

SECUENCIAS DIDÁCTICAS PARA LA COMPRENSIÓN EN GEOMETRÍA

Recibido:10/06/2026

Aprobado:25/09/202

Antonio Segundo Aldana Imitola
Rector Institución Educativa Puerto Franco
Secretaría de Educación Departamental de Sucre
Sincelejo, Colombia
analimit@hotmail.com
<https://orcid.org/0009-0002-6568-6237>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación abordó las secuencias didácticas como, una estructura académica donde a través del uso mediado de la herramienta tecnológica geogebra buscó establecer la comprensión de los contenidos temáticos referidos al cálculo de área y volumen de los cuerpos geométricos. Como propósito principal se constituyó el diseñar secuencias didácticas como estrategia metodológica para la comprensión del área y volumen de cuerpos geométricos mediante el software geogebra. Metodológicamente se estructuró en una investigación mixta de tipo proyectiva, bajo un diseño no experimental. Se utilizó como instrumentos una guía de observación con las opciones de respuesta Siempre (S), Algunas Veces (AV) y Nunca (N), la cual fue sometida a la validación de expertos, considerándolo válido, en una muestra intencional de 10 estudiantes como unidades de análisis, para obtener los datos cualitativos se hizo uso de la técnica de grupo focal cuyos datos se triangularon e interpretaron. Los resultados en la aplicación de ambos instrumentos dieron cuenta de que sus competencias se encuentran medianamente desarrolladas. En conclusión, se puede afirmar que en los hallazgos encontrados no hay correspondencia.

Palabras clave: Competencias Matemáticas, Cuerpos Geométricos, Secuencia Didáctica.

ABSTRACT

This research project addressed didactic sequences as an academic structure where, through the mediated use of the GeoGebra technological tool, it sought to establish the understanding of thematic content related to calculating the area and volume of geometric solids. The main purpose was to design didactic sequences as a methodological strategy for understanding the area and volume of geometric solids using GeoGebra software. Methodologically, it was structured as a mixed-methods, projective research project with a non-experimental design. An observation guide with the response options Always (S), Sometimes (AV), and Never (N) was used as the instrument. This guide was validated by experts and deemed valid in a purposive sample of 10 students as units of analysis. To obtain qualitative data, the focus group technique was used, and the data were triangulated and interpreted. The results of the application of both instruments indicated that the students' competencies are moderately developed. In conclusion, it can be stated that there is no correlation between the findings.

Keywords: Mathematical Competencies, Geometric Solids, Didactic Sequence.

Introducción

El aprendizaje de las matemáticas siempre ha representado por generaciones las críticas y debilidades más evidentes en la formación de los niños y jóvenes. Es por ello, que cuando se habla de competencias y específicamente de matemáticas estas sufren un revés por cuanto puede considerarse a nivel de estadísticas que los estudiantes en esta área son en la que más se compromete para adquirir habilidades y destrezas. Antes de la pandemia de COVID 19, los estudiantes presentaban inconvenientes en su rendimiento; y en plena pandemia y, por la falta de preparación de docentes para el uso de estrategias nuevas y pertinentes, agravaron la situación en la enseñanza de las matemáticas que afectaron de forma directa el aprendizaje de esta.

La situación antes descrita muestra un escenario que el docente ya conocía, pero que tomó mayor relevancia al producir cambios en la forma de enseñar luego de la presencia de la pandemia, es decir, es necesario afrontar hoy los cambios que permitan generar escenarios académicos que generen procesos de aprendizajes mixtos y que estos puedan ser desarrollados a través de la implementación de secuencias didácticas que orienten el trabajo del docente y el estudiante en el aula física o el aula virtual. La necesidad está planteada, la actitud de los docentes y estudiantes se ha generado a favor del uso de herramientas tecnológicas y ellas deben formar parte en la construcción de la planificación del docente.

Las razones expuestas en los párrafos anteriores exhiben el por qué se desarrolló esta investigación, ya que es necesario asumir cambios, y el para qué se focaliza en las necesidades que hay que cubrir en la población estudiantil. De manera que el cómo se configure con la ejecución de secuencias que den respuestas a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y donde el docente se convierte en un actor principal del proceso, y su rol de guía y tutor del aprendizaje permita establecer un acompañamiento directo al trabajo colaborativo y cooperativo de los estudiantes.

Esta investigación se llevó a cabo con estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Concentración Escolar San Juan del municipio de San Juan de Betulia, departamento de Sucre (Colombia), y gira en torno a diversas situaciones, entre ellas: los resultados de pruebas externas como el estudio trienal de los alumnos de 15 años, aplicado a través del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA) por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo en adelante. (OCDE, 2019); los resultados de las pruebas ICFES expuestos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en años anteriores; y la necesidad de fortalecer el uso que se le da a las TIC durante el desarrollo de las clases de matemáticas a través del diseño de secuencias didácticas que incorporen el software Geogebra para calcular el área y volumen de cuerpos geométricos, y mejorar el desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje y permitir el desarrollo de competencias y habilidades en los estudiantes en la asignatura de geometría, como estrategias propuesta dentro del Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026 del MEN (2017).

La finalidad de esta investigación está en diseñar secuencias didácticas como estrategia metodológica para la comprensión del área y volumen de cuerpos geométricos mediante el software GeoGebra en estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Concentración Escolar San Juan, y se logrará a partir de diferentes momentos:

- a) Primero, realizar una revisión literatura de diferentes referentes conceptuales sobre la enseñanza y aprendizaje de la geometría a través del software Geogebra, provenientes de fuentes válidas como revistas científicas, Google Académico, Bases de datos certificadas, entre otros, que estudian y vigilan los procesos académicos de la región. De igual forma la revisión de esta llevó a una clasificación de esta para estructurar el estado del arte y marco conceptual del cuerpo teórico de la investigación.
- b) Segundo, detectar las competencias matemáticas en la resolución de problemas de área y volumen de los cuerpos geométricos, en los estudiantes, a través de una exploración donde se aplicaron dos técnicas

de análisis, la primera con el uso de guía de observación previamente validada, y la segunda a través de la técnica cualitativa de grupo focal.

- c) Tercero, definir las estrategias educativas en el diseño pedagógico de las secuencias didácticas a través del software Geogebra, mediante el diseño de una estructura de secuencias didácticas que abordaron la temática en cuestión, las cuales respondieran desde las actividades del docente hasta las que los estudiantes realizan haciendo uso de tecnología.
- d) Cuarto, validar las secuencias didácticas a través de una comunidad académica de expertos en el área que permitan analizar la pertinencia de la propuesta por parte de otros docentes.

Una vez realizada la investigación, se considera que la comprensión del eje temático de área y volumen en geometría pasa por algunas dificultades de asimilación en los estudiantes, ya que su pensamiento espacial y geométrico en los puntos estudiados es convergente al afirmar que existe una mediana presencia de contenidos en ellos. Por consiguiente, el conjunto de secuencias didácticas diseñadas permitirá reforzar y desarrollar las competencias relacionadas con el pensamiento espacial y geométrico, mejorando el rendimiento académico y la comprensión de la temática de área y volumen de cuerpos geométricos en los estudiantes.

Metodología

Tipo de estudio

La presente investigación estuvo enmarcada desde el enfoque mixto, de manera de lograr, dentro del proceso, establecer desde la generalización de sus resultados, posibles variables o categorías emergentes para futuras investigaciones. En cuanto a ello Arias (2012) y Hernández et al. (2014) manifiestan que las investigaciones pueden estructurarse según su nivel, destacando que estos están desde la exploración, pasando por lo descriptivo, para llegar al nivel explicativo. Bajo esta premisa la presente investigación se enmarcó tipo proyectiva como lo establece Hurtado (2010), quien plantea en su texto que este tipo de investigación busca coordinar o diseñar planes o propuestas que funcionen como una estrategia o metodología para dar solución práctica a la descripción de la problemática bosquejada y en la búsqueda de soluciones futuras a este tipo de situaciones.

Participantes

Para esta investigación se fijó como población de estudio a los estudiantes de la Institución Educativa Concentración Escolar San Juan, la cual consta de un total de 749 estudiantes distribuidos desde el grado transición hasta el undécimo.

Para el investigador la muestra seleccionada es intencional y corresponde a los estudiantes pertenecientes al grado décimo; tal como lo expresa Hernández et al. (2014), quien considera que la muestra es una parte de la población en tamaño más reducido, pero con las mismas características de selección de la población, haciendo esta representativa para el estudio; de esta manera, en la institución educativa se encuentran 2 grados décimos, y de cada uno ellos, se decidió tomar 5 estudiantes para un total de 10 sujetos, cuyas edades oscilan entre los 15 y 18 años, los cuales conformaron la muestra descrita como informantes claves.

Para justificar la selección de la muestra el investigador expone que esta da respuesta a la conformación de los objetivos específicos propuestos que buscan analizar, definir y validar la comprensión de la temática de área y volumen de cuerpos geométricos a través de secuencias didácticas que involucren el uso del software

Geogebra para el desarrollo de sus competencias matemáticas en la resolución de problemas derivados del pensamiento espacial y geométrico dispuesto en los estándares básicos estipulados por el (MEN, 2006).

Materiales e instrumentos

Partiendo del enfoque mixto en esta investigación, en el momento denominado cuantitativo se aplicó una guía de observación, la cual consta de treinta (30) reactivos que se encuentran ajustados con base a la variable y dimensiones de estudio; este refleja una escala de respuesta de frecuencia que describe tres opciones, tales como: Siempre, Algunas Veces y Nunca.

Finalizado el momento anterior, el investigador realizó un complemento de los datos a través de un instante cualitativo; en este aplicó la técnica de grupo focales, a través de una guía de animación, esta se ejecutó en un solo momento y donde por criterios del investigador solo lo aplicó a un grupo reducido de tres estudiantes de los 10 que conformaron la muestra.

De igual forma se elaboró la secuencia didáctica de la temática área y volumen de cuerpos geométricos que persiguió el propósito de organizar las actividades del docente y de los estudiantes a través del trabajo con Geogebra.

Observación natural

El investigador tomó como opción viable la técnica de observación que cuestiona directamente el fenómeno de estudio en los estudiantes seleccionados como muestra intencional, aplicándose en estos un instrumento que da respuesta al tipo de investigación y variable de estudio.

Esta guía de observación está direccionada a la búsqueda en los estudiantes de la comprensión, habilidades y destrezas en la resolución de problemas de pensamiento espacial y geométrico de la línea temática de área y volumen de cuerpos geométricos.

Procedimiento

El desarrollo de la presente investigación se estructuró aplicando una distribución de acciones catalogadas por pasos, donde el investigador realizó un detalle para cubrir los objetivos específicos planteados. De esta manera se describe todo el proceso de ejecución metodológica del proyecto de investigación formulado.

Paso 1: se consideró la problemática en función a las debilidades de los estudiantes de 10° pertenecientes a la Institución Educativa Concentración Escolar San Juan en cuanto a la comprensión, habilidades y destrezas en la resolución de problemas derivados del pensamiento espacial y geométrico en la temática de área y volumen en grado décimo.

Paso 2: realizando una observación directa por parte del investigador se construyó de forma ordenada el registro de lo observado.

Paso 3: el investigador estructuró a modo de título la forma como abordar la investigación para conocer las áreas temáticas a desarrollar desde el planteamiento de la investigación, marco teórico y conceptual.

Paso 4: para alcanzar el primer objetivo específico (Analizar la literatura de diferentes referentes conceptuales sobre la enseñanza y aprendizaje de la geometría a través del software GeoGebra), se realizó una revisión bibliográfica de los antecedentes y el marco teórico conceptual de la temática en cuestión, usando fuentes válidas, y partiendo de investigaciones recientes y fundamentos relevantes, para la descripción del planteamiento de la investigación, marco teórico y conceptual, así como la construcción de los instrumentos; el cual se perfiló como una guía de observación, una guía de animación y unas secuencias didácticas validadas por expertos. Esta última permitirá dar cumplimiento al objetivo específico: Definir las estrategias educativas en el diseño pedagógico de las secuencias didácticas a través del software GeoGebra.

Este proceso de validación de los instrumentos (Guía de observación y Secuencias didácticas) fueron presentados a cinco expertos conocedores del área, quienes realizaron sus observaciones correspondientes. La guía de observación preliminar recibió varios ajustes a raíz de las recomendaciones de los pares, estas se describen en un documento anexo al trabajo de investigación, y determinaron la guía de observación definitiva. De igual forma se validó la Secuencia Didáctica que se utilizó en el trabajo con el Geogebra, la misma fue valida por los expertos para establecer los elementos que garantizaron que esta da respuesta al objetivo de aprendizaje del tema de área y volumen de cuerpos geométricos, la cual no registró cambios de fondo en su elaboración.

Paso 5: se ejecutó la aplicación de los instrumentos ya validados para confrontarlos y establecer el proceso de triangulación de estos con la revisión teórica y la observación ejecutada.

Las mencionadas guía de observación y guía de animación fueron emitidas a la muestra de 10 estudiantes, y donde estas se encontraban relacionadas con la variable que distingue el desarrollo de las competencias matemáticas en la resolución de problemas de geometría en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Concentración Escolar San Juan, y específicamente para dar respuesta al objetivo específico: detectar las competencias matemáticas en la resolución de problemas de área y volumen de los cuerpos geométricos.

La primera guía, fue aplicada por los docentes del grado décimo en un periodo de 8 semanas consecutivas del segundo periodo académico del año escolar 2021 entre los meses de abril y mayo del presente y en el cual se aplicó, dadas las condiciones de salud pública mundial, a través de la plataforma de video conferencia Meet. Es por ello, que en la aplicación estuvo presente el docente del área de matemáticas como observador comedido, donde este brindó objetividad y donde este verificó las acciones y actitudes en función al reactivo utilizado para la observación específica, elaborando así un registro de la observación que fue registrando a lo largo de la aplicación del instrumento, consideración la aplicación de la metodología cuantitativa.

Finalizado el momento anterior el investigador realizó un complemento de los datos a través de un instante cualitativo; en este aplicó la técnica de grupo focales, a través de una guía de animación, diseñada con relación a las actividades que los estudiantes debían realizar en función con la temática de geometría dispuesta y la cual apuntada hacia la comprensión y desarrollo de habilidades y destrezas en la temática de área y volumen de los cuerpos geométricos en los estudiantes de grado décimo, se ejecutó en un solo momento y donde por criterios del investigador solo lo aplicó a un grupo reducido de tres estudiantes de los 10 que conformaron la muestra. Esta indagatoria del grupo focal se realizó teniendo en cuenta lo contemplado por Hernández et al., (2014):

1. El grupo focal debe estar conformado como en efecto lo estuvo entre 6 a 10 estudiantes. Estas características según plantea el autor se hace presente cuando se requiriere registrar información relacionada con sus emociones o cualidades.
2. El grupo se conformó para ser homogéneo.
3. Las edades de los estudiantes son semejantes.
4. Su ubicación geográfica corresponde a las cercanías de la institución educativa.
5. La sesión grupal fue realizada por el propio investigador haciendo uso de la guía de animación para tal fin.
6. Los registros quedan guardados en un video, para su correspondiente análisis.

Una vez realizado todos los pasos anteriores se procedió a la triangulación de la información, según Okuda & Gómez (2005), este proceso utiliza varios métodos de investigación, entre los cuales está el cuantitativo y el cualitativo, con el fin de visualizar el problema desde diferentes ángulos, y de esta manera aumentar la validez y consistencia de los hallazgos. Por su parte, Blanco & Pirela (2016), manifiestan que para vincular diferentes enfoques dentro de una investigación se considera, a nivel metodológico, hacerlo mediante ejercicios de triangulación. En ese sentido, el propósito de utilizar dicha estrategia en esta investigación es el de certificar la información proveniente de los informantes, y de las fuentes teóricas, y de la guía de observación y de la interpretación de los resultados obtenidos en la técnica de grupo focal. Luego, el investigador presenta las inferencias a las que tuvo lugar para describir las meta inferencias encontradas en el proceso.

Paso 6: Finalmente se procedió al análisis y discusión de los resultados, conclusiones, recomendaciones entre otros.

Resultados

Dentro del proceso de análisis de los datos recolectados el investigador construyó una matriz donde se evidencian las respuestas emitidas por los informantes y donde se considera la justificación de las respuestas dadas en la guía de observación, de esta manera en el denominado momento cuantitativo se siguió en lo que corresponde a la forma de operacionalización de la variable de estudio. Los datos que se aportaron se cargaron en un programa estadístico Excel Microsoft 365 y donde se utilizó como fuente de agrupación la tabulación de frecuencias absolutas y relativas para su interpretación de las denominadas cualidades de los estudiantes informantes, de igual manera se utilizó la media aritmética como dato de tendencia central de los resultados.

En el caso específico de las medias se construyó partiendo de los mismos valores utilizados en las respuestas un baremo de interpretación cuanti-cualitativo. Para la base de construcción el investigador decidió tomar el valor de la alternativa siempre como tres (03) y el de menor valor la opción nunca con uno (1), tal como se expresa en la siguiente formula y dado a que solo existían tres opciones de respuestas esta diferencia se dividió en tres para obtener tres interpretaciones como se visualiza en la siguiente tabla:

Tal como se muestra, el tamaño del intervalo fue de 0,66 y esto permitió desarrollar el baremo de interpretación de la media aritmética de cada indicador:

Tabla 1. Baremo de interpretación de las medias competencias en resolución de problemas

Intervalos	Comprensión cualitativa de la media
1.00 a 1.66	Competencia No desarrollada en la resolución de problemas
1.67 a 2.33	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
2.34 a 3.00	Competencia Desarrollada en la resolución de problemas

Fuente: elaboración propia (2021)

La tabla anterior muestra una descripción desde lo cuantitativo a lo cualitativo, de manera que el lector encuentre la forma de valorar el significado de los datos numéricos registrados en el análisis e interpretación de un estadístico, vinculando a este como una fuente de interpretación accesible a todo lector.

Análisis de los resultados cuantitativos

A continuación, en las Tablas 2 y 3 se toman los resultados alcanzados en la aplicación de la guía de observación en relación con las interrogantes emitidas en la muestra de 10 estudiantes y donde estas se encontraban relacionadas con la variable que distingue el desarrollo de las competencias matemáticas en la resolución de problemas de geometría en los estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Concentración Escolar San Juan y específicamente para dar respuesta al objetivo específico: Detectar las competencias matemáticas en la resolución de problemas de área y volumen de los cuerpos geométricos.

Tabla 2. Resultados para las competencias 1, 2 y 3

INDICADOR	C1: Identifico en forma visual, gráfica y algebraica algunas propiedades de las curvas que se observan en los bordes obtenidos por cortes longitudinales, diagonales y transversales en un cilindro y en un cono.						C2: Identifico características de localización de objetos geométricos en sistemas de representación cartesiana y otros (polares, cilíndricos y esféricos) y en particular de las curvas y figuras cónicas.						C3: Resuelvo problemas en los que se usen las propiedades geométricas de figuras cónicas por medio de transformaciones de las representaciones algebraicas de esas figuras.					
	01		02		03		04		05		06		07		08		09	
Reactivos	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)
Alternativas	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)
Siempre	6		2		5	50,0	6	60,0	5	50,0	4	40,0	6	60,0	5	50,0	4	40,0
Algunas veces	3		5		2	20,0	1	10,0	2	20,0	2	20,0	1	10,0	2	20,0	2	20,0
Nunca	1		3		3	30,0	3	30,0	3	30,0	4	40,0	3	30,0	3	30,0	4	40,0
TOTAL	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
Media por reactivo	2,50		1,90		2,20		2,30		2,20		1,90		2,30		2,20		2,00	

Fuente: Elaboración propia (2021)

Tabla 3. Resultados para las competencias 4, 5 y 6

INDICADOR	C4: Uso argumentos geométricos para resolver y formular problemas en contextos matemáticos y en otras ciencias.						C5: Describo y, modelo fenómeno periódicos del mundo real usando relaciones y funciones trigonométricas.						C6: Reconozco y describo curvas y/o lugares geométricos.					
	10		11		12		13		14		15		16		17		18	
Reactivos	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)	FA	FR (%)
Alternativas																		
Siempre	3	30,0	3	30,0	3	30,0	3	30,0	4	40,0	3	30,0	4	40,0	4	40,0	4	40,0
Algunas veces	2	20,0	6	60,0	4	40,0	5	50,0	4	40,0	3	30,0	3	30,0	4	40,0	5	50,0
Nunca	5	50,0	1	10,0	3	30,0	2	20,0	2	20,0	4	40,0	3	30,0	2	20,0	1	10,0
TOTAL	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100	10	100
Media por reactivo	1,80		2,20		2,00		2,10		2,20		1,90		2,10		2,20		2,30	

Fuente: elaboración propia (2021)

Tabla 4

Promedio de medias de las competencias

Reactivos	Promedio	Comprensión cualitativa de la media
1	2,50	Competencia Desarrollada en la resolución de problemas
2	1,90	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
3	2,20	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
4	2,30	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
5	2,20	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
6	1,90	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
7	2,30	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
8	2,20	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
9	2,00	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
10	1,80	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
11	2,20	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
12	2,00	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
13	2,10	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
14	2,20	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
15	1,90	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
16	2,10	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
17	2,20	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
18	2,30	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas
Promedio General	2,20	Competencia Medianamente desarrollada en la resolución de problemas

Fuente: elaboración propia (2021)

En la anterior tabla 4, se realiza un análisis general en promedio de medias de las competencias matemáticas relacionadas con el pensamiento espacial y geométrico, el cual es determinada a partir de la Tabla 1, relacionada al Baremo de interpretación de las medias competencias en resolución de problemas. Por lo anterior,

el investigador encontró que los estudiantes demostraron una mediana presencia de las competencias matemáticas en la resolución de problemas de área y volumen de los cuerpos geométricos, lo que, a modo de resumen general de la situación puesta de manifiesto en el análisis de los resultados mostrados y obtenidos del proceso de observación, se afirma que estos son medianamente coincidentes con todos los postulados teóricos descritos e incluso con investigaciones relacionadas con el uso de estrategias y herramientas electrónicas y relacionadas con el desarrollo de las competencias matemáticas y derivadas del pensamiento espacial y geométrico propuesto por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia. Estas afirmaciones surgen del análisis expuesto y donde el investigador tomó la observación realizada a la muestra seleccionada y donde a través de una tabulación estadística, pudo demostrar los mismos haciendo de cada dato un punto de información para la investigación.

En el desarrollo que corresponde a la prueba de hipótesis realizada para esta variable de estudio, los resultados permitieron evidenciar en la siguiente tabla lo dispuesto en la prueba de normalidad propuesta y que se denomina Shapiro-Wilk, arrojando que los datos tomados a una muestra menor de 30 sujetos afirman que provienen de una curva normal, y donde se evidencian los resultados siguientes:

Para determinar la **normalidad** se consideró:

$P\text{-valor} \geq \alpha$ Aceptar **H₀** = Los datos provienen de una distribución normal.

$P\text{-valor} < \alpha$ Aceptar **H₁** = Los datos No provienen de una distribución normal.

En función al criterio establecido y mediante la fórmula planteada donde $P\text{-valor} > \alpha = 0,05$. Se observan el valor obtenido en dicha prueba:

$P\text{-valor (Todas las competencias)} = 0,107 > \alpha = 0,05$

Se concluye que para el efecto de los datos numéricos resultaron mayor al valor de alfa, entonces se afirma que los datos provienen de una distribución normal. Seguidamente se estableció el análisis correspondiente a la aplicación de la T de Student, este estadístico permitió establecer la prueba de hipótesis ideal por el tipo de investigación y variables intervinientes. En el siguiente cuadro se observan los resultados de la prueba para el grupo, comparando de esta forma el desarrollo de competencias relacionadas con el área y volumen de los cuerpos geométricos.

En este orden de ideas, puede mostrarse con la aplicación de la prueba T de Student que una vez aplicado el estímulo los resultados demuestran la presencia de competencias geométricas por encima de la media y la cual permite inferir tal como se observa en la tabla 5, la efectividad de la aplicación del estímulo referido a secuencias didácticas apoyadas en el uso del software Geogebra, y donde se aprecia las diferencias entre las medias y donde la varianza agrupada se estimó en un valor de 11,16.

En resumen, se considera que la tendencia en esta fase da cuentas de un avance significativo de los estudiantes antes de ser sometidos a un proceso de trabajo el cual implicó el desarrollo de competencias geométricas descritas en el cuerpo teórico de la presente investigación. Es decir, cada estudiante mejoró sobre la interacción de las competencias geométricas en sus planteamientos dados.

Tabla 5. Resultados del estadístico T Student

	<i>Variable 1 (Pre)</i>	<i>Variable 2 (Pos)</i>
Media	38,9	47
Varianza	13,65555556	8,666666667
Observaciones	10	10
Varianza agrupada	11,16111111	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	18	
Estadístico t	-5,421460591	
P(T<=t) una cola	1,88184E-05	
Valor crítico de t (una cola)	1,734063607	
P(T<=t) dos colas	3,76368E-05	
Valor crítico de t (dos colas)	2,10092204	

Fuente: elaboración propia (2021)

En la tabla 5 se representa la conclusión del análisis del grupo interviniente en el proceso experimental de observación en la investigación; los resultados muestran la diferencia entre las medias aritméticas del grupo antes de la aplicación de las secuencias didácticas apoyadas en el software Geogebra y después del mencionado estímulo; la media antes se ubicó en un valor de 38,9 y posterior a la aplicación del estímulo en 47 puntos, lo que permite ubicar una diferencia de 8,1 puntos lo que permite inferir que hay diferencia entre los grupos.

Seguidamente se puede notar que el Estadístico t alcanzado fue de -5,421460591 cuyo valor absoluto es positivo y al compararlo con el Valor crítico de t (una cola) de 1,734063607 permite establecer que la diferencia entre lo tabulado y calculado es grande y ello da cuentas que el grupo luego de la intervención mostró diferencias significativas en el desarrollo de las competencias geométricas y relacionadas con el aprendizaje de área y volumen. Tal como afirma la aplicación del estadístico T Student, se puede entonces corroborar la hipótesis planteada por el investigador, la cual establece que H_1 : La secuencia didáctica como estrategia metodológica para la comprensión del área y volumen con la herramienta Geogebra, si desarrolla aprendizaje en los estudiantes.

Análisis de los resultados cualitativos

En esta parte de la investigación se describe el desarrollo de la aplicación de la técnica cualitativa denominada Grupo Focal, donde por criterios establecidos por el investigador se trabajó solo con tres (03) estudiantes pertenecientes a la muestra de diez (10) que intervinieron en el proceso de observación anterior, y estos conforman la unidad de análisis correspondiente, este grupo de estudiantes son de grado décimo y por tanto reúnen las características de edad, cercanos todos a la Institución Educativa y conviven dentro del mismo contexto geográfico, situación que permite afirmar que el grupo se considera homogéneo para su intervención y dar así respuesta al planteamiento del objetivo específico para definir las estrategias a implementar en el diseño pedagógico de las secuencias didácticas a través del software GeoGebra.

El investigador inició estableciendo el reporte que el grupo focal brindó con relación a las actividades que los estudiantes debían realizar en función con la temática de geometría dispuesta y la cual apuntada hacia la comprensión y desarrollo de habilidades y destrezas en la temática de área y volumen de los cuerpos geométricos en los estudiantes de grado décimo. Por tanto, se estructuró en forma de tablas el resumen de la información que la actividad arrojó, a continuación, se describe por cada sujeto (estudiante) lo observado en su proceso creativo en el lapso utilizado para el desarrollo de tres actividades. (Tablas 6, 7 y 8).

Tabla 6. Reporte grupo focal construcción manual de cuerpos geométricos

Estudiantes	Comentarios generales de lo observado	Inferencias del investigador
1	La descripción realizada por el estudiante permitió visualizar que realizó la actividad de algunos elementos relacionados con cuerpos geométricos, hubo dificultades en la forma de visualizar el cuerpo que le correspondió armar y ello trajo problemas en la construcción de estos tipos de cuerpos geométricos.	Tal como se muestra el desarrollo de las actividades por cada estudiantes, estos alcanzaron dar respuesta a la creación de construcción que debían realizar, sin embargo presentaron dificultades en las competencias relacionadas con el reconocimiento e identificación de algunas partes de los cuerpos geométricos y ello permite inferir que los postulados planteados en la revisión teórica por MEN (2006), Tobón (2015), OCDE (2019), Reyes & Padilla (2012) y Bybee (2004) no se corresponden o ajustan a la realidad observada.
2	El estudiante logró describir casi todos los elementos que componen las características de los cuerpos geométricos, interpretando así el reconocimiento establecidas en las competencias matemáticas relacionadas con el pensamiento espacial y geométrico en la construcción de las respectivas figuras.	
3	En el desarrollo de la actividad el estudiante solo logró concluir la realización de la mitad de la construcción solicitada, distinguió solo dos de 5 características de los cuerpos geométricos que debía armar; y no alcanzó el nivel esperado en el desarrollo de esta tarea.	

Fuente: elaboración propia (2021)

Tabla 7. Reporte grupo focal construcción de cuerpos geométricos con geogebra

Estudiantes	Comentarios generales de lo observado	Inferencias del investigador
1	En la actividad el estudiante al inicio presentó algunas dificultades en el manejo del entorno del software, sin embargo, logro construir 2 de 6 cuerpos solicitados.	Los estudiantes en el desarrollo de la actividad mostraron una participación interesada y ello les permitió integrarse en un trabajo más dinámico. Estos conceptos de competencias para reconocer e identificar y construir no son coherentes con el MEN (2006), OCDE (2019), Reyes & Padilla (2012) y Costa & Del Río (2019) se realiza un análisis previo de los saberes y saberes-hacer que pueden ponerse en juego al estudiar ese problema. Luego, el mismo problema es adaptado y presentado en numerosos talleres y cursos de formación docente, con la particularidad que se incorpora en el proceso de resolución, la Geometría Dinámica. Posteriormente, se realiza un nuevo análisis en base a esas experiencias. La investigación es descriptiva y se enmarca en la Teoría Antropológica de lo Didáctico. Se concluye que el saber-hacer asociado a la Geometría Dinámica, en los procesos de estudio, permite incorporar las nociones constitutivas del concepto de función con sentido, partiendo de un equipamiento praxeológico mínimo.
2	La tendencia de este fue lograr el desarrollo de su actividad por completo y al mismo tiempo socializó el trabajo aprendido con sus compañeros. Sin embargo, hubo desaciertos en la construcción.	
3	De igual forma alcanzó a visualizar las formas y las llevó a plasmar en su diseño solicitado en el software de manera segura, hubo claridad.	

Fuente: elaboración propia (2021)

Tabla 8. Reporte grupo focal cálculo de área y volumen de cuerpos geométricos

Estudiantes	Comentarios generales de lo observado	Inferencias del investigador
1	En esta actividad el estudiante inició sus cálculos manuales con una precisión en 2 de 4 cuerpos geométricos planteados, presentando dificultades en la figura más compleja, sin embargo, se observó una mediana habilidad en el manejo de GeoGebra. El estudiante mostró interés y se encontró muy motivado haciendo uso de herramientas tecnológicas.	Para el investigador estas observaciones realizadas le permiten inferir la no presencia del pensamiento espacial y geométrico en los estudiantes de grado décimo, ya que las dificultades presentadas solo les permitió alcanzar el 50% de éxito y por tanto afirma que estos resultados no son coherentes con los postulados presentados por el MEN (2006), Jelatu & Ardana (2018) y Díaz & Lingán (2018).
2	La actividad fue desarrollada de forma exitosa, se observó una participación donde este demostró reconocer algunos de los cuerpos, sus características, en la fase de cálculo de área y volumen se evidenció algunas dificultades en la aplicación e identificación de las fórmulas correspondientes.	
3	La participación permitió evidenciar en esta estudiante, que posee cualidades para observar, razonar, reconocer e identificar en los cuerpos geométricos, hubo dificultades en sus cálculos manuales y su respectiva comprobación con GeoGebra.	

Fuente: Elaboración propia (2021)

Luego de la aplicación y revisión de los documentos aplicados en este proceso de investigación se pudo constatar que los estudiantes de grado décimo no presentan un enfoque concreto sobre cada una de las competencias matemáticas estudiadas, trayendo como debilidad que no comprendan la estrategia de cómo abordar los ejercicios prácticos dados en clase, relacionados en muchas ocasiones a su propio contexto. Por tanto, la presencia de debilidades para identificar, resolver, describir, usar y reconocer se ven reflejadas en el grupo de décimo grado de la Institución Educativa Concentración Escolar San Juan.

En ese sentido, el que ellos no tengan desarrolladas, en un nivel óptimo, las competencias relacionadas con el pensamiento espacial y geométrico, afecta su rendimiento académico y su comprensión a la temática de área y volumen de cuerpos geométricos, y ello no corresponde a lo establecidos como estándares de competencias emanados por el MEN (2006).

Conclusiones

A raíz de los resultados obtenidos en la aplicación de los instrumentos de observación y la guía de animación, y en relación con el objetivo general el investigador considera que se logró realizar el diseño de secuencias didácticas como estrategia metodológica para la comprensión del área y volumen de cuerpos geométricos mediante el software geogebra en estudiantes de décimo grado de la institución educativa Concentración Escolar San Juan.

Cada una de las secuencias realizadas por área temática de geometría se vinculó al uso de recursos tecnológicos de parte de los docentes y estudiantes. Es decir, cada actividad se encuentra vinculada no solo a competencias matemáticas, estas buscan fortalecer las de tipo lingüístico y tecnológicas. Y según, los aspectos analizados por los expertos validadores, estas secuencias determinan la hipótesis alternativa, es decir, las secuencias didácticas como estrategia metodológica para la comprensión del área y volumen con la herramienta Geogebra, si desarrolla aprendizaje en los estudiantes.

Referencias

- Arias, Fidias G. (2012). El proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. Editorial Episteme. 6ta. Edición. Caracas-Venezuela. ISBN: 980-07-8529-9.
- Arteaga, E., Medina, J. F., & Del Sol, J. L. (2019). El Geogebra: una herramienta tecnológica para aprender Matemática en la Secundaria Básica haciendo matemática. *Conrado*, 15(70), 102-108.
- Barraza. A. (2020). La secuencia didáctica como estrategia de planeación docente. Capítulo 1. Disponible: <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/Secuencias.pdf>
- Barrios, A., Romero, J., & Vergara, G. (2018). Geogebra como herramienta dinamizadora del proceso de enseñanza-aprendizaje de área y volumen de poliedros regulares en séptimo grado. *Revista MATUA*, 2, 41-49.
- Borbón, A. (2010). Manual para Geogebra: Guías para geometría dinámica, animaciones y deslizadores. *Revista Digital Matemática Educación e Internet* (www.cidse.itcr.ac.cr/revistamate).
- Bustillos, S., Heredia, L., Torrecillas, N. & Uribe, G. (2020). Modelo de una secuencia didáctica basada en la teoría de Ausubel. Disponible: <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/Secuencias.pdf>
- Charnej, M. (2019). Dificuldade de aprendizagem do cálculo de área de figuras planas retangulares: uma possibilidade através do GeoGebra. <https://doi.org/10.5753/cbie.wcbie.2019.623>
- Furman, M. (2012). Orientaciones técnicas para la producción de secuencias didácticas para un desarrollo profesional situado en las áreas de matemáticas y ciencias.
- Hernández, R. (2014). Metodología de la Investigación (M. G. Hill (ed.)).
- Hurtado, J. (2010). Metodología de la Investigación, una comprensión holística. Caracas-Venezuela. Ediciones Quirón-Sypal.
- MEN. (2006). Estándares Básicos de Competencias en Matemáticas. In Magisterio. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-116042_archivo_pdf2.pdf
- MEN. (2013). Secuencias Didácticas en Ciencias Naturales y Matemáticas para Educación Media. En Programa fortalecimiento de la cobertura con calidad para el sector educativo rural PER II. www.mineduacion.gov.co
- MEN. (2017). Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026. http://www.plandecenal.edu.co/cms/media/herramientas/PNDE_FINAL_ISBN_web.pdf

OCDE. (2019). Colombia - Country Note - PISA 2018 Results. OCDE 2019, I–III, 1–12. https://www.oecd.org/pisa/publications/PISA2018_CN_COL.pdf

Tobón, Sergio. (2015). Formación Basada en Competencias. Pensamiento complejo, diseño curricular y didáctica. Madrid-España. <https://www.uv.mx/psicologia/files/2015/07/Tobon-S.-Formacion-basada-en-competencias.pdf>

Valles, A., Piñón, G., Soto, P. y Segovia, V. (2020). Modelo de una secuencia didáctica con base en la teoría socio-cultural de Lev s. Vigotsky. Disponible: <http://www.upd.edu.mx/PDF/Libros/Secuencias.pdf>

Vargas, P., & Castro, N. (2017). El software de geometría dinámica: Geogebra, una alternativa para favorecer el aprendizaje de la geometría en la formación del licenciado en matemática. *Tecnología Educativa*, 2(1), 89-95.