

**Diseño de una secuencia didáctica para el desarrollo de la comprensión espacial en la
Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT**

Steffy Güiza Jiménez

Yeimi Rureli Acosta Gaviria

Asesor

Silvia Moreno Ojeda

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias de la Educación ECEDU

Programa Licenciatura en Matemáticas

2026

Resumen

El presente estudio surge como resultado de un proceso de investigación formativa orientado a reflexionar sobre la práctica pedagógica y el uso de la herramienta tecnológica Geogebra. La investigación se desarrolló en la Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT, con la participación de estudiantes del grupo 2A del programa de Licenciatura en Matemáticas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia. El objetivo general fue integrar estrategias didácticas que favorezcan la comprensión espacial en los procesos de modelación geométrica de figuras tridimensionales mediante el uso de GeoGebra. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo con un diseño de investigación-acción. Los resultados evidenciaron que la implementación de estrategias didácticas apoyadas en herramientas digitales facilita la visualización de los objetos geométricos, mejora la comprensión espacial y promueve un aprendizaje más significativo en los estudiantes.

Palabras clave: GeoGebra, geometría, modelación, applet, interactividad.

Abstract

This study emerged from a formative research process aimed at reflecting on pedagogical practice and the use of the GeoGebra software. The research was conducted within the LIMAT Virtual Learning Community, with the participation of students from group 2A of the Bachelor's Degree in Mathematics program at the National Open and Distance University (UNAD). The overall objective was to integrate didactic strategies that promote spatial understanding in the processes of geometric modeling of three-dimensional figures using GeoGebra. The study employed a qualitative approach with an action research design. The results demonstrated that the implementation of didactic strategies supported by digital tools facilitates the visualization of geometric objects, improves spatial understanding, and promotes more meaningful learning for students.

Keywords: GeoGebra, geometry, modeling, applet, learning,

Tabla de Contenido

Introducción	7
Caracterización	9
Planteamiento del Problema	11
Pregunta de Investigación	13
Objetivos	14
Objetivo General	14
Objetivos Específicos.....	14
Marcos de Referencia	15
Referentes Conceptuales	15
Referentes Teóricos	18
Herramientas y Métodos	21
Enfoque y Tipo de Estudio	21
Unidad de Análisis	22
Técnicas para la Recolección de Datos.....	22
Categorías para el Análisis de Datos	23
Resultados	25
Acercamiento de la Población	25
Experimentación	26
Identificación de Variaciones	28
Análisis y Discusión	30
Conclusiones y Recomendaciones.....	32
Referencias Bibliográficas	34

Apéndices.....36

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Evidencias de Investigación</i>	367
--	-----

Introducción

Uno de los principales desafíos en la enseñanza de las matemáticas radica en el alto nivel de abstracción que exige a los estudiantes. En este contexto, la geometría adquiere un papel fundamental, al constituirse en una oportunidad para imaginar, construir o comprender el espacio que habitamos. No obstante, se ha identificado como uno de los campos que presenta mayores dificultades en los procesos de aprendizaje, especialmente en lo relacionado con la comprensión de figuras tridimensionales y la representación espacial de objetos geométricos. Estas dificultades se deben, en gran medida, a que tradicionalmente la enseñanza de la geometría se ha basado en métodos teóricos y representaciones estáticas, lo que limita la posibilidad de que los estudiantes exploren, manipulen y comprendan de manera dinámica las propiedades de los objetos geométricos. En este contexto, el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra se presenta como una alternativa pedagógica que permite fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje, facilitando la visualización, exploración y construcción del conocimiento matemático.

A partir de lo anterior, surge la necesidad de analizar cómo la integración de herramientas tecnológicas puede contribuir al desarrollo de estrategias didácticas que favorezcan la comprensión espacial en los procesos de modelación geométrica. En particular, el software GeoGebra se presenta como una herramienta educativa que permite la representación dinámica de figuras geométricas, facilitando la exploración de sus propiedades y la construcción de conocimiento a partir de la interacción directa con los objetos matemáticos.

En este sentido, esta investigación busca diseñar e implementar una secuencia didáctica mediada por GeoGebra, que favorezca la comprensión espacial en el grupo 2A de la Comunidad

Virtual de Aprendizaje LIMAT, durante el segundo trimestre del año 2026 para así identificar los aprendizajes logrados por los estudiantes.

Los resultados obtenidos evidencian que la implementación de estrategias didácticas mediadas por GeoGebra favorece la comprensión de los conceptos geométricos y fortalece la capacidad de visualización espacial en los estudiantes. Asimismo, se observa que el uso de recursos digitales promueve mayores niveles de participación, motivación y autonomía en el proceso de aprendizaje. En consecuencia, se invita al lector a revisar el desarrollo del documento, con el propósito de comprender los hallazgos alcanzados y su aporte a la enseñanza de la geometría en contextos educativos mediados por tecnología..

Caracterización

Esta investigación se sitúa en la Comunidad Virtual de Aprendizaje (LIMAT), un entorno educativo mediado por tecnologías de la información que trasciende las fronteras tradicionales de enseñanza mediante un componente de investigación donde estudiantes del programa de Licenciatura en Matemáticas de la UNAD discuten cómo orientar estrategias de aprendizaje implementando metodologías activas de enseñanza. Al ser un espacio de carácter nacional, converge en él una multiplicidad de territorios, orígenes y bagajes culturales, lo que permite que el proceso de formación no sea lineal, sino un intercambio constante de saberes y experiencias situadas. Esta configuración virtual permite el encuentro tanto sincrónico como asincrónico a través de plataformas institucionales, donde la multiplicidad de contextos enriquece las perspectivas pedagógicas de los participantes; puesto que amplía la visión de cómo aprenden los estudiantes para traducirla a cómo enseñar.

Así, este espacio de inmersión en la práctica pedagógica se concibe como un laboratorio de innovación matemática que aprovecha la diversidad de sus participantes para fomentar una cultura de investigación mediante un diseño de estrategias didácticas que integren un aprendizaje basado en problemas, a través de la modelación matemática mediada por herramientas digitales que posibiliten una enseñanza adaptable a diferentes contextos educativos.

La Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT está organizada en cinco grupos de trabajo, los cuales se subdividen en equipos conformados por sus respectivos integrantes, quienes pertenecen a diferentes cursos de inmersión e investigación. Cada subgrupo asume la responsabilidad de un pensamiento específico según un grado asignado, enfocando su discusión en cómo orientar las estrategias didácticas, diseñar material concreto o desarrollar herramientas tecnológicas para integrar en sus clases.

Este proceso se fundamenta en torno a una pregunta orientadora que funciona como el eje central para estructurar conocimientos, motivar el pensamiento crítico, dirigir la búsqueda de evidencias, trazando así el horizonte para el diseño de experiencias de aprendizaje. Estas son concebidas como un conjunto de actividades secuenciadas, que promueven la interacción activa, diseñadas intencionalmente para la construcción del conocimiento.

Bajo este enfoque, a través del aprendizaje entre pares, se promueve un proceso de reflexión orientado a la incorporación de herramientas digitales que contribuyan a superar las dificultades en la construcción del pensamiento espacial, en la enseñanza de la geometría.

En este sentido, el grupo 2A, conformado por 5 integrantes, centra sus discusiones en abordar aquellos factores que dificultan el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría, particularmente en lo relacionado con dificultades en la modelación espacial en figuras tridimensionales. Entre ellos se destaca la ausencia de integración de herramientas TIC que posibiliten una visualización interactiva de figuras geométricas.

En coherencia con el contexto virtual en el que se desarrolla la presente investigación, se plantea el diseño de una secuencia didáctica que incorpore el uso intencionado de herramientas en GeoGebra, orientadas a generar procesos de interacción y exploración de las figuras geométricas, para fortalecer la comprensión de las propiedades espaciales.

Planteamiento del Problema

La Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT se ha destacado por ser un espacio de innovación en la enseñanza de las matemáticas, a través del diseño de estrategias de aprendizaje mediante una red colaborativa que permite compartir conocimientos, trabajar de manera conjunta en la investigación así como, diseñar actividades innovadoras para la enseñanza de las matemáticas a través de herramientas digitales, donde el trabajo en equipo es la base para construir nuevas formas de enseñar.

Asimismo se desarrolla un trabajo orientado a superar las limitaciones tradicionales de enseñanza en geometría, mediante la integración de herramientas digitales en los procesos de modelación geométrica. Esta estrategia busca fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje favoreciendo la comprensión de relaciones espaciales, promoviendo así que la matemática adquiera un sentido práctico.

Sin embargo, pese a los avances en la integración de las TIC, aún persisten dificultades en su implementación efectiva dentro del aula. Aunque se proponen diversas herramientas digitales con potencial didáctico, el ritmo acelerado con el que aparecen nuevas plataformas así como la transformación constante en las formas de aprendizaje de los estudiantes generan un desafío permanente.

En este contexto, se observa lo que Moreira (2010) define como un “desfase de apropiación tecnológica” (p.80). Este concepto fundamenta que la problemática no radica en la carencia de herramientas, sino en la distancia entre la intención de innovar versus la capacidad de diseño de secuencias didácticas basadas en geometría. Esta investigación se centrará en el desarrollo de estrategias de modelación espacial mediadas por herramientas de manipulación directa como GeoGebra, evaluando su influencia como un mecanismo que permita pasar de la

observación pasiva de figuras estáticas hacia la construcción activa de objetos geométricos como mediadores clave del pensamiento tridimensional.

El gran reto de esta investigación consiste en analizar en qué medida las herramientas digitales dejan de ser un recurso accesorio para convertirse en mediaciones pedagógicas significativas. En este sentido, se plantea construir una secuencia didáctica mediada por GeoGebra orientada a fortalecer la comprensión geométrica. De esta manera, se busca analizar cómo el diseño de dicha secuencia incide en los procesos de visualización, transformación, construcción de figuras geométricas, promoviendo una articulación entre representación espacial con el razonamiento.

Pregunta de Investigación

¿Cómo, desde el diseño de una secuencia didáctica, favorecer la comprensión espacial a través de GeoGebra con el grupo 2A de la Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT durante el segundo trimestre del 2026?

Objetivos

Objetivo General

Favorecer la comprensión espacial a través de GeoGebra desde el diseño de una secuencia didáctica con el grupo 2A de la Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT durante el segundo trimestre del 2026.

Objetivos Específicos

Diseñar una secuencia didáctica mediada en GeoGebra orientada al fortalecimiento de la comprensión espacial.

Implementar la secuencia didáctica para establecer las formas en que los estudiantes interactúan con el entorno virtual

Diseñar y aplicar un cuestionario de valoración que permita identificar los aprendizajes logrados por los estudiantes mediante el uso de GeoGebra

Marcos de Referencia

Referentes Conceptuales

La enseñanza de la geometría constituye un componente fundamental dentro del aprendizaje de las matemáticas, ya que permite comprender las formas, relaciones espaciales y propiedades de los objetos del entorno. De acuerdo con Baldor (2004), la geometría es la rama de las matemáticas encargada de estudiar las propiedades, dimensiones y relaciones de las figuras en el plano y en el espacio (p. 7), permitiendo interpretar y representar el mundo físico mediante modelos matemáticos. En este sentido, la geometría no solo se limita al estudio de figuras, sino que también contribuye al desarrollo del razonamiento lógico y del pensamiento espacial.

Uno de los conceptos centrales dentro de este estudio es la modelación geométrica, entendida como el proceso mediante el cual se representan objetos o situaciones del mundo real a través de estructuras matemáticas. Según el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 1998), la modelación matemática permite interpretar fenómenos del entorno mediante representaciones que facilitan la comprensión de conceptos abstractos y la resolución de problemas. (p. 47).

En coherencia con este planteamiento, se encuentra la comprensión espacial, la cual se refiere a la capacidad de visualizar, manipular e interpretar mentalmente objetos en el espacio. Esta habilidad forma parte del desarrollo del pensamiento espacial que, según el MEN (1998), corresponde al conjunto de procesos cognitivos que permiten construir, transformar y representar mentalmente objetos y relaciones espaciales (p. 56) . En el aprendizaje de la geometría, el pensamiento espacial facilita la interpretación de figuras tridimensionales, la identificación de sus propiedades y la comprensión de las relaciones entre diferentes representaciones geométricas.

Ahora bien, en la actualidad, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han adquirido un papel fundamental en los procesos educativos. Las TIC comprenden un conjunto

de herramientas tecnológicas que facilitan el acceso, procesamiento y transmisión de información, permitiendo generar nuevos entornos de aprendizaje. Según Cabero (2006), la integración de estas herramientas en la educación favorece el desarrollo de estrategias pedagógicas innovadoras que promueven la participación activa y la construcción significativa del conocimiento. (pp. 1-3)

A la par de este avance tecnológico, están las comunidades de aprendizaje entendidas como un conjunto de actuaciones educativas, basadas en una metodología de participación activa, cuyo objetivo trasciende las dificultades escolares al orientarse hacia una transformación integral del entorno. Este modelo de colaboración, cuando se potencia a través de entornos digitales, se constituye formalmente como una comunidad de aprendizaje virtual.

En este contexto, cobra especial relevancia GeoGebra, un software educativo ampliamente utilizado en la enseñanza de las matemáticas. GeoGebra permite integrar diferentes representaciones matemáticas, como la geometría, el álgebra y el cálculo, dentro de un mismo entorno interactivo. Según Gamboa y Ballester (2010), la enseñanza tradicional de la geometría ha abusado de la memorización y el uso de fórmulas, dejando de lado procesos cognitivos esenciales; por ello, el uso de software dinámico permite que la visualización y la experimentación tengan un papel preponderante, ayudando a que el estudiante relacione la teoría con su realidad (p. 15).

Ante este panorama, se hace necesario integrar estrategias didácticas, entendidas como el conjunto de acciones planificadas por el docente, con el propósito de facilitar el aprendizaje de los estudiantes, mediante un ejercicio de reflexión donde se integren todas las posibilidades en los procesos de enseñanza-aprendizaje, para así estructurar un sistema organizado en búsqueda de lograr objetivos educativos.

Asímismo, en el marco de la presente investigación se adopta el concepto de secuencia didáctica propuesto por Díaz (2013), quien la define como un conjunto articulado de actividades organizadas en tres momentos: apertura, desarrollo y cierre (p. 4). Esta estructura permite una intervención puntual y sistemática, centrada en la mediación para facilitar procesos de construcción de conocimiento.

Referentes Teóricos

El desarrollo del pensamiento geométrico involucra la construcción de un conocimiento matemático centrado en desarrollar “habilidades para la exploración, visualización, argumentación y justificación, donde más que memorizar puedan descubrir, aplicar y obtener conclusiones” a partir de la comprensión de propiedades geométricas. (Aray et al., 2019, p. 26).

En este sentido, resulta fundamental articular un componente de modelación que permita interactuar con figuras tridimensionales, favoreciendo la relación entre aquello que observa con lo que aprende teóricamente. Al respecto, Aray et al. (2019) señalan que cuanto existe un complemento entre la teoría con la práctica visual: el aprendizaje se vuelve más significativo, ya que las habilidades visuales adquieren un carácter más exacto (precisión) como profundo (potencia). (p.29).

En un enfoque constructivista el estudiante aprende desarrollando conocimiento, por ende el uso de herramientas digitales permite que el estudiante puede experimentar mediante la manipulación para construir sus conceptos, fortaleciendo habilidades de razonamiento lógico articulada a la percepción espacial. El uso de software desarrollado para aplicaciones educativas es pertinente, puesto que al simular situaciones semejantes a la realidad, facilitan el desarrollo de las destrezas relacionadas con el razonamiento lógico en búsqueda de superar las dificultades de comprensión espacial. (García et al., 2020, p.)

En este contexto, dentro del campo de la educación matemática, Fernández (2017) resalta el potencial de los Ambientes de Geometría Dinámica (AGD), entre los cuales se destaca el software GeoGebra, como herramientas que ofrecen representaciones matemáticas interactivas. Según el autor, estos entornos permiten que el estudiante transite de sistemas de representación tradicionales y estáticos hacia representaciones ejecutables, lo cual facilita la exploración

dinámica de las propiedades de las figuras geométricas y fortalece los procesos de visualización y razonamiento espacial (p. 142).

Una secuencia didáctica mediada por un entorno dinámico, facilita la exploración de diversos objetos junto con el análisis de múltiples ejemplos en diferentes circunstancias. Esta interactividad permite medir, comparar, cambiar la figura y elaborar otras construcciones, apoyando los procesos de observación, generalización y formulación de conjeturas. (Gamboa & Morales, 2010, p.3) Bajo esta perspectiva, el uso de herramientas tecnológicas como GeoGebra favorece la comprensión de conceptos geométricos al permitir la representación visual y dinámica de los contenidos, promoviendo que el aprendizaje de la geometría se convierta en un proceso de descubrimiento activo.

Como señalan Gutiérrez et al. (2017) “Esta tendencia a utilizar las herramientas tecnológicas disponibles al momento de trabajar matemáticamente es una evidencia de la capacidad de los alumnos para adaptar las herramientas del GeoGebra a la situación de simulación en la escena”. En una era donde los estudiantes son considerados nativos digitales, la tecnología se convierte en una herramienta aliada para enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje permitiendo ser un instrumento complementario que fortalece la construcción del conocimiento.

En esta era de la diversificación se hace necesario integrar metodologías activas de aprendizaje que permitan procesar, aplicar, crear o reflexionar aplicando lo que se aprende en contextos reales. En este sentido el aprendizaje requiere ser significativo, es decir, que la transferencia de contenido sea relevante donde el conocimiento se construye a través de la acción. (Bernal & Martínez, 2009, p. 102)

Esta investigación se inscribe dentro las posibilidades que tiene el software GeoGebra en la visualización tridimensional de figuras geométricas. En particular, estos autores señalan su

potencial como herramienta didáctica para superar la abstracción en la construcción espacial, donde a través de la interactividad, las herramientas tecnológicas como GeoGebra permiten razonar, argumentar y validar ideas a partir de lo que observa e interpreta con ayuda de la tecnología.

Herramientas y Métodos

Enfoque y Tipo de Estudio

El estudio realizado se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, orientado a interpretar la realidad educativa desde la perspectiva de los actores involucrados. Este enfoque permite analizar de manera profunda los procesos cognitivos comprendiendo los significados, experiencias o percepciones que emergen durante el diseño de una secuencia didáctica mediada por GeoGebra, identificando como aportar a la competencia de comprensión espacial integrando herramientas digitales de modelación geométrica.

El estudio se enmarca en la investigación-acción, un método que trasciende la observación pasiva en búsqueda de la mejora de las prácticas educativas a través de la reflexión e intervención. Según Kemmis y McTaggart (1988), este tipo de investigación se define como un proceso de indagación reflexiva realizado por los participantes en situaciones sociales, con el fin de mejorar la racionalidad de sus propias prácticas y las situaciones en que estas tienen lugar (p. 9). Bajo este enfoque, el estudio se estructura a partir de ciclos iniciando con la planificación, un momento inicial de diseño, acción (implementación de la secuencia) para finalizar con la reflexión, mediante un proceso de análisis de cambios lo que posibilita una comprensión integral del proceso de aprendizaje.

En coherencia con lo anterior, la investigación se centra en el diseño de una secuencia didáctica que utilice el software GeoGebra como eje mediador; con el propósito de fortalecer la capacidad de visualización así como los procesos de modelación de figuras tridimensionales, ofreciendo una respuesta pedagógica estructurada a las dificultades detectadas asociadas al pensamiento espacial en el aprendizaje de la geometría.

Unidad de Análisis

El grupo de estudio está conformado por el grupo 2A de la Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT, conformado por cinco integrantes que participan en procesos de discusión académica para el diseño de una secuencia didáctica relacionada con la enseñanza de la modelación geométrica.

Este grupo forma parte de los espacios de aprendizaje colaborativo del programa de Licenciatura en Matemáticas de UNAD, donde se desarrollan actividades orientadas a dinamizar las prácticas pedagógicas, intercambiar estrategias de acompañamiento, así como al diseño de propuestas de investigación innovadoras para el fortalecimiento del aprendizaje de las matemáticas.

Técnicas para la Recolección de Datos

Para el desarrollo de la investigación se implementarán diferentes técnicas de recolección de información que permitieron obtener datos relevantes sobre:

En primera instancia, se desarrollará un análisis documental, mediante la revisión de diferentes referentes teóricos como de antecedentes investigativos relacionados con el desarrollo de la comprensión espacial mediante la integración de herramientas digitales.

Asimismo, se empleará un registro de planeación didáctica, que permitirá tanto estructurar, organizar, fundamentar cada una de las actividades propuestas en la secuencia.

A su vez, se utilizará la observación directa, como un mecanismo para identificar las interacciones, comportamientos, dinámicas o avances en el diseño e implementación de la secuencia didáctica.

Asimismo, se desarrollarán encuentros sincrónicos con el grupo 2A a manera de grupos focales, con el propósito de valorar los avances, dificultades o niveles de logro de los estudiantes en la implementación de las actividades en el entorno virtual.

Finalmente se diseñará un cuestionario de valoración que será aplicado con los miembros del equipo, orientado a recopilar información respecto a la pertinencia del entorno virtual mediado por GeoGebra, permitiendo así evidenciar los aprendizajes alcanzados en el desarrollo de la comprensión espacial.

En este sentido, para el desarrollo de la presente investigación se asegurará la confidencialidad de los participantes, evitando la divulgación de datos personales mediante el uso de códigos o seudónimos. La participación será voluntaria, permitiendo a los estudiantes retirarse en cualquier momento sin que esto afecte su proceso académico. De igual manera, la información obtenida será utilizada únicamente con fines académicos, garantizando un uso tanto responsable como ético de los datos.

Categorías para el Análisis de Datos

Para el análisis de la información recolectada se establecieron diferentes categorías que permitieron organizar e interpretar los datos obtenidos durante la investigación en relación a los objetivos propuestos.

Como punto de partida, corresponde la categoría de comprensión espacial, relacionada con la capacidad de los participantes para visualizar, interpretar y manipular figuras geométricas tridimensionales tanto de manera mental como mediante representaciones gráficas o físicas, entendiendo cómo se interrelacionan figuras 2D con 3D.

En segunda instancia, corresponde la categoría de modelación geométrica, entendida como el proceso mediante el cual los estudiantes representan y construyen figuras geométricas

utilizando herramientas digitales como GeoGebra integrando visualización, representación y razonamiento Geométrico.

Finalmente, la tercera categoría corresponde a habilidades digitales asociadas al uso de la herramienta GeoGebra, analizando la forma en que los participantes interactúan con el software así como su influencia, mediante la visualización dinámica, en el proceso de aprendizaje.

Estas categorías permitirán analizar los cambios observados en los participantes, tanto en la fase previa como posterior a la implementación de la secuencia didáctica, facilitando la interpretación de los resultados y la identificación de los efectos derivados por la intervención pedagógica.

Resultados

En esta sección se presentan de manera clara y detallada los hallazgos obtenidos en la investigación, organizados en tres apartados clave en coherencia con los objetivos específicos dispuestos: el acercamiento inicial de la población, los resultados derivados de la experimentación y las variaciones observadas tras su implementación. Los hallazgos se presentan a continuación:

Acercamiento de la Población

Durante la fase inicial de la investigación, se realizó un acercamiento al grupo 2A con el propósito de identificar sus percepciones frente a la herramienta digital GeoGebra en relación con la enseñanza-aprendizaje de la geometría. A partir de la interacción se evidenció que la mayoría de los participantes presentaban un conocimiento limitado sobre el uso de GeoGebra, debido a un desconocimiento en funciones claves de esta herramienta. En particular, se observaron dificultades en los procesos de construcción geométrica, la representación de figuras tridimensionales, el uso de la herramienta “Extrusión” así como la creación de funciones dinámicas mediante deslizadores.

Si bien algunos estudiantes habían tenido un acercamiento previo con el software en otros contenidos, la mayoría señaló que su uso había sido superficial puesto que no se había integrado de manera significativa en los procesos de aprendizaje de la geometría. Asimismo, los participantes expresaron que abordar la comprensión espacial suele resultar complejo, ya que requieren entender cómo son las figuras, cómo se ubican o cómo se transforman, por lo cual se hace necesario utilizar entornos dinámicos como GeoGebra que permitan relacionar representaciones planas con tridimensionales integrando un componente de visualización más simple, manipulación de puntos (rotar, trasladar, ampliar) e interactividad.

Experimentación

En la fase de experimentación se implementaron diversas actividades didácticas mediadas por el entorno virtual de GeoGebra, estructuradas en una secuencia didáctica denominada “Explorando sólidos con GeoGebra” que busca una transición guiada desde la exploración básica hasta la construcción de objetos tridimensionales, así:

Como momento inicial, se propuso una actividad exploratoria mediante el uso de un Tangram interactivo en GeoGebra. Esta actividad se centró en que los estudiantes organizaran las piezas del rompecabezas para construir diferentes modelos, favoreciendo así su familiarización con las figuras geométricas e integrando su razonamiento lógico en la construcción de formas.

En esta interacción, se evidenció que los participantes manipulaban vértices para girar o trasladar las piezas ("tans") intentando construir las figuras propuestas en el ejercicio, mostrando una respuesta positiva al dinamismo de la actividad porque intentaban armar el rompecabezas de diferentes formas hasta lograr su construcción.

En la fase de desarrollo, se accedió al entorno dinámico de GeoGebra a través de la creación de 3 applets diseñados específicamente para la manipulación interactiva con polígonos, triángulos y prismas. A partir de la experimentación, se busca que los estudiantes identifiquen, según sea el caso, las variaciones que se generan al manipular deslizadores, los cuales permiten la transformación en tiempo real de las figuras en términos de su posición, tamaño, número de lados, ángulos o en su defecto alturas.

En este sentido, la implementación de dichos applets fue recibido positivamente. El grupo destacó que, al modificar los parámetros de la figura con la manipulación de los deslizadores, se convierte en una experiencia clave para entender la transformación de figuras bidimensionales a cuerpos geométricos.

Al modificar las longitudes de triángulos en GeoGebra, los estudiantes experimentaron cómo se relacionan la amplitud del lado con la variación de los ángulos internos, lo que favoreció un análisis de diferencias entre triángulos equiláteros, isósceles o escalenos. Al mover un deslizador, el triángulo se transforma inmediatamente donde el estudiante evidencia la relación causa-efecto, porque modificar un parámetro implica un cambio en la estructura general del triángulo.

Asimismo, en el applet de polígonos, los participantes mediante el uso de deslizadores, modificaron el origen (h, k) de la figura así como sus propiedades de tamaño o número de lados. A partir de esta experiencia, manifestaron que el diseño de la actividad facilita la comprensión de la posición de los objetos en el plano cartesiano, aspecto que resulta difícil de percibir en recursos estáticos como el papel o el tablero.

Por otro lado, en la actividad de transformación de 2D a 3D a través de sólidos, los participantes anotaron cómo una forma plana adquiere volumen de manera progresiva.

Asimismo, señalaron que la posibilidad de activar la rotación para visualizar el sólido desde diferentes perspectivas constituye un elemento clave para comprender aspectos como la profundidad en la estructura de los poliedros.

En la fase de cierre de la secuencia didáctica se propuso una actividad donde los estudiantes a partir de instrucciones específicas, desarrollaban sus habilidades con el software creando sus propios polígonos, para transformarlos a prismas mediante la vista 3D de GeoGebra.

En este apartado de la propuesta, los estudiantes presentaron dificultades en la creación de sólidos porque no lograron dominar la herramienta Extrusión, por lo que requirieron orientaciones adicionales para lograr la construcción de figuras tridimensionales.

Finalmente, se diseñó un formulario de valoración que fue aplicado con los miembros del equipo, donde se recopiló información respecto a la aplicación de la secuencia didáctica asociados a 3 categorías fundamentales: la comprensión espacial, orientada la capacidad de reconocer conceptos geométricos; la modelación geométrica, centrada en interacción con las herramientas del software en la transformación de las figuras propuestas, y las habilidades digitales, relacionadas con el uso de GeoGebra como facilitador de aprendizaje.

Identificación de Variaciones

A partir de la implementación de la secuencia didáctica mediante la interacción en el entorno virtual mediado por GeoGebra se evidencia que el software no solo facilitó la visualización de las figuras, sino que permitió esclarecer las relaciones espaciales entre sus elementos, las cuales inicialmente resultaban abstractas o difíciles de percibir. En lugar de limitarse a una exploración estática, los participantes interactuaron modificando vértices, amplitud y número de lados, ángulos, alturas, y rotaciones en tiempo real permitiendo una construcción del pensamiento espacial.

También se observó que los participantes interactuaron de manera natural con las applets previamente diseñados, partiendo de una exploración guiada a una interacción autónoma, permitiendo desarrollar las dos primeras fases de la secuencia didáctica sin inconvenientes. No obstante en el elemento de construcción, estos requirieron asistencia adicional pues resultó complejo crear desde cero las actividades propuestas, lo que indica que su proceso de manejo técnico está aún en desarrollo.

Esto se evidencia en la información recolectada a través del formulario de valoración donde el análisis de los datos muestra los siguientes hallazgos:

En el ámbito de comprensión espacial, los participantes lograron identificar las características de las figuras geométricas relacionando las figuras 2D con sus representaciones.

En la categoría de modelación geométrica, el grupo utilizó correctamente los deslizadores para modificar las propiedades de las figuras (tamaño-forma-posición).

En cuanto a habilidades digitales, los estudiantes lograron interactuar con los applets pero no lograron crear sus propias construcciones evidenciando que el dominio de dichas funciones no ocurrió de la misma forma para todos. Estos participantes señalaron que ciertas herramientas de GeoGebra todavía representan un reto para trabajar de manera independiente.

Finalmente, la revisión de las actividades desarrolladas y de los registros recopilados mediante el formulario de valoración, permiten evidenciar que el diseño de la secuencia didáctica mediada por GeoGebra contribuyó al fortalecimiento de la comprensión espacial a través del uso de herramientas digitales.

Análisis y Discusión

El análisis de resultados se orienta a examinar los hallazgos obtenidos a partir de la implementación de la secuencia didáctica mediada por GeoGebra, en relación con el fortalecimiento de la comprensión espacial en los estudiantes del grupo 2A de la Comunidad Virtual de Aprendizaje LIMAT. En coherencia con los objetivos planteados, así como las categorías de investigación propuestas, este análisis permite identificar los aprendizajes logrados por los estudiantes, así como las interacciones en el entorno virtual para determinar el alcance de las actividades propuestas en los procesos de modelación geométrica.

En el desarrollo de la investigación, se pudo identificar una participación activa, motivada por el interés que genera la incorporación de herramientas digitales dentro del aula. En este sentido GeoGebra permite comprender los conceptos teóricos de manera práctica, articulando habilidades visuales como indica Aray et al. (2019). Así no solo el estudiante memoriza conceptos sino que los comprende al verlos, explorarlos y aplicarlos, relacionándolos con sus ideas previas sobre el espacio.

Los hallazgos descritos en el componente de experimentación evidencian que la secuencia contribuye al desarrollo del pensamiento espacial en cuanto a la capacidad de visualizar, manipular e interpretar objetos en el espacio, esto gracias a la integración del componente tecnológico en la intervención pedagógica dentro del aula.

Las evidencias recopiladas coinciden parcialmente con las investigaciones de Gamboa y Morales (2010), en cuanto a que la manipulación de objetos dinámicos facilitó la identificación de propiedades geométricas que en entornos estáticos resultan difíciles de percibir. Sin embargo, se observó un contraste respecto a la capacidad de adaptación técnica sugerida en los antecedentes; pues si bien Gutiérrez et al. (2017) señala la habilidad de los participantes para

integrar GeoGebra en situaciones de simulación, en esta experiencia los integrantes manifestaron retos específicos en la construcción autónoma mediante la herramienta de extrusión. Esta situación sugiere que, aunque la tecnología actúa como un instrumento complementario que fortalece el conocimiento, el dominio de funciones avanzadas requiere un proceso de familiarización previo a la implementación de la secuencia, que debe ser considerado.

En consecuencia, para mejorar los resultados frente a la implementación, se sugiere disponer más tiempo al momento de interactuar con el entorno virtual, garantizando sesiones adicionales, para que el estudiante pueda superar las dificultades del manejo de la herramienta, logrando culminar la actividad de construcción propuesta para así aprovechar mejor el potencial didáctico del recurso.

Cabe resaltar que la secuencia didáctica es una alternativa de trabajo que puede ser replicada en otros entornos educativos, sin embargo se limita a que estos contextos cuenten con acceso a internet, así como dispositivos tecnológicos.

En conclusión, la herramienta GeoGebra favorece la comprensión espacial al consolidarse como un recurso didáctico que facilita el aprendizaje de la geometría mediante su componente de visualización en tres dimensiones (3D). Para futuras investigaciones, se sugiere explorar el uso de otras plataformas educativas que permitan la construcción de figuras geométricas no convencionales, ampliando así el espectro de la modelación. Asimismo, se recomienda integrar estrategias basadas en materiales manipulativos físicos, con el fin de garantizar la continuidad de los procesos de enseñanza en contextos que presenten limitaciones de conectividad digital.

Conclusiones y Recomendaciones.

A partir del desarrollo de la presente investigación, se pudo evidenciar que la implementación de actividades mediante herramientas tecnológicas como GeoGebra favorece significativamente el fortalecimiento de la comprensión espacial. Gracias a su interfaz dinámica, se logra una interacción real en tres dimensiones que da lugar a la visualización, transformación y construcción de figuras tridimensionales.

Asimismo, se logra evidenciar avances en la capacidad de visualizar objetos a través del entorno virtual, cuando se modificaban las propiedades de las figuras a través de los deslizadores, rotación de elementos o extrusión de sólidos. Esto permite reconocer el potencial didáctico de las TIC al momento de planificar y aplicar las actividades para el proceso de construcción del pensamiento espacial.

De igual manera, se evidenció que el uso del software GeoGebra influyó significativamente en el proceso de aprendizaje, al fomentar la participación activa de los participantes. No obstante, se identificó la necesidad de fortalecer las competencias digitales en el manejo de plataformas y recursos tecnológicos; esto con el fin de optimizar el aprendizaje y aprovechar de manera integral las funcionalidades que ofrece el recurso.

La intervención pedagógica en entornos virtuales permite superar los obstáculos en la comprensión de sólidos tridimensionales. Al ofrecer múltiples perspectivas de la figura y no limitarse a una sola vista, esta herramienta se convierte en un recurso valioso que debería integrarse en los procesos de enseñanza. Así se promueve un aprendizaje significativo mediante la interacción con recursos, permitiendo que el estudiante se involucre activamente en su propio proceso de aprendizaje.

Por otro lado, se recomienda aplicar la propuesta en muestras más amplias con el fin de describir si las actividades diseñadas se adaptan a los diversos ritmos de aprendizaje. Esto permitiría evaluar la viabilidad de la secuencia didáctica en distintas situaciones y contextos educativos.

Referencias Bibliográficas

- Andrade, C. A., Párraga Quijano, O. F., & Chun Molina, R. (2017). *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 Cognosis, 2(1), 1–16. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=673171021002>
- Baldor, A. (2004). *Geometría plana y del espacio y trigonometría*. Publicaciones Cultural. <https://profefily.com/wp-content/uploads/2019/10/Trigonometr%C3%ADa-Baldor.pdf>
- Bernal & Martínez (2009). *Metodologías Activas para la Enseñanza y el Aprendizaje*. Revista Panamericana De Pedagogía, 14. <https://doi.org/10.21555/rpp.v0i14.1790>
- Bishop, A. (1989). *Mathematical enculturation: A cultural perspective on mathematics education*. Kluwer Academic Publishers. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-009-3431-7>
- Cabero, J. (2006). *Bases pedagógicas del e-learning*. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento, 3(1), 1–10. <https://rusc.uoc.edu/rusc/es/index.php/rusc/article/download/v3n1-cabero/265-1182-2-PB.pdf>
- Clements, D., & Battista, M. (1992). *Geometry and spatial reasoning*. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 420–464). Macmillan. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED352274.pdf>
- Díaz (2013). *Guía para la elaboración de una secuencia didáctica*. Universidad autónoma de México <https://www.setse.org.mx/ReformaEducativa/Rumbo%20a%20la%20Primera%20Evaluacion>

[ci%C3%B3n/Factores%20de%20Evaluaci%C3%B3n/Pr%C3%A1ctica%20Profesional/Gu%C3%ADa-secuencias-didacticas_Angel%20D%C3%ADaz.pdf](#)

Gamboa, R., & Ballester, E. (2010). *La enseñanza y aprendizaje de la geometría en secundaria, la perspectiva de los estudiantes*. Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática, (6). <https://documat.unirioja.es/download/articulo/5414933.pdf>

Gamboa, R., & Morales, Y. (2010). *Análisis de las estrategias empleadas en el uso de programas dinámicos de geometría y tipos de actividades para la enseñanza de la geometría*. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet, 10(2), 1-16.
<https://doi.org/10.18845/rdmei.v10i2.1973>

Gutiérrez, R., Prieto, J., & Buitrago, J. (2017). *Matematización y trabajo matemático en la elaboración de simuladores con GeoGebra*. Educación Matemática, 29(2), 37-68.
<https://doi.org/10.24844/EM2902.02>

Kemmis, S., & McTaggart, R. (1988). *Cómo planificar la investigación-acción*. Laertes.
<https://es.scribd.com/document/400578768/Como-Planificar-Investigacion-Accion-Kemmis-pdf>

Ministerio de Educación Nacional. (1998). *Lineamientos curriculares de matemáticas*.
https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf

Moreira, M. (2010). *Introducción a la Tecnología Educativa*. Universidad de La Laguna.
<https://campusvirtual.ull.es/ocw/file.php/4/ebookte.pdf>

Apéndices

Apéndice A

Evidencias de Investigación

https://drive.google.com/drive/folders/1brhi98a_tMXiWj0Y4PcviOGJ6xDxa3-e?usp=drive_link