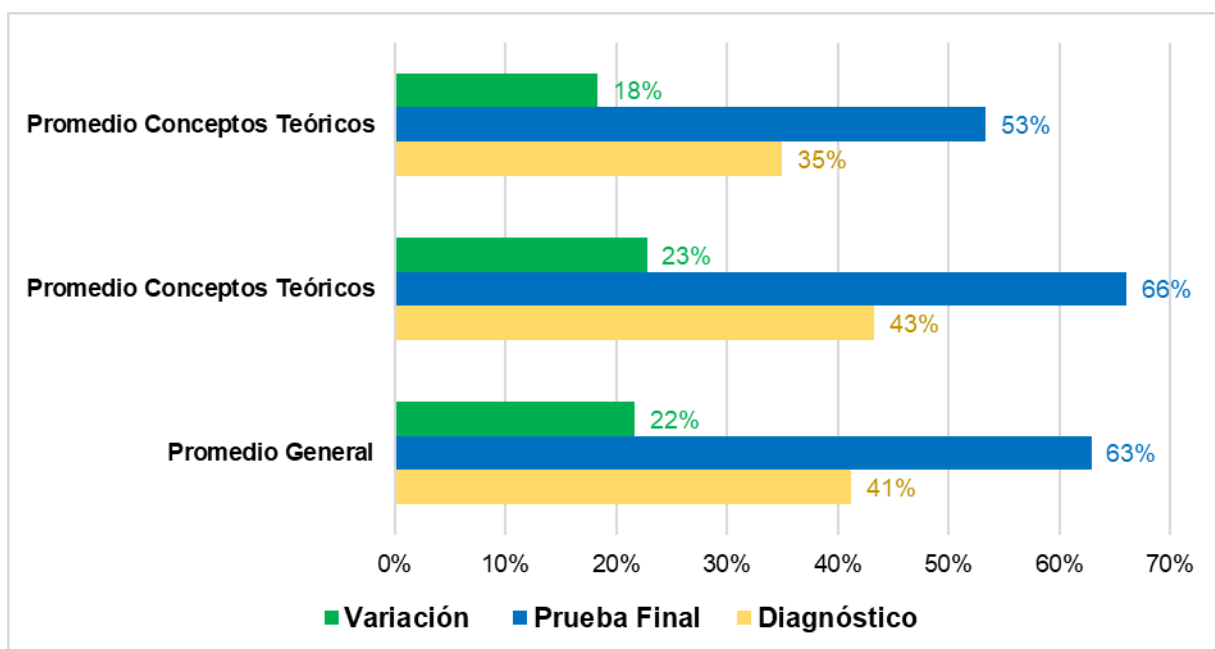
Nota. Elaboración propia

Tal como se muestra en la figura 18, en relación con la variación observada en los tipos de preguntas, se ha constatado que el progreso en los conocimientos teóricos fue mayor en comparación con la aplicación práctica de conceptos geométricos en situaciones reales;

específicamente, se registró un avance del 23% en los conocimientos teóricos, mientras que el progreso relacionado con la aplicación práctica de conocimientos geométricos lineales en el entorno real alcanzó el 18%. Este hallazgo sugiere que los estudiantes mostraron una mayor capacidad para comprender y asimilar los conceptos geométricos en un contexto teórico, posiblemente debido a la familiaridad con la estructura y la lógica conceptual de los temas abordados; en tanto que, la aplicación práctica de estos conocimientos en situaciones reales podría haber presentado desafíos adicionales, como la necesidad de transferir los conceptos aprendidos a escenarios concretos y la resolución de problemas prácticos.

Figura 18

Comparación de acierto prueba diagnóstica vs prueba final, según preguntas teóricas y prácticas



Nota. Elaboración propia

Para comprobar el nivel de significancia de las variaciones o avances obtenidos se consideró pertinente realizar un análisis de prueba de medias el cual se efectuó a través del software estadístico SPSS, tomando como referentes los niveles de acierto que tuvieron los estudiantes, lo cuales se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10

Resultados y variaciones de la prueba inicial vs la prueba final.

	Diagnóstico	Prueba Final	Variación
Estudiante 1	0,40	0,65	0,25
Estudiante 2	0,30	0,75	0,45
Estudiante 3	0,35	0,50	0,15
Estudiante 4	0,40	0,60	0,20
Estudiante 5	0,35	0,60	0,25
Estudiante 6	0,50	0,65	0,15
Estudiante 7	0,50	0,70	0,20
Estudiante 8	0,35	0,40	0,05
Estudiante 9	0,55	0,75	0,20
Estudiante 10	0,60	0,60	-
Estudiante 11	0,55	0,55	-
Estudiante 12	0,10	0,80	0,70
Promedio	0,41	0,63	0,22

Nota. Elaboración propia

El primer paso para efectuar la prueba de medias fue realizar una la prueba de Shapiro-Wilk manejada para evaluar si una muestra de datos sigue una distribución normal. Se fundamenta en la comparación de los valores observados con los valores esperados bajo la hipótesis nula de normalidad. De esta forma, si el valor p resultante de la prueba es mayor que el nivel de significancia seleccionado (generalmente 0,05), se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos provienen de una distribución normal.

H_0 = Los datos provienen de una distribución normal.

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal.

En este caso tal como se muestra en la Tabla 11, los resultados de la prueba de normalidad realizada mediante el test de Shapiro-Wilk muestran que para la prueba diagnóstica se obtuvo un valor de significancia de 0,333, mientras que para la prueba final se obtuvo un valor de 0,884. Como son mayores de 0,05 indica que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula, lo que sugiere que los datos podrían provenir de una distribución normal.

Tabla 11

Resultados de la prueba Shapiro-Wilk para validar la distribución normal de los datos

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Prueba diagnóstica	0,925	12	0,333
Prueba final	0,968	12	0,884

Nota. Elaboración propia, con base en datos arrojados por SPSS

Como la distribución es normal para ambas pruebas, se puede efectuar la prueba de medias considerando las siguientes hipótesis:

H1: La implementación de una estrategia TIC en “software dinámico GeoGebra” aporta al desarrollo del pensamiento geométrico, en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

H0: La implementación de una estrategia TIC en “software dinámico GeoGebra” **no** aporta al desarrollo del pensamiento geométrico, en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

El análisis se basó en un nivel de significancia alfa del 0.05 o $\alpha = 5\%$, que es comúnmente utilizado en investigaciones relacionadas con las humanidades. Además, dado que la prueba se administró a los mismos estudiantes en dos momentos diferentes, se optó por utilizar una prueba ***t de Student*** para muestras relacionadas. Esta elección permitió una evaluación más precisa del grado de mejora en el pensamiento geométrico de los estudiantes intervenidos. Los criterios de valoración fueron los siguientes:

- Si el valor de probabilidad obtenido (p-valor) es menor o igual que el nivel de significancia α , se rechaza la hipótesis nula (H_0) y se acepta la hipótesis alternativa (H_1).

- Si el valor de probabilidad obtenido (p-valor) es mayor que el nivel de significancia α , no se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Al realizar la prueba de medias de *t de Student* para muestras relacionadas se obtuvo un nivel de significancia de 0.003, esto significa que el valor de probabilidad obtenido (p-valor) es

menor que el nivel de significancia $\alpha = 0.05$. por ende, como el p-valor es menor que α , se concluye que hay suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_1). En otras palabras, los resultados sugieren que el desarrollo e implementación de una estrategia TIC en “software dinámico GeoGebra” aportó al desarrollo del pensamiento geométrico, en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca. En suma, la diferencia entre los resultados de la prueba diagnóstica y la prueba final es estadísticamente significativa, lo que respalda la efectividad de GeoGebra para mejorar las competencias, habilidades, conocimientos y pensamiento geométrico lineal en los estudiantes. (Ver Tabla 12)

Tabla 12

Resultados de la prueba de diferencia de medias emparejadas para pruebas relacionadas

	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Diagnostico – Prueba Final	-0,21667	0,19579	0,05652	-0,34107	-0,09227	-3,833	11	0,003

Nota. Elaboración propia, con base en datos arrojados por SPSS

6.4.3 Resultados de la Encuesta de Satisfacción

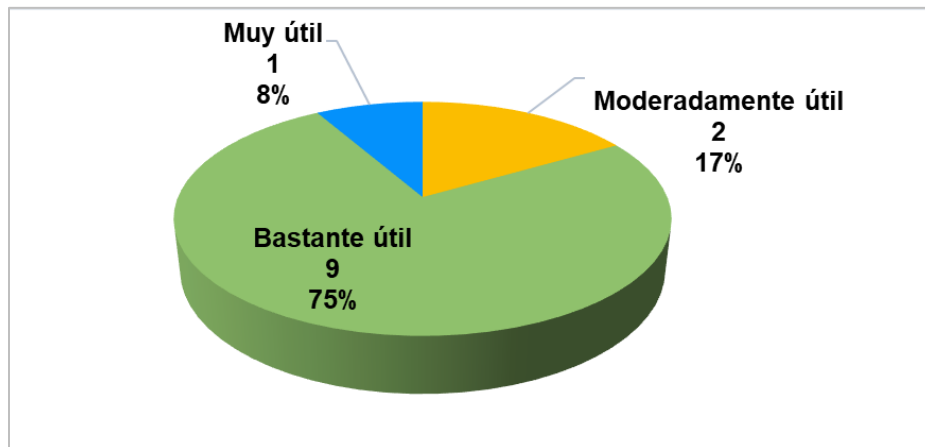
Finalmente, desde una perspectiva cualitativa se consideró importante aplicar una encuesta de satisfacción de 9 preguntas, en donde en términos generales se indago sobre la experiencia con GeoGebra y la percepción sobre el aprendizaje, los resultados fueron los siguientes:

Pregunta 1) ¿Qué tan útil encontraste la estrategia TIC utilizando GeoGebra para aprender análisis geométrico? La estrategia TIC utilizando GeoGebra para aprender análisis geométrico demostró ser altamente valorada por los participantes de la investigación; en concreto, el 8% de los encuestados la consideraron muy útil, el 75% expresaron es bastante útil y el 17% como moderadamente útil. Este hallazgo sugiere que la aplicación de GeoGebra en el

proceso de enseñanza y aprendizaje de la geometría lineal resultó significativamente beneficiosa para la mayoría de los estudiantes.

Figura 19

Utilidad de la intervención con la estrategia TIC GeoGebra

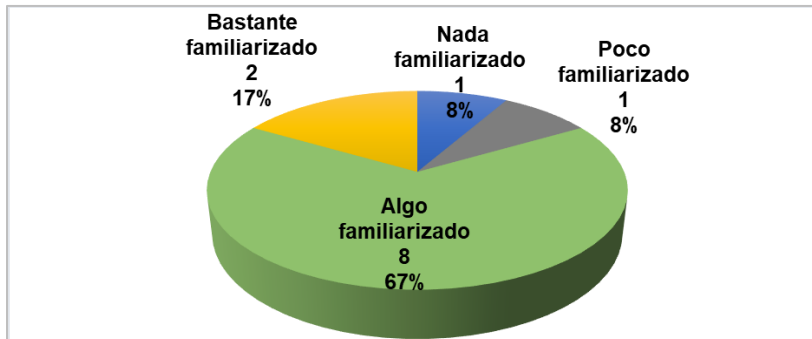


Nota. Elaboración propia.

Pregunta 2) ¿Qué tan familiarizado te sientes ahora con el uso de GeoGebra? Tras la intervención, los resultados revelaron que hubo una mejora significativa en el nivel de familiarización de los estudiantes con la herramienta GeoGebra; pues se observa que el 17% de los estudiantes indicaron sentirse bastante familiarizados y el 67% algo familiarizados con. Este aumento en la familiarización sugiere que la estrategia implementada contribuyó efectivamente a mejorar la comprensión y el manejo de la herramienta entre los estudiantes. Sin embargo, un pequeño porcentaje del 16% manifestó sentir una familiarización limitada (8%) o nula (8%). A nivel general el resultado es prometedor ya que una mayor familiarización con GeoGebra puede facilitar un aprendizaje más profundo y significativo de los conceptos geométricos, lo que contribuye a mejorar el rendimiento académico en esta área.

Figura 20

Familiarización post intervención con la herramienta GeoGebra



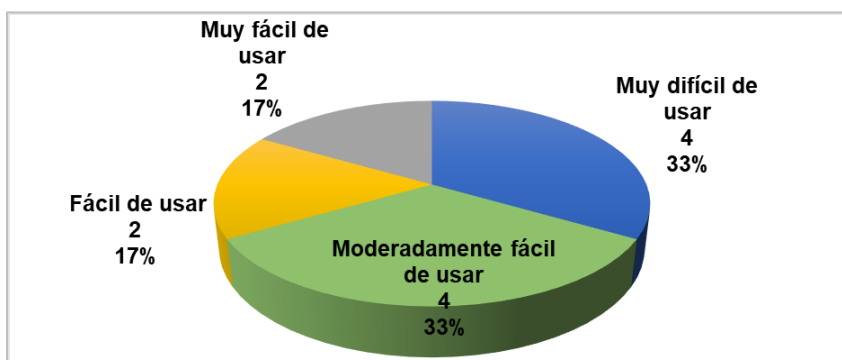
Nota. Elaboración propia.

Pregunta 3) ¿Cómo calificarías la facilidad de uso de GeoGebra durante la actividad?

Tras analizar las respuestas de los estudiantes en relación con la facilidad de uso de GeoGebra durante la actividad, se observa una división de opiniones. En primer lugar, un porcentaje significativo, el 34%, encontró la herramienta fácil (17%) o muy fácil de utilizar (17%); lo cual sugiere que, para un grupo considerable de estudiantes esta herramienta es accesible y amigable. Por otro lado, un 33% de los estudiantes la calificaron como modernamente fácil, lo que podría indicar que, aunque no la consideran extremadamente sencilla, tampoco la encuentran especialmente difícil de utilizar. Sin embargo, es importante destacar que otro 33% de los estudiantes expresaron que GeoGebra les resultó muy difícil de usar.

Figura 21

Facilidad del uso de la herramienta GeoGebra



Nota. Elaboración propia.

Pregunta 4) ¿Qué aspectos de la estrategia TIC te resultaron más beneficiosos para tu aprendizaje? Al evaluar los aspectos más beneficiosos de la estrategia TIC utilizando GeoGebra para el aprendizaje, los resultados revelan una clara preferencia por la visualización de conceptos matemáticos, según el 67% de los estudiantes encuestados; esta respuesta destaca la capacidad de esta herramienta para representar gráficamente conceptos abstractos, lo que facilita la comprensión visual y la internalización de ideas geométricas complejas. Además, el 25% de los alumnos identificó la interactividad como el aspecto más beneficioso, ya que a través de esta es posible explorar y manipular las figuras geométricas, experimentar con diferentes parámetros y observar cómo los cambios afectan a las representaciones. Por último, el 8% de los estudiantes mencionó que GeoGebra facilita la comprensión de los temas; ya que, brinda una representación visual clara y la oportunidad de interactuar con los conceptos matemáticos.

Figura 22

Aspectos de la herramienta GeoGebra más beneficiosos para el aprendizaje



Nota. Elaboración propia.

Pregunta 5) ¿Cómo crees que esta experiencia con GeoGebra afectó tu comprensión del análisis geométrico? El 58% de los encuestados expresaron que el uso de GeoGebra mejoró su capacidad de análisis geométrico y un 25% indicaron que mejoró significativamente;

únicamente, un 17% considera que no hubo impacto aparente en su comprensión de razonamiento geométrico. Este hallazgo refleja que a nivel general hubo una mejora notable en la comprensión y aplicación de principios y técnicas propias del pensamiento geométrico, lo que sugiere que la intervención ha tenido un impacto sustancial en el desarrollo de habilidades analíticas más avanzadas entre una parte significativa de los estudiantes.

Figura 23

Impacto que tuvo la intervención con GeoGebra para el aprendizaje de la geometría

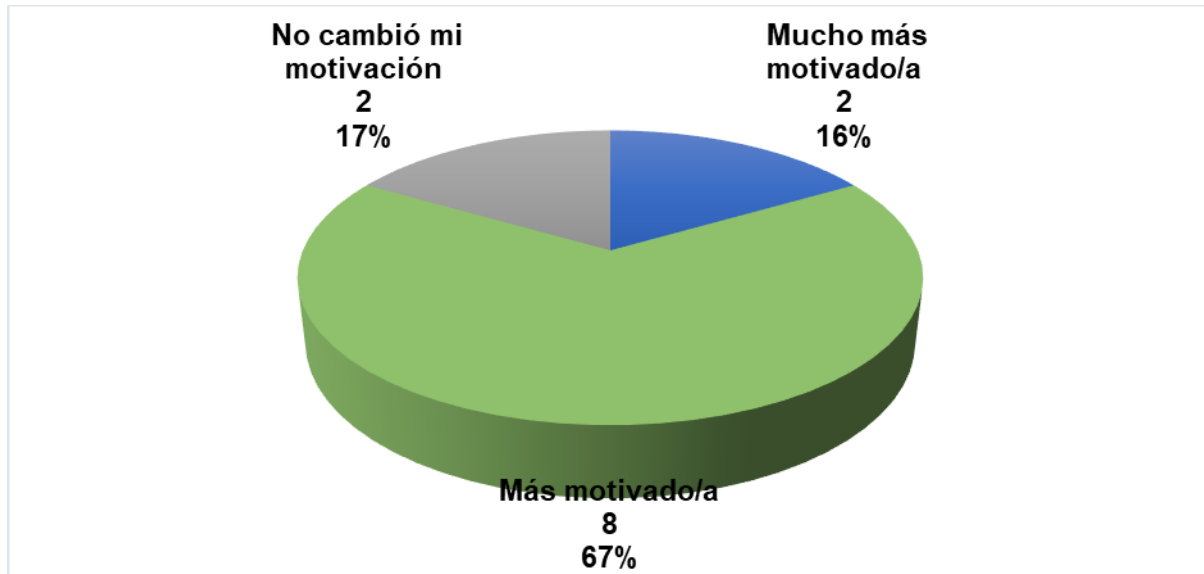


Nota. Elaboración propia.

Pregunta 6) ¿Te sientes más motivado/a para aprender matemáticas después de esta actividad? El 38% de los estudiantes siente que después de la intervención está mucho (16%) o más motivado (67%); este hallazgo evidencia que la experiencia con GeoGebra ha contribuido positivamente a estimular el interés y la disposición de los estudiantes hacia el aprendizaje de las matemáticas. No obstante, un 17% asegura que no siente ningún cambio al respecto; aunque esta proporción es relativamente pequeña, sugiere que la intervención con herramientas TIC puede tener efectos variables en la motivación de los estudiantes, y que otros factores individuales pueden influir en este aspecto.

Figura 24

Impacto que tuvo la intervención con GeoGebra en la motivación de los estudiantes



Nota. Elaboración propia.

Pregunta 7) ¿Qué te gustó más de esta actividad con GeoGebra? Las respuestas proporcionadas por los estudiantes a esta pregunta revelan una serie de aspectos positivos y beneficiosos que se experimentaron durante la intervención. En efecto, los estudiantes destacaron que la actividad les ayudó a comprender mejor los conceptos geométricos, les permitió perder el miedo a la geometría, contribuyó a aumentar su confianza y autoestima, fue divertida y emocionante y les facilitó la exploración y la asimilación de conceptos matemáticos de una manera práctica y visualmente atractiva; estas apreciaciones evidencian el valor de GeoGebra como herramienta para mejorar la comprensión, el interés y la capacidad de resolución de problemas en matemáticas, lo que respalda la utilidad de este enfoque en la enseñanza y el aprendizaje de la geometría.

Pregunta 8) ¿Qué mejorarías o cambiarías en futuras actividades con GeoGebra?

Las respuestas de los estudiantes a esta pregunta muestran una variedad de sugerencias para enriquecer aún más su experiencia de aprendizaje con esta herramienta. Ciertamente, los estudiantes expresaron el deseo de continuar con actividades dinámicas que incluyan juegos y

experimentos, además sugieren estudiar más las simulaciones, de abordar la resolución de problemas de la vida real y trabajar en proyectos específicos utilizando GeoGebra, lo que resalta la importancia de explorar diversas aplicaciones y posibilidades que ofrece esta plataforma. También, se propuso incorporar elementos lúdicos y creativos en las actividades, como juegos. En conjunto, estas sugerencias proporcionan una guía valiosa para diseñar futuras actividades en esta herramienta que sean aún más efectivas y enriquecedoras para los estudiantes.

Pregunta 9) ¿Hay algún otro comentario o sugerencia que te gustaría compartir sobre tu experiencia con GeoGebra?

Las reflexiones y sugerencias adicionales compartidas por los estudiantes destacan la idea de continuar aplicando conceptos de forma práctica con GeoGebra para comprender conceptos abstractos de geometría y el deseo de fomentar la comprensión de las figuras geométricas y sus propiedades. Además, señalaron la importancia de ver esta herramienta como un medio interactivo para la resolución de problemas y la evaluación de competencia, lo que subraya la necesidad de aprovechar al máximo las capacidades interactivas de la herramienta. En conjunto, estas sugerencias proporcionan una guía valiosa para mejorar y ampliar el uso de GeoGebra en el aula, promoviendo un aprendizaje más significativo y contextualizado para los estudiantes.

7. Conclusiones

Finalizado este estudio pedagógico que se encaminó a determinar el aporte de una estrategia TIC en “software dinámico GeoGebra” al desarrollo del pensamiento geométrico, en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca, se pudo extraer las siguientes conclusiones:

Los resultados de la Prueba Diagnóstica de Pensamiento Geométrico revelan un panorama variado en el desempeño de los estudiantes. Con un promedio general de aciertos del 41%, y un promedio de desaciertos del 59%, es evidente que la mayoría de los alumnos carecen de las habilidades necesarias para comprender y aplicar los conceptos geométricos lineales. El análisis detallado de los resultados de la prueba diagnóstica muestra que, si bien algunos estudiantes exhiben un dominio sólido de ciertos conceptos geométricos lineales, otros presentan deficiencias significativas. Al inicio del proceso fue particularmente preocupante que los porcentajes de desacierto fueron generalmente más altos que los de acierto, indicando áreas temáticas en las que todos los estudiantes deben mejorar su comprensión y aplicación. Es esencial destacar que los interrogantes de aplicación muestran un nivel de acierto más bajo (35%) en comparación con los de conocimientos teóricos (43%), señalando la necesidad de un enfoque más exhaustivo en la enseñanza de conceptos prácticos. Este análisis detallado subraya la importancia de identificar y abordar específicamente las áreas de debilidad, como el cálculo de áreas, la comprensión de ángulos y la aplicación práctica de conceptos geométricos, para mejorar globalmente el rendimiento de los estudiantes en pensamiento geométrico.

Los resultados de la Encuesta de Apropiación Tecnológica y Conocimiento de GeoGebra revelan un panorama significativo sobre el nivel de familiaridad y uso de tecnología por parte de los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos en el municipio de Pacho Cundinamarca; sin embargo, se observa que, a pesar de la disponibilidad generalizada de teléfonos inteligentes en los hogares, el uso de computadoras en la escuela es ocasional para la mayoría de los estudiantes, lo que sugiere una preferencia por dispositivos móviles como tabletas y teléfonos

inteligentes. Además, se destaca que, aunque la mayoría de los estudiantes utilizan la tecnología para realizar tareas escolares y actividades de ocio, existe un bajo nivel de conocimiento y uso de GeoGebra, un software matemático dinámico. Esto indica la necesidad de una mayor orientación y capacitación en el uso de esta herramienta tecnológica para mejorar las competencias en matemáticas.

Las cinco actividades propuestas fueron efectivas para abordar conceptos geométricos específicos y promover el desarrollo de habilidades matemáticas en los estudiantes, pues cada una estuvo diseñada para involucrar a los estudiantes en la exploración activa de conceptos como área, perímetro, coordenadas cartesianas y propiedades de figuras geométricas, lo que les permitió aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas y cotidianas.

Desde la perspectiva de los procesos de desarrollo de la intervención, se evidenció la importancia de proporcionar orientación y apoyo adecuados durante la implementación de las actividades, especialmente en el manejo de herramientas tecnológicas como GeoGebra, pues, aunque los estudiantes mostraron entusiasmo por el uso de la tecnología, también enfrentaron dificultades iniciales en su manejo. Sin embargo, se destaca el impacto positivo de estrategias tecnológicas para aumentar el entusiasmo y la atención de los estudiantes, lo que contribuyó al éxito general de las actividades.

Los resultados de la prueba final de pensamiento geométrico proporcionan una visión detallada del progreso de los estudiantes después de la intervención con GeoGebra; en efecto, con un promedio general de aciertos del 63%, se evidencia que la mayoría de los estudiantes han logrado comprender y aplicar de manera adecuada los conceptos geométricos lineales evaluados en la prueba. Además, aquellos estudiantes que superaron el promedio demostraron una comprensión sólida no solo de los aspectos teóricos, sino también de su aplicación en problemas prácticos. Sin embargo, la discrepancia entre los porcentajes de aciertos en conceptos teóricos (66%) y problemas prácticos (53%) sugiere que aún existen desafíos en la transferencia de conocimientos a situaciones del mundo real. Estos hallazgos destacan la efectividad de la

intervención con GeoGebra en el desarrollo del pensamiento geométrico, al tiempo que señalan áreas específicas que requieren atención adicional para mejorar aún más el desempeño de los estudiantes.

El análisis de prueba de medias realizado mediante el software estadístico SPSS proporcionó una evaluación rigurosa del impacto de la estrategia TIC con GeoGebra en el desarrollo del pensamiento geométrico de los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos en Pacho, Cundinamarca. Ciertamente, los resultados de la prueba de normalidad, respaldados por el test de Shapiro-Wilk, indicaron que los datos podrían provenir de una distribución normal, lo que permitió proceder con la prueba de medias. Al establecer un nivel de significancia alfa del 0.05, la prueba de t de Student para muestras relacionadas reveló un p-valor de 0.003, lo que demostró que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. En consecuencia, se concluye que la implementación de la estrategia TIC con GeoGebra ha contribuido significativamente al desarrollo del pensamiento geométrico de los estudiantes, evidenciando mejoras estadísticamente significativas en sus competencias, habilidades y conocimientos en geometría lineal. Estos hallazgos respaldan la efectividad de GeoGebra como una herramienta para potenciar el aprendizaje y la comprensión de la geometría en el contexto educativo.

Finalmente, los resultados de la encuesta de satisfacción reflejan una recepción positiva de la estrategia TIC con GeoGebra en el aprendizaje geométrico. La mayoría de los estudiantes encontraron la herramienta útil y expresaron una mejora en su familiarización con ella. Aunque hubo opiniones divididas sobre la facilidad de uso, la intervención resultó en una mejor comprensión y motivación hacia las matemáticas. Las sugerencias de los participantes apuntan hacia una continuación de enfoques dinámicos y prácticos con GeoGebra, respaldando su valor como herramienta para el aprendizaje activo y significativo en el aula.

8. Recomendaciones

Finalizado este proceso de investigación pedagógica y acorde con los resultados y experiencia investigativa, se precisan las siguientes recomendaciones:

Para los docentes:

✓ Integrar de manera activa herramientas tecnológicas como GeoGebra en la enseñanza de la geometría lineal para fomentar la comprensión y aplicación de conceptos geométricos en el aula.

✓ Capacitarse en el uso efectivo de GeoGebra y otras herramientas digitales para optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría.

✓ Diseñar actividades y ejercicios que promuevan la exploración y la experimentación con figuras geométricas utilizando GeoGebra, para brindar una experiencia de aprendizaje más dinámica y participativa.

✓ Dado el contraste en los niveles de avance entre los conocimientos teóricos y su aplicación práctica, se considera importante de diseñar estrategias educativas que integren tanto la comprensión conceptual como la aplicación práctica de los conceptos geométricos.

Para los estudiantes:

✓ Utilizar activamente GeoGebra como una herramienta para explorar y entender conceptos geométricos de manera interactiva.

✓ Practicar de manera regular con GeoGebra para fortalecer las habilidades de visualización y análisis de formas geométricas en el espacio, vinculando la teoría con la realidad.

✓ Aprovechar los recursos disponibles, como tutoriales y material educativo en línea, para mejorar el dominio de GeoGebra y su comprensión de la geometría.

Para la institución educativa IDER Limoncitos en Pacho, Cundinamarca:

- ✓ Fomentar la integración de tecnologías educativas como GeoGebra en el currículo escolar para enriquecer la enseñanza de las matemáticas y promover el desarrollo del pensamiento geométrico en los estudiantes.

- ✓ Proporcionar acceso a equipos tecnológicos y recursos digitales adecuados para facilitar la implementación efectiva de GeoGebra en el aula.

- ✓ Apoyar la formación continua de los docentes en el uso de tecnologías educativas y su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para la universidad:

- ✓ Continuar apoyando investigaciones y proyectos que desarrollan los docentes maestrantes, con el fin de fomentar la colaboración y el intercambio de buenas prácticas entre docentes y estudiantes de diferentes instituciones educativas y así enriquecer los procesos de enseñanza aprendizaje, mediante el uso de herramientas digitales en el aula.

Bibliografía

- Alguacil, M., Boqué, M. C. y Pañellas, M. (2016). Dificultades en conceptos matemáticos básicos de los estudiantes para maestro. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(1), 419-429. <https://www.redalyc.org/pdf/3498/349851776046.pdf>
- Álvarez, C., Cordero, J., González, J. y Sepúlveda, O. (2019). Software GeoGebra como herramienta en enseñanza y aprendizaje de la Geometría. *Educación y Ciencia* (22), 387-402. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7982109>
- Álvarez, J., García, D., Erazo, C. y Erazo, J. (2020). GeoGebra como estrategia de enseñanza de la Matemática. *Revista Electrónica de Ciencias de la Educación, Humanidades, Artes y Bellas Artes*, III(6), 211-230. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8976603>
- Antezana, R. P., Cayllahua, U., Yalli, E. y Rojas, A. (2020). Modelo Van Hiele y software Geogebra en el aprendizaje de estudiantes en áreas y perímetros de regiones poligonales. *Horizonte de la Ciencia*, 10(18), 1-18. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=570968990012>
- Aravena, M. y Caamaño, C. (2013). Niveles de razonamiento geométrico en estudiantes de establecimientos municipalizados de la región del Maule. Talca, Chile. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(2), 139-178. <https://www.redalyc.org/journal/335/33527851002/html/>
- Aray, C. A., Párraga, O. F. y Chun, R. (2019). La falta de enseñanza de la geometría en el nivel medio y su repercusión en el nivel universitario: análisis del proceso de nivelación de la Universidad Técnica de Manabí. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuso)*, 4(1), 20-31. <https://www.redalyc.org/pdf/6731/673171021002.pdf>
- Ballesteros, V., Lozano, S. y Rodríguez, Ó. (2020). Noción de aproximación del área bajo la curva utilizando la aplicación Calculadora Gráfica de GeoGebra. *Praxis & Saber*, 11(26), 1-16. https://revistas.uptc.edu.co/index.php/praxis_saber/article/view/9989
- Barrera, F. y Reyes, A. (2015). La teoría de Van Hiele: Niveles de pensamiento Geométrico The Van Hiele Theory: Levels of Geometric Thinking. *Pädi Boletín Científico de Ciencias*

- Básicas e Ingenierías del ICBI, 3(5).
<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/554>
- Bernal, C. (2010). Metodología de la Investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales (Tercera ed.). Bogotá D.C.: Pearson Educación de Colombia.
- Calvo, M. M. (2008). Enseñanza eficaz de la resolución de problemas en matemáticas. Educación, 32(1), 123-138. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44032109.pdf>
- Cazau, P. (2006). Introducción a la investigación en ciencias sociales. Buenos Aires: Tercera Edición.
- Cenas, F., Blaz, F., Gamboa, L. y Castro, W. (2021). Geogebra: herramienta tecnológica para el aprendizaje significativo de las matemáticas en universitarios. Horizontes: Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 5(18), 382-390.
<http://portal.amelica.org/ameli/journal/466/4663257013/4663257013.pdf>
- Corte Constitucional. (1991). Constitución Política de la República de Colombia.
<http://www.secretariasenado.gov.co/constitucion-politica>
- Díaz, L., Rodríguez, J. y Lingán, S. (2018). Enseñanza de la geometría con el software GeoGebra en estudiantes secundarios de una institución educativa en Lima. Propósitos y Representaciones, 6(2), 217-251.
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2307-79992018000200005
- El Congreso de la República de Colombia. (8 de febrero de 1994). Ley 115.
https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-85906_archivo_pdf.pdf
- Fernández, E. (2018). La geometría para la vida y su enseñanza. Aibi revista de investigación, administración e ingeniería, 6(1), 33-61.
- Gallardo, E. (2017). Metodología de la Investigación. Huancayo-Perú: Universidad Continental.
- García, D. y Martín, R. (2023). Competencia matemática y digital del futuro docente mediante el uso de GeoGebra. Alteridad. Revista de Educación, 18(1), 85-98.
<https://www.redalyc.org/journal/4677/467774008007/html/>

- GeoGebra. (2023). GeoGebra para enseñar y aprender Matemáticas. <https://www.geogebra.org/?lang=es>
- Granados, C. y Padilla, I. (2020). El aprendizaje gráfico de la recta tangente a través de la modelación de las secciones cónicas utilizando GeoGebra. *Revista Científica*, 40(1), 118-132.
- Gutiérrez, S. (2007). El pensamiento Geométrico en los estudiantes de primer grado de secundaria. *Visión Educativa IUNAES*, 7(15), 83-91. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4713493>
- Hernández-Sampieri, Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la Investigación: Guía para la comprensión holística de la ciencia* (Cuarta edición ed.). QUIRÓN.
- ICFES. (2022). Informe nacional de resultados SABER 3°, 5°, 7°, 9° aplicación 2022. https://www.icfes.gov.co/documents/39286/19845423/Informe_saber_359_06_2022.pdf
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación - Icfes. (2020). Informe Nacional de Resultados para Colombia - PISA 2018. Bogotá D.C: Mineducación. https://www2.icfes.gov.co/documents/39286/1125661/Informe_nacional_resultados_PISA_2018.pdf/4c66530f-027e-696a-81da-be6e5108e5e9?version=1.0&t=1646970884580
- Jaraba, A. (2020). GeoGebra: herramienta didáctica para fortalecer competencias geométricas en Educación Media. *Números: Revista Didáctica de las Matemáticas*, 165-188. <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/222720/Jaraba.pdf?sequence=1>
- Leal, S., Lezcano, L. E. y Gilbert, E. M. (2021). Usos innovadores del software GeoGebra en la enseñanza de la matemática. *VARONA*(72), 1-6. <https://www.redalyc.org/journal/3606/360670798011/360670798011.pdf>

- Martin, Y. y Lezcano, L. E. (2021). El GeoGebra en la clase de matemática de la enseñanza media desde los móviles. VARONA(73), 1-8.
<https://www.redalyc.org/journal/3606/360670689008/360670689008.pdf>
- Ministerio de Educación Nacional. (05 de diciembre de 2023). Pruebas PISA 2022: Colombia, un sistema educativo resiliente que requiere cambios estructurales para mejorar su calidad.
<https://www.mineducacion.gov.co/portal/salaprensa/Comunicados/417751:Pruebas-PISA-2022-Colombia-un-sistema-educativo-resiliente-que-requiere-cambios-estructurales-para-mejorar-su-calidad>
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (1998). Lineamientos curriculares en matemáticas.
https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf
- Ministerio de Educación Nacional (MEN). (2004). Incorporación de Nuevas Tecnologías al Currículo de Matemáticas de la Educación Básica Secundaria y Media de Colombia.
<https://redaprende.colombiaprende.edu.co/recursos/colecciones/JZPWO3YPGHZ/50A1CZOD5QS/3494>
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derecho Básicos de Aprendizaje.
https://wccopre.s3.amazonaws.com/Derechos_Basicos_de_Aprendizaje_Matematicas_1.pdf
- Ministerio de Educación Nacional. (s.f.). Estándares de matemáticas.
https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-85458_archivo_pdf1.pdf
- Otero, A. V. y Chacara, M. (2019). El pensamiento geométrico como herramienta para la construcción de la expresión analítica de la recta y sus propiedades. Acta Latinoamericana de Matemática Educativa, 32(1), 374-384.
<http://funes.uniandes.edu.co/13989/1/Otero2019EI.pdf>
- Proenza, Y. (2005). Potencialidades didácticas de los contenidos geométricos en la escuela primaria. Luz, 4(1), 1-13. <https://www.redalyc.org/pdf/5891/589165915012.pdf>
- Ramírez, S. (2020). GeoGebra en 2D y 3D como recurso didáctico en un curso de integración múltiple: una experiencia de enseñanza-aprendizaje. Revista Digital: Matemática,

- Educación e Internet, 21(1), 1-18.
<https://www.redalyc.org/journal/6079/607963609003/html/>
- Salas, R. (2018). Uso del servicio en la nube GeoGebra durante el proceso enseñanza-aprendizaje sobre las matemáticas. RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 8(16). <https://www.redalyc.org/journal/4981/498159332002/html/>
- UNESCO. (2021). Estudio Regional comparativo y explicativo (ERCE 2019): reporte nacional de resultados para Colombia. Santiago, Chile.: UNESCO.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000382849?posInSet=13&queryId=N-EXPLORE-e2e7ee6a-fcd7-4531-b414-89aa64f70388>
- Vergara, J. L. (2021). Sólidos de revolución con GeoGebra. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet, 22(1), 1-12.
<https://www.redalyc.org/journal/6079/607965937001/607965937001.pdf>

Apéndice A. Formato de consentimiento informado

Yo, _____, con domicilio en _____, y número de CC _____, autorizo voluntariamente la participación de mi hijo(a) _____ en la investigación titulada "Análisis del desarrollo del pensamiento geométrico de estudiantes de sexto grado mediante el uso de la herramienta tecnológica GeoGebra".

La investigación tiene como objetivo analizar el desarrollo del pensamiento geométrico de los estudiantes de sexto grado que participan en secuencias didácticas utilizando la herramienta tecnológica GeoGebra. El estudio será llevado a cabo por el docente **Ernesto González Lancheros**, y está diseñado con fines académicos y científicos.

Al otorgar mi consentimiento para la participación de mi hijo(a) en esta investigación, comprendo y acepto lo siguiente:

Mi hijo(a) será parte de un estudio que implica la utilización de la herramienta tecnológica GeoGebra como parte de las actividades educativas en el aula.

La participación en esta investigación es completamente voluntaria y mi hijo(a) tiene el derecho de retirarse en cualquier momento sin ninguna penalización o consecuencia.

Se mantendrá la confidencialidad de la información proporcionada por mi hijo(a) durante el estudio. Los datos recopilados serán utilizados únicamente para fines académicos y científicos y se mantendrán en estricta confidencialidad.

Entiendo que mi hijo(a) no enfrentará ningún riesgo físico o emocional debido a su participación en esta investigación.

Autorizo el uso de los datos recopilados durante esta investigación con fines académicos, como presentaciones en conferencias, publicaciones científicas y tesis académicas, siempre manteniendo el anonimato de mi hijo(a) y de cualquier otra persona involucrada en el estudio.

Este consentimiento tiene validez desde la fecha de firma y hasta la conclusión del estudio, a menos que sea revocado por escrito antes de esa fecha.

Afirmo que he leído y comprendido el contenido de este documento y doy mi consentimiento para la participación de mi hijo(a) en la investigación antes mencionada.

Firma del padre/madre/tutor legal: _____

Fecha: _____

Apéndice B. Prueba inicial de Pensamiento Geométrico para Estudiantes de Sexto**Grado**

Estudiantes de grado sexto de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho

Cundinamarca

Objetivo: Identificar el nivel pensamiento geométrico inicial que tienen los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

Responsable: Ernesto González Lancheros

Instrucciones: Marca la letra correspondiente a la respuesta que consideres correcta para cada pregunta. Recuerda leer cuidadosamente cada pregunta antes de responder.

Buena suerte.

- 1) ¿Cuál es la definición de un triángulo?
 - a) Una figura con cuatro lados
 - b) Una figura con tres lados
 - c) Una figura con cinco lados
 - d) Una figura con seis lados

- 2) ¿Qué tipo de ángulo mide más de 90 grados, pero menos de 180 grados?
 - a) Agudo
 - b) Recto
 - c) Obtuso
 - d) Llano

- 3) ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una línea perpendicular?
 - a) Dos líneas que se cruzan y forman ángulos iguales
 - b) Dos líneas paralelas que nunca se tocan
 - c) Dos líneas que se cruzan formando ángulos rectos
 - d) Dos líneas que se cruzan formando ángulos agudos

- 4) ¿Cuál es el área de un cuadrado con un lado de longitud 6 cm?
 - a) 12 cm²
 - b) 18 cm²
 - c) 24 cm²
 - d) 36 cm²

- 5) ¿Cuál es la relación entre el radio y el diámetro de un círculo?
 - a) El diámetro es el doble del radio
 - b) El radio es el doble del diámetro
 - c) El radio y el diámetro son siempre iguales
 - d) No hay relación entre el radio y el diámetro

- 6) ¿Cuál de las siguientes figuras tiene al menos un ángulo recto?

- a) Triángulo equilátero
 - b) Triángulo escaleno
 - c) Triángulo isósceles
 - d) Cuadrado
- 7) ¿Cuál es la medida de un ángulo llano?
- a) 90 grados
 - b) 180 grados
 - c) 270 grados
 - d) 360 grados
- 8) ¿Qué tipo de cuadrilátero tiene todos sus lados de igual longitud y ángulos internos de 90 grados?
- a) Rectángulo
 - b) Rombo
 - c) Trapecio
 - d) Paralelogramo
- 9) ¿Cuál de las siguientes opciones describe mejor una línea paralela?
- a) Dos líneas que se cruzan formando ángulos rectos
 - b) Dos líneas que se cruzan y forman ángulos agudos
 - c) Dos líneas que nunca se tocan
 - d) Dos líneas que se cruzan y forman ángulos iguales
- 10) ¿Cuántos lados tiene un hexágono?
- a) 4
 - b) 5
 - c) 6
 - d) 7
- 11) ¿Cuál es la relación entre los ángulos internos de un triángulo?
- a) La suma de los ángulos internos es siempre 90 grados
 - b) La suma de los ángulos internos es siempre 180 grados
 - c) La suma de los ángulos internos es siempre 270 grados
 - d) La suma de los ángulos internos es siempre 360 grados
- 12) ¿Cuál de las siguientes figuras tiene al menos dos lados paralelos?
- a) Triángulo equilátero
 - b) Triángulo escaleno
 - c) Triángulo isósceles
 - d) Trapecio
- 13) ¿Cuál es el perímetro de un rectángulo con longitudes de lado 8 cm y 5 cm?
- a) 10 cm
 - b) 16 cm
 - c) 26 cm
 - d) 48 cm
- 14) ¿Qué tipo de polígono tiene exactamente cinco lados?
- a) Pentágono
 - b) Hexágono

- c) Heptágono
 - d) Octágono
- 15) ¿Qué tipo de ángulo mide exactamente 90 grados?
- a) Agudo
 - b) Recto
 - c) Obtuso
 - d) Llano
- 16) Si necesitas colocar una alfombra rectangular en tu habitación, ¿cuál es la medida que debes conocer para asegurarte de que se ajuste correctamente?
- a) La longitud de un lado
 - b) La medida de la diagonal
 - c) El área total de la habitación
 - d) La altura de la habitación
- 17) Si estás comprando azulejos cuadrados para cubrir el piso de tu baño y cada azulejo tiene una longitud de 20 cm por lado, ¿cuántos azulejos necesitarás para cubrir un área de 2 metros cuadrados?
- a) 10 azulejos
 - b) 20 azulejos
 - c) 50 azulejos
 - d) 100 azulejos
- 18) Si quieres construir un jardín rectangular en tu patio trasero y tienes un área de 24 metros cuadrados para usar, ¿cuáles podrían ser las dimensiones posibles del jardín?
- a) 4 metros de largo y 6 metros de ancho
 - b) 8 metros de largo y 3 metros de ancho
 - c) 12 metros de largo y 2 metros de ancho
 - d) 10 metros de largo y 2.4 metros de ancho
- 19) ¿Qué forma geométrica tiene una lata de atún estándar cuando se ve desde arriba?
- a) Triángulo
 - b) Círculo
 - c) Cuadrado
 - d) Rectángulo
- 20) Si estás pintando las paredes de una habitación rectangular y necesitas saber cuántos metros cuadrados debes cubrir, ¿qué medida necesitas tomar?
- a) El perímetro de la habitación
 - b) La altura de la habitación
 - c) La longitud de la habitación
 - d) El área total de todas las paredes

Apéndice C. Cuestionario sobre Uso y Apropiación Tecnológica y Conocimiento de GeoGebra

Estudiantes de grado sexto de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho

Cundinamarca

Objetivo: determinar el uso y apropiación tecnológica y conocimiento de GeoGebra previo que tienen los estudiantes de grado sexto de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca

Responsable: Ernesto González Lancheros

Datos de identificación:

Edad:

Género: Femenino ____ Masculino____

Grado: _____

USO DE TECNOLOGÍA:

1) ¿Con qué frecuencia utilizas una computadora en la escuela?

- Nunca
- Ocasionalmente
- A menudo
- Siempre

2) ¿Qué dispositivos tecnológicos tienes en casa? (Selecciona todas las que correspondan)

- Computadora portátil
- Teléfono inteligente
- Tablet
- Computadora de escritorio
- Otros (Especificar):

3) ¿Qué tipo de actividades realizas con dispositivos tecnológicos? (Selecciona todas las que correspondan)

- Navegar por Internet
- Jugar videojuegos
- Realizar tareas escolares
- Ver videos en línea
- Programar o codificar
- Otras (Especificar):

CONOCIMIENTO SOBRE GEOGEBRA:

4) ¿Has oído hablar de GeoGebra antes?

- Sí
- No

5) ¿Has utilizado GeoGebra en tus clases de matemáticas?

- Sí
- No

6) ¿Qué tanto conoces sobre GeoGebra? (Marca en una escala del 1 al 5, donde 1 es nada y 5 es mucho)

- 1 (Nada)
- 2 (Poco)
- 3 (Algo)
- 4 (Bastante)
- 5 (Mucho)

7) ¿Puedes mencionar alguna función o herramienta que GeoGebra ofrece para el aprendizaje de las matemáticas? (Ejemplo: graficar funciones, construcción de geometría dinámica, etc.)

ACTITUDES HACIA LA TECNOLOGÍA:

8) ¿Cómo te sientes acerca de usar tecnología en tu aprendizaje?

- Me gusta mucho
- Me gusta
- No me interesa
- No me gusta
- No me gusta para nada

9) ¿Crees que la tecnología puede ayudarte a aprender mejor?

- Sí
- No
- No estoy seguro

EXPERIENCIAS PASADAS:

10) ¿Has participado en algún proyecto escolar que involucrara el uso de tecnología?

- Sí
- No

11) Si respondiste sí en la pregunta anterior, ¿puedes describir brevemente de qué se trataba el proyecto y cómo usaste la tecnología en él?

OPINIONES SOBRE EL APRENDIZAJE CON TECNOLOGÍA:

12) ¿Prefieres aprender con la ayuda de tecnología o sin ella?

- Con tecnología
- Sin tecnología

13) ¿Qué ventajas crees que tiene el aprendizaje con tecnología?

- Mayor interactividad
- Acceso a más recursos educativos
- Facilita la comprensión de conceptos difíciles
- Otros (Especificar) : _____

FEEDBACK ADICIONAL:

¿Hay algo más que quieras añadir sobre tu experiencia con la tecnología en el aprendizaje o tu conocimiento sobre GeoGebra?

Apéndice D. Lista de chequeo por competencias

Estudiantes de grado sexto de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho
Cundinamarca

Objetivo: Diseñar una estrategia TIC en el “software dinámico GeoGebra” orientadas a la visualización, reconocimiento, medición, análisis, construcción, transformación y comprensión de las propiedades y las relaciones geométricas de objetos y figuras en el espacio

Responsable: Ernesto González Lancheros

Preguntas por competencias	Si	No
VISUALIZACIÓN:		
¿La estrategia incluye actividades que permiten a los estudiantes visualizar objetos y figuras geométricas en el espacio utilizando GeoGebra?		
¿Se proporcionan ejemplos visuales claros para ilustrar conceptos geométricos utilizando GeoGebra?		
RECONOCIMIENTO:		
¿La estrategia incluye actividades que ayudan a los estudiantes a reconocer diferentes tipos de figuras geométricas y sus propiedades utilizando GeoGebra?		
¿Se presentan desafíos o problemas que requieren que los estudiantes identifiquen características específicas de las figuras geométricas utilizando GeoGebra?		
MEDICIÓN:		
¿La estrategia incluye actividades que permiten a los estudiantes medir longitudes, áreas, volúmenes u otras propiedades geométricas utilizando GeoGebra?		
¿Se proporcionan herramientas y métodos claros para realizar mediciones precisas en GeoGebra?		
ANÁLISIS:		
¿La estrategia incluye actividades que fomentan el análisis de relaciones geométricas y patrones utilizando GeoGebra?		
¿Se presentan problemas que requieren que los estudiantes analicen diferentes aspectos de las figuras geométricas y sus propiedades utilizando GeoGebra?		
CONSTRUCCIÓN:		
¿La estrategia incluye actividades que guían a los estudiantes a construir figuras geométricas utilizando GeoGebra?		
¿Se proporcionan instrucciones claras sobre cómo utilizar las herramientas de construcción de GeoGebra para crear figuras geométricas específicas?		
TRANSFORMACIÓN:		
¿La estrategia incluye actividades que permiten a los estudiantes realizar transformaciones geométricas, como traslaciones, rotaciones y reflexiones, utilizando GeoGebra?		
¿Se presentan problemas que requieren que los estudiantes apliquen transformaciones geométricas a figuras existentes utilizando GeoGebra?		
COMPRENSIÓN:		
¿La estrategia incluye actividades que ayudan a los estudiantes a comprender conceptos geométricos fundamentales utilizando GeoGebra?		
¿Se fomenta la reflexión y discusión sobre las propiedades y relaciones geométricas descubiertas utilizando GeoGebra?		
INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA:		
¿La estrategia aprovecha las capacidades tecnológicas de GeoGebra de manera efectiva para mejorar la comprensión de conceptos geométricos?		
¿Se proporciona orientación clara sobre cómo utilizar GeoGebra como herramienta de apoyo al aprendizaje geométrico?		

Apéndice E. Formato de diario de campo

Objetivo: registrar las observaciones de la implementación de la estrategia TIC de análisis geométrico diseñada en el “software dinámico GeoGebra” con los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

Población objetivo: estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca.

Responsable: Ernesto González Lancheros

Numero de sesión:	Fecha de la sesión:
Lugar:	
Hora:	No. de Participantes:
Nombre de la actividad:	
Nombre de la lectura	
Tema analizado:	
Objetivo de la actividad:	
Competencia para afianzar:	
DBA implicado en la sesión:	
Recursos tecnológicos:	
Recursos humanos:	
Recursos materiales:	
Procedimiento o pasos de desarrollo 16) de la sesión:	
Descripción de Resultados cualitativos y cuantitativos:	
Evidencia fotográfica:	

Apéndice F. Prueba final de Pensamiento Geométrico para Estudiantes de Sexto Grado

Estudiantes de grado sexto de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho

Cundinamarca

Objetivo: Evaluar el avance obtenido en el pensamiento geométrico en los estudiantes de sexto grado de la IDER Limoncitos, participantes de la estrategia TIC en GeoGebra; a través análisis estadístico de diferencia de medias.

Responsable: Ernesto González Lancheros

Instrucciones: Marca la letra correspondiente a la respuesta que consideres correcta para cada pregunta. Recuerda leer cuidadosamente cada pregunta antes de responder.

Buena suerte.

- 1) ¿Cuál es la suma de los ángulos internos de un triángulo?
 - a) 90 grados
 - b) 120 grados
 - c) 180 grados
 - d) 360 grados

- 2) ¿Cuál es el nombre de un polígono de cinco lados?
 - a) Pentágono
 - b) Hexágono
 - c) Heptágono
 - d) Octágono

- 3) ¿Qué tipo de triángulo tiene todos sus lados de igual longitud?
 - a) Triángulo escaleno
 - b) Triángulo isósceles
 - c) Triángulo equilátero
 - d) Triángulo rectángulo

- 4) ¿Cuántas diagonales tiene un cuadrado?
 - a) 2
 - b) 4
 - c) 8
 - d) 16

- 5) ¿Cuál es el nombre de una figura plana con al menos un lado curvo y todos los demás lados rectos?
 - a) Círculo
 - b) Rectángulo
 - c) Triángulo
 - d) Trapecio

- 6) ¿Cuál es el área de un triángulo con base de 5 cm y altura de 8 cm?
 - a) 10 cm²
 - b) 20 cm²
 - c) 30 cm²

- d) 40 cm^2
- 7) ¿Qué tipo de ángulo mide más de 0 grados, pero menos de 90 grados?
- Agudo
 - Recto
 - Obtuso
 - Llano
- 8) ¿Cómo se llama la distancia más corta entre dos puntos en un plano?
- Radio
 - Diámetro
 - Longitud
 - Recta
- 9) ¿Cuál es el nombre de una figura tridimensional con seis caras, todas iguales y perpendiculares entre sí?
- Cubo
 - Esfera
 - Pirámide
 - Cilindro
- 10) ¿Cuál es el perímetro de un rectángulo con longitudes de lado 7 cm y 9 cm?
- 16 cm
 - 24 cm
 - 32 cm
 - 36 cm
- 11) ¿Cuál es el nombre de una figura tridimensional con todas sus aristas de igual longitud y todas las caras iguales?
- Cubo
 - Cono
 - Prisma
 - Esfera
- 12) ¿Cuál es la suma de los ángulos externos de cualquier polígono?
- 90 grados
 - 180 grados
 - 360 grados
 - 720 grados
- 13) ¿Cuál es la relación entre el diámetro y el radio de un círculo?
- El diámetro es el doble del radio
 - El radio es el doble del diámetro
 - El radio y el diámetro son siempre iguales
 - No hay relación entre el radio y el diámetro
- 14) ¿Cuál es el nombre de una línea que toca un círculo en un solo punto sin cruzarlo?
- Diámetro
 - Radio
 - Tangente
 - Secante

- 15) ¿Qué tipo de cuadrilátero tiene lados opuestos paralelos y ángulos internos opuestos iguales?
- a) Rectángulo
 - b) Rombo
 - c) Trapecio
 - d) Paralelogramo
- 16) Si estás instalando una malla alrededor de tu jardín rectangular y quieres calcular cuantos metros de material es necesario, ¿qué medida necesitas conocer?
- a) La altura de la valla
 - b) La longitud de la valla
 - c) El área total del jardín
 - d) El perímetro del jardín
- 17) ¿Cuál de las siguientes figuras tiene la mayor área?
- a) Triángulo equilátero con lados de longitud 5 cm
 - b) Cuadrado con lados de longitud 4 cm
 - c) Rectángulo con lados de longitud 6 cm y 3 cm
 - d) Círculo con un radio de longitud 2 cm
- 18) Si estás construyendo un puente sobre un río y necesitas calcular la longitud del puente para que pueda cruzar de un extremo al otro, ¿qué medida necesitas conocer?
- a) El largo que tiene el río
 - b) La profundidad del río
 - c) La altura del puente
 - d) La distancia entre las orillas del río
- 19) Si estás decorando una pared de tu habitación con azulejos en forma cuadrados, ¿qué ángulo debe tener cada esquina del rombo para que los azulejos encajen perfectamente?
- a) 90 grados
 - b) 60 grados
 - c) 45 grados
 - d) 120 grados
- 20) Si estás colocando baldosas cuadradas en el piso de tu cocina y cada baldosa tiene un lado de 15 cm, ¿cuántas baldosas necesitarás para cubrir un área de 1.5 metros cuadrados?
- a) 10 baldosas
 - b) 15 baldosas
 - c) 20 baldosas
 - d) 25 baldosas

Apéndice G. Cuestionario de Percepciones y Satisfacción sobre la Estrategia TIC con GeoGebra

Estudiantes de grado sexto de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho

Cundinamarca

Objetivo: conocer las percepciones y satisfacción de los estudiantes de grado sexto de la IDER Limoncitos del municipio de Pacho Cundinamarca, que participaron en la implementación de la estrategia TIC de análisis geométrico diseñada en el “software dinámico GeoGebra”

Responsable: Ernesto González Lancheros

Datos de identificación:

Edad:

Género:

Grado:

Nombre del docente que impartió la clase:

EXPERIENCIA CON GEOGEBRA:

- 1) ¿Qué tan útil encontraste la estrategia TIC utilizando GeoGebra para aprender análisis geométrico?
 - Nada útil
 - Poco útil
 - Moderadamente útil
 - Bastante útil
 - Muy útil
- 2) ¿Qué tan familiarizado te sientes ahora con el uso de GeoGebra?
 - Nada familiarizado
 - Poco familiarizado
 - Algo familiarizado
 - Bastante familiarizado
 - Muy familiarizado
- 3) ¿Cómo calificarías la facilidad de uso de GeoGebra durante la actividad?
 - Muy difícil de usar
 - Difícil de usar
 - Moderadamente fácil de usar
 - Fácil de usar
 - Muy fácil de usar
- 4) ¿Qué aspectos de la estrategia TIC te resultaron más beneficiosos para tu aprendizaje? (Selecciona todas las que correspondan)
 - Interactividad de GeoGebra
 - Visualización de conceptos matemáticos
 - Facilitación de la comprensión de temas complejos
 - Otros (Especificar):

PERCEPCIÓN SOBRE EL APRENDIZAJE:

- 5) ¿Cómo crees que esta experiencia con GeoGebra afectó tu comprensión del análisis geométrico?
- Mejoró mucho
 - Mejoró
 - No tuvo un impacto significativo
 - Empeoró
 - Empeoró mucho
- 6) ¿Te sientes más motivado/a para aprender matemáticas después de esta actividad?
- Mucho más motivado/a
 - Más motivado/a
 - No cambió mi motivación
 - Menos motivado/a
 - Mucho menos motivado/a

OPINIONES Y SUGERENCIAS:

- 7) ¿Qué te gustó más de esta actividad con GeoGebra?
-
- 8) ¿Qué mejorarías o cambiarías en futuras actividades con GeoGebra?
-
- 9) ¿Hay algún otro comentario o sugerencia que te gustaría compartir sobre tu experiencia con GeoGebra?
-