UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN

POSGRADOS

Tema: Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes del décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón.

Trabajo de Titulación, previo a la obtención del Título de Cuarto Nivel de Magister en Educación Mención en Enseñanza de la Matemática

Modalidad del Trabajo de Titulación: Proyecto de desarrollo

Autor: Ingeniero Fernando Gabriel Lasluisa Chacha

Director: Ingeniero Mentor Javier Sánchez Guerrero, Magíster

Ambato – Ecuador
2025

A la Unidad Académica de Titulación de la Facultad de Ciencias de la Educación.

El Tribunal receptor del Trabajo de Titulación, presidido por: Psicólogo Educativo Danny Gonzalo Rivera Flores, Master, e integrado por los señores: Licenciado Héctor Daniel Morocho Lara, PhD, Ingeniera Magaly Margarita Narváez Ríos, Magister, designados por la Unidad Académica de Titulación del Centro de Posgrados de la Universidad Técnica de Ambato, para receptar el Trabajo de Titulación con el tema: "Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes del décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón." elaborado y presentado por el Ingeniero Fernando Gabriel Lasluisa Chacha, para optar por el Titulo de cuarto nivel de Magíster en Educación Mención en Enseñanza de la Matemática; una vez escuchada la defensa oral del Trabajo de Titulación, el Tribunal aprueba y remite el trabajo para uso y custodia en las bibliotecas de la UTA.

Psic. Ed. Danny Gonzalo Rivera Flores M.Sc.
Presidente y Miembro del Tribunal

Lcdo. Héctor Daniel Morocho Lara, PhD.
Miembro del Tribunal

Ing. Magaly Margarita Narváez Ríos, Mg.
Miembro del Tribunal

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

La responsabilidad de las opiniones, comentarios y críticas emitidas en el Trabajo de Titulación presentado con el tema: Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes del décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón, le corresponde exclusivamente a: Ingeniero Fernando Gabriel Lasluisa Chacha, Autora bajo la Dirección de Ingeniero Mentor Javier Sánchez Guerrero, Magíster, director del Trabajo de Titulación, y el patrimonio intelectual a la Universidad Técnica de Ambato.



Ing. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha
c.c.: 1803609732
AUTOR



Ing. Mentor Javier Sánchez Guerrero, Magíster
c.c.: 1803114345
DIRECTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que el Trabajo de Titulación, sirva como un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de mi trabajo, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad.



Ing. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha

c.c.: 1803609732

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA i

A LA UNIDAD ACADÉMICA DE TITULACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN. ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii

DERECHOS DE AUTOR iv

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS v

ÍNDICE DE FIGURAS viii

AGRADECIMIENTO ix

DEDICATORIA x

RESUMEN EJECUTIVO xi

ABSTRACT xii

CAPÍTULO I 1

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 1

1.1. Introducción 1

1.2. Justificación 1

1.3. Objetivos 2

CAPITULO II 4

MARCO TEORICO 4

a) Antecedentes Investigativos 4

b) Fundamentación Científica 11

2.1. Fundamentación de la variable independiente 11

2.1.1. Tecnologías Educativas 11

2.1.2. Tipos de Tecnologías Educativas 12

2.1.3. Realidad virtual 13

2.2. Fundamentación de la variable dependiente 16
2.2.1. Generalidades del aprendizaje..... 16
2.2.2. Evaluación del aprendizaje 21
2.2.3. Aprendizaje de la geometría..... 22
CAPITULO III 27
MARCO METODOLÓGICO 27
3.1. Tipo de investigación. 27
3.2. Descripción del modelo de investigación 29
3.3. Hipótesis – pregunta científica- idea a defender 29
3.4. Procesamiento de la información y análisis estadístico 31
CAPÍTULO IV 32
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 32
4.1. Análisis y discusión de resultados..... 32
4.2. Resultados del pre y post test aplicado a estudiantes 40
4.3. Verificación de hipótesis 42
CAPÍTULO V 45
CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS. 45
5.1. Conclusiones 45
5.2. Recomendaciones..... 46
5.3. Bibliografía 47
5.4. Anexos 58
CAPÍTULO VI..... 75
PROPUESTA..... 75
6.1. Tema 75
6.2. Descripción. 75
6.3. Desarrollo de la propuesta..... 75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Teorías del aprendizaje* 17

Tabla 2 *Estrategias metodológicas* 18

Tabla 3 *Funcionalidades del software Neotrie* 20

Tabla 4 *Características del instrumento de evaluación* 21

Tabla 5 *Tipos de Evaluación Educativa: Características y Propósitos* 22

Tabla 6 *Ejes del Aprendizaje Geométrico en el currículo de EGB* 23

Tabla 7 *Dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje* 24

Tabla 8 *Niveles de razonamiento geométrico según el modelo de Van Hiele* 30

Tabla 9 *Resultados de Nivel: Visualización* 33

Tabla 10 *Resultados de Nivel 2: Análisis* 35

Tabla 11 *Resultados de Nivel 3: Clasificación* 36

Tabla 12 *Resultados del pretest Van Hiele* 38

Tabla 13 *Resultados del pretest y postest* 40

Tabla 14 *Resultados del postest Van Hiele* 41

Tabla 15 *Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk* 42

Tabla 16 *Prueba de Wilcoxon* 43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 *Herramientas de tecnología educativa* 13

Figura 2 *Elementos de un poliedro Elementos de un poliedro* 25

Figura 3 *Representación estadística de los 3 niveles del test de razonamiento geométrico de Van Hiele* 33

Figura 4 *Grados de adquisición del nivel de razonamiento geométrico del pretest* 38

Figura 5 *Grados de adquisición del nivel de razonamiento geométrico del postest* 41

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mis agradecimientos a:

A Dios por ser fuente de fortaleza y sabidurías, por guiar mis pasos durante toda la trayectoria académica. Por ser mi luz en momentos de incertidumbre.

A mis Padres Amador y Martha por brindarme su amor incondicional, sus palabras de aliento y ejemplo de lucha, perseverancia. Gracias por esta junto a mí en cada paso de mi vida.

A mis hermanos, por su apoyo incondicional, su compañía ha sido fuente de paz, un refugio en días difíciles y por celebrar junto juntos mis logros.

A Ing. Javier Sánchez, tutor del proyecto por el apoyo brindado en el desarrollo de esta investigación

DEDICATORIA

Este proyecto lo dedico Dios por ser fortaleza y guía en cada reto y logros en mi vida.

A mi papi Amador y mi Martha quienes son un ejemplo de perseverancias y fortaleza, a mis hermanos Diana, Andrés, Belén por estar siempre presente.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación, titulada “Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes del décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón”, tiene como meta implementar herramientas tecnológicas que permitan al estudiante acrecentar las habilidades digitales, el razonamiento geométrico, así como el pensamiento lógico y deductivo. El objetivo del estudio fue determinar el alcance de la Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros con la finalidad de mejorar a compresión de las formas geométricas tridimensionales y fomentar el aprendizaje significativo en los estudiantes. Se adopto el enfoque mixto: el enfoque cualitativo permitió evaluar el grado de razonamiento geométrico, mientras que el cuantitativo permitió observar el grado de relación de las dos variables. El tipo de investigación fue correlacional, con un diseño preexperimental, aplicado a una población de 21 estudiantes de décimo año de educación general básica. Se aplicó el Tes de Van Hiele como instrumento de recolección de datos, el cual permitió identificar el nivel de razonamiento geométrico antes y después a la intervención con el software NeoTrie VR. Los resultados obtenidos al fin de la intervención revelaron que la Realidad Virtual favoreció el desarrollo del razonamiento geométrico, dado que más de las tres cuartas partes de los estudiantes se ubicaron en el grado alto y completo en los niveles de visualización, análisis y clasificación. Para determinar el grado de relación entre las variables, se aplicó la prueba rangos con signo de Wilcoxon, el cual confirmó la existencia de diferencia significativas tras el uso de la realidad virtual. Para finalizar, la incorporación de tecnologías educativas es decir la Realidad virtual en la enseñanza de la geometría proporciona mejores resultados el en desarrollo razonamiento geométrico que la enseñanza tradicional, al promover un aprendizaje interactivo, visual y motivador. Por ello se recomienda implementar estrategias pedagógicas basadas en tecnologías que fortalezca el pensamiento lógico y geométrico de los estudiantes.

DESCRIPTORES: APRENDIZAJE, GEOMETRÍA, NOETRIE VR, PENSAMIENTO DEDUCTIVO, LÓGICO, POLIEDROS, REALIDAD VIRTUAL, RAZONAMIENTO GEOMÉTRICO, TECNOLOGÍAS EDUCATIVAS, VAN HIELE.

ABSTRACT

The present research, entitled “Virtual Reality as a Tool for Learning Polyhedra among Tenth-Grade Students at the Issac Acosta Calderón Educational Unit,” aims to implement technological tools that enable students to enhance their digital skills, geometric reasoning, and logical and deductive thinking. The objective of the study was to determine the scope of Virtual Reality as a tool for learning polyhedra, with the aim of improving students’ understanding of three-dimensional geometric shapes and fostering meaningful learning. A mixed-methods approach was adopted: the qualitative approach allowed for evaluating the level of geometric reasoning, while the quantitative approach enabled observation of the degree of relationship between the two variables. The type of research was correlational, with a pre-experimental design, applied to a population of 21 tenth-grade students in basic general education. The Van Hiele Test was used as a data collection instrument, which allowed for the identification of the level of geometric reasoning before and after the intervention with the NeoTrie VR software. The results obtained at the end of the intervention revealed that virtual reality favored the development of geometric reasoning, since more than three-quarters of the students scored at the high and complete levels in visualization, analysis, and classification. To determine the degree of relationship between the variables, the Wilcoxon signed-rank test was applied, which confirmed the existence of significant differences after the use of virtual reality. In conclusion, the incorporation of educational technologies, namely virtual reality into geometry instruction yields better results in developing geometric reasoning than traditional teaching, by fostering interactive, visual, and motivating learning. Therefore, it is recommended to implement technology-based pedagogical strategies that strengthen students’ logical and geometric thinking.

Keywords: DEDUCTIVE THINKING, EDUCATIONAL TECHNOLOGIES, GEOMETRIC REASONING, GEOMETRY, LEARNING, LOGICAL, NOETRIE VR, POLYHEDRA, , VAN HIELE, VIRTUAL REALITY

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

Las tecnologías educativas han experimentado un desarrollo exponencial. Estas ofrecen una gama amplia de aplicaciones para los procesos de enseñanza aprendizaje, generando, al mismo tiempo, la necesidad de la implementar en el aula. Esto conlleva al desarrollo de nuevas habilidades cognitivas y competencias en los estudiantes. Las tecnologías de Realidad Virtual (VR) juega un papel importante en el capo de la enseñanza de la Geometría, Debido a que permite una experiencia tridimensional inmersiva que apoya al proceso de aprendizaje, además facilita la visualización, construcción de objetos y su manipulación en tiempo real (Codina Sánchez et al., 2022). Por lo mencionado anteriormente, el aprendizaje de poliedros se convierte en actividades entretenidas que permite reforzar contenidos abstractos, así como identificar, clasificar por sus formas y características particulares de cada objeto geométrico.

La implementación de tecnologías educativas como la Realidad Virtual en los salones de clase demostró ser una vía en eficaz el desarrollo de la motivación en los estudiantes, esto conlleva a superar las dificultades asociadas a una metodología tradicionalista en la enseñanza de la matemática, en especial de la geometría, que en muchos de los casos se limita al cálculo de y perímetros, la RV proporciona una solución innovadora. La RV al ser de naturaleza inmersiva facilita la interacción con figuras en tres dimensiones. Según Hamilton et al., (2021), estas tecnologías educativas no solo permiten un aprendizaje autónomo y guiado, si no que también promueve un proceso de enseñanza activo. Es decir, mejora significativa en la visualización y el razonamiento espacial, las cuales son habilidades indispensables para el dominio de la geometría.

1.2. Justificación.

La meta del presente estudio es abordar la problemática que presenta la Unidad Educativa, como el acceso limitado a la tecnología, las deficiencias de

conocimientos y la compresión de conceptos abstractos en el área de Geometría. La investigación nace con el propósito de analizar cómo la implementación de la Realidad Virtual (VR) influye en el proceso de enseñanza-aprendizaje en los estudiantes, mediante la visualización, manipulación de figuras geométricas interactivas y tridimensionales, lo que facilita una compresión más profunda y una mayor retención de información.

La comunidad Educativa Isaac Acosta Caderón fueron los beneficiarios de la investigación, los docentes del área de Matemática y estudiantes del décimo año, los cuales proporcionaron datos necesarios para analizar la relación entre la Aplicación de RV y el aprendizaje de la geometría. De este modo, se brinda acceso a herramientas innovadoras que facilitan el aprendizaje, más didáctica y efectiva.

El impacto de esta investigación se vio reflejado en lo académico ya que fomento el desarrollo del pensamiento lógico y geométrico, de igual manera en las habilidades digitales lo que permitió que el estudiante comprenda conceptos abstractos de la geometría. Por otra parte, en social, contribuyó a reducir la brecha tecnológica, proporcionó acceso a herramientas tecnológicas actuales. La aplicación de VR fortaleció habilidades como el pensamiento lógico y la resolución problemas. Por lo que el estudiantes está en la capacidad de enfrentar los desafíos de futuros estudios en diferentes áreas del conocimiento (UNESCO, 2024).

Una de las características más notables del estudio es su enfoque original e innovador. A pesar de que la RV es una tecnología relativamente nueva existen pocos estudios que se enfocan a la aplicación en la matemática y más aún a la geometría.

1.3. Objetivos

1.3.1 General

Determinar el alcance de la Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón.

1.3.2 Específicos

a) Fundamentar teóricamente la Realidad virtual como herramienta de aprendizaje de geometría
b) Identificar los niveles de conocimiento geometría en los estudiantes de décimo año.
c) Diseñar una propuesta de aplicación secuencial utilizando Realidad Virtual
d) Evaluar el nivel aprendizaje de geometría mediante el uso de realidad virtual.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

a) Antecedentes Investigativos

Codina Sánchez et al., (2022) en el estudio titulado “Poliedros con el software de realidad virtual inmersiva Neotrie VR, una experiencia con maestros en formación” plantea dos objetivos. El primero es analizar las dificultades que surgen al intentar identificar las clases de poliedros, y el segundo, medir el impacto de la aplicación de la tecnología VR En el aula. La investigación adopto un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental que incluyó grupos de control y experimental, La población estudiada fue de 203 participantes, que corresponde a los a los segundos años A B y C. Los resultados obtenidos en las pruebas demuestran que más del 50% de los participantes presenta dificultades en reconocer un prisma, un anti-prisma y los conceptos de poliedro, prismas y anti-prisma no está consolidado. Las conclusiones indican que, en el post-test, tanto el grupo de control como el experimental obtuvieron mejores resultados, siendo el grupo experimental el que mostró un mayor impacto positivo al aplicar NeoTrie en la enseñanza de contenidos geométricos.

La investigación titulada “Estudio De Prismas Y Pirámides Usando Software De Realidad Virtual Inmersiva Con Estudiantes De 6º De Primaria” cuyo objetivo es identificar las deficiencias en el proceso de enseñanza aprendizaje de la geometría. La metodología Investigación acción, aplicada en tres fases. La población en el estudio es de 50 estudiantes del sexto año de básica, la técnica de recolección de información fue por medio de portafolio escolar y fichas de observación. Los resultados obtenidos en las tres sesiones expresan un incremento en la conceptualización de conceptos de prismas y pirámides, además puso en evidencia que los estudiantes no emplean lenguaje geométrico. Al término de la última sesión se evidencia un gran incremento en reconocer, construir e identificar las diferentes clases de poliedros. Los autores concluyen que inserción de herramientas tecnológicas de Realidad Virtual (VR) en el proceso de enseñanza de contenidos

geométricos permite en los estudiantes tomar conciencia de elementos, atributos y propiedades de los poliedros (G. López, 2023).

Ovalle y Vásquez (2020) en el estudio cuyo objetivo principal es el apoyo en la construcción del conocimiento geométrico en los estudiantes de primaria y estrategias de motivación para un aprendizaje efectivo. la metodología investigación acción bajo un enfoque cualitativo, aplicada en tres fases: diagnóstico, aplicación de tecnología de Realidad Virtual y Realidad Aumentada, última fase de interrogación caracterizada por la relación entre un cuerpo geométrico y elementos de la cotidianidad. Aplicada a 23 estudiantes de instituciones públicas. Los resultados obtenidos dentro la de última fase demuestran que un 87% elevo su nivel de curiosidad con respecto al estudio de la geometría. La aplicación de herramientas tecnológicas aplicadas promueve un aprendizaje vasado en estrategias, durante el proceso se evidenció cinco características que promovieron el interés en la geometría, la curiosidad, el análisis, trabajo cooperativo entre otras. Los investigadores concluyen que las Herramientas de Realidad Virtual y Aumentada promueven la creatividad, curiosidad y la motivación. Los estudiantes logran una mayor abstracción de conceptos de figura y cuerpo geométricos al construirlos y visualizarlos en 2 y 3 dimensiones, por ende, la concepción de los atributos y propiedades de cada objeto.

En el estudio denominado “Aprendizaje De Los Cuadriláteros Con Neotrie Vr Como Recurso De Realidad Virtual Inmersiva” cuyo propósito es dar un enfoque no tradicional al estudio de los cuadriláteros en un lenguaje propio del estudiante. La investigación tiene cinco faces aplicadas a los cursos de cuarto a sexto de primaria con un total de 100 participantes y 15 voluntarios para el trabajo con Neotrie VR. Las actividades propuestas divididas en cinco lecciones: Introducción a NeoTrie VR, Paralelismo y perpendicularidad, Noción de cuadriláteros, cambio de dimensiones y cortes en el plano, dieron como resultado que los sujetos de estudios pueden describir características relevantes de los prismas, al trabajar con análisis colaborativo permite enriquecer las imágenes conceptuales y los estudiantes ven la necesidad de ampliar su lenguaje y vocabulario para comunicar de manera asertiva las ideas y postulados propios de la geometría. El cambio de

dimensiones de 1D a 2D y 3D permitió el desarrollo de las imágenes mentales, así como la relación entre los cuadrilátero y la construcción de prismas y las perspectivas visuales que dependen del Angulo en las que se esté observando el objeto construido (Morales et al., 2023).

La influencia de los entornos VR en el aprendizaje es evidente como lo sostiene Yarin y Gamarra Chinchay (2023) en el estudio titulado "La realidad virtual y sus efectos en la habilidad espacial. La investigación fue de tipo cuasiexperimental con prueba y posprueba, grupo experimental y grupo de control. Aplicado a 66 estudiantes, la recopilación de datos por medio de encuestas con preguntas de opción múltiple: los resultados muestran que un 65% en el grupo experimental muestra niveles de proceso mientras que en el grupo de control un 72 % de los participantes evidencia nivel de proceso en el test inicial. En la finalización de los talleres en le grupo experimental 62% consiguió niveles esperados y 4% logró niveles satisfactorios, en contraste con el grupo de control solo el 43% logro niveles esperados. Con los resultados manifestados anteriormente los autores concluyen que: La aplicación de los talleres en un entorno no inmersivo de RV es una herramienta útil en el proceso de enseñanza. La utilización de RV no inmersiva m-learning promueve el aprendizaje activo, colaborativo y respaldan la teoría del aprendizaje constructivista ya que permite el desarrollo y comprensión de los temas a desarrollar.

Cabe mencionar que la implementación de RV no se centra en el geometría, se lo aplica en la comprensión de conceptos abstractos como lo menciona Moya Carrera (2023) en la publicación titulada "Uso de Realidad Virtual y Aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas" de carácter bibliográfica, el análisis literario de los estudios, revisados revelo que el 75% obtuvo resultados satisfactorios, un 60% denoto un incremento en el interés y motivación en aprender matemática, el 45% de los estudios observó mejora en la retención de información. Para finalizar un 30% de los estudios manifiesta que existen dificultades en la implementación de RV en los entornos educativos. El autor concluye que la RV / RA son herramientas poderosas que permite al estudiante desarrollar la capacidad de comprensión de conceptos abstractos en el área de matemática y contribuye significativamente al desarrollo socioemocional.

Por tanto, un aprendizaje de estructuras geométricas basado en RV y RA tiene ventajas sobre un aprendizaje tradicional, como señalan Perri et al. (2022) en el artículo "Learning Mathematics in an Immersive Way" el cual utiliza un enfoque cualitativo - cuantitativo aplicado a 90 estudiantes de secundaria homogéneos en términos de edad, género, nivel social y cultural. El objetivo del estudio fue demostrar que el uso de las tecnologías RV y RA mejora el nivel de compresión en temas relacionados en el aprendizaje de matemática. Los autores concluyen que la implementación de entonos RV y RA, basados en jugos, promueve la estimulación cerebral en las fases de aprendizaje, por lo que, a su vez, mejora el absorción y retención de información. La creación de un ambiente más dinámico permite tanto a estudiantes como a profesores elaborar gráficos bidimensionales, tridimensionales, identificar propiedades, características, y, lo más importante, ofrecer una experiencia inmersiva que impacte positivamente el aprendizaje.

La implementación de entornos de aprendizaje que promuevan el desarrollo del pensamiento geométrico a través de la implementación de RV / RA es fundamental para Widyasari y Mastura (2020) plantea en la investigación “Improving Geometry Thinking Ability Through Augmented Reality Based Learning Media” de tipo cuasi experimental y enfoque cuantitativo, se utilizó un pretest y postes de 10 preguntas de opción múltiple para evalúa el pensamiento geométrico en las áreas de visualización y análisis. El Estudio, realizado con una muestra de 52 estudiantes de una población de 202. En el análisis de datos del pretest y postes se ve un incremento de la habilidad de pensamiento geométrico. Los autores concluyen que el grupo de intervención experimentó un desarrollo cognitivo en los conceptos geométricos.

Auliya y Munasiah (2019) en la publicación denominada “Mathematics learning instrument using augmented reality for learning 3D geometry” se centra en el desarrollo de instrumentos de aprendizaje utilizando RV para mejorar las competencias Geométricas de los estudiantes. La Investigación, de tipo experimental, se llevó a cabo en cinco fases, durante las cuales se desarrolló y creó material de aprendizaje con el software Sketchup y el complemento RA Augment para el procesamiento de las imágenes. El estudio se aplicó a 15 estudiantes de

noveno grado. Los autores concluyen que los materiales desarrollados válidos, interesantes y fáciles de entender y que la tecnología es accesible y fácil de usar tanto para estudiantes como para profesores, en consecuencia, el uso de la RV / RA permite la creación de materiales interactivo que motiva a los estudiantes y favorece el desarrollo cognitivo de geometría.

La implementación de tecnología RV inmersiva lleva al aprendizaje de la geometría a un nuevo nivel. Sarma et al. (2023) en el estudio denominado "Plataforma de Realidad Virtual Basada en Juegos para Geometría" aplica a 24 estudiantes divididos en dos grupos en concordancia a los conocimientos previos para el trabajo en la plataforma VR. La investigación consta de tres fases al final de cada fase se aplicó una evaluación basada en juegos como por ejemplo construir figuras geométricas como cubos, conos, esferas, pirámides. El estudio mostro buenos resultados el 83% de los estudiantes identifican formas geométricas con mayor facilidad.

En la investigación de Domínguez y Díaz, (2024) titulada "A classroom experience for teaching and learning of high school geometry through virtual reality" aplicada a estudiantes de entre 13 y 15 años, la investigación consta de tres fases que permitió el desarrollo de la comprensión espacial, y habilidades geométricas como la traslación, rotación, reflexión en un entorno inmersivo, si como la utilización de diversas herramientas RV inmersiva. La experiencia resultante propicio discusiones entre los estudiantes, mejoro el razonamiento espacial y comprensión del cálculo de volúmenes.

Su et al., 2022) en el estudio titulado "Study of Virtual Reality Immersive Technology Enhanced Mathematics Geometry Learning" se centra en medir el impacto de la RV en los estudiantes, muestra que el uso de RV inmersiva mejora el aprendizaje, la motivación en los estudiantes. En el experimento participaron 40 estudiantes de dos clases divididos en dos grupos un experimental y uno de control. Se aplicó un pretest y un postest. Los resultados muestran que existió un incremento el nivel cognitivo en el grupo experimental. Analizo el nivel de motivación de aprendizaje el cual tubo mejor resultado. A demás se analizó la implementación de tecnología RV tiene un impacto significativo en el aprendizaje. Los autores

concluyen que los estudiantes se muestran seguros el comprender nuevos temas con la implementación de RV inmersiva en el aula.

Los autores Auliya y Munasiah (2019) en el estudio "Mathematics learning instrument using augmented reality for learning 3D geometry" demuestran que al desarrollar una herramienta basada en RA aumenta el interés por el aprendizaje de la Geometría lo que les ayuda la comprensión de conceptos abstractos. El tipo de investigación es experimental, con enfoque cuali-cuantitativo aplicado a 15 estudiantes de noveno año. Los resultados obtenidos indican que desarrolla la compresión y visualización de la Geometría en 3D, incrementa el interés en el proceso de aprendizaje.

Por otro lado Palhano et al. (2019) en la investigación titulada "Realidad aumentada en la enseñanza de sólidos geométricos" manifiesta que la enseñanza por medio de la RA permite al estudiante visualizar, examinar y explorar características de los cuerpos geométricos con mayor facilidad. La investigación tiene una metodología cuasi experimental, con enfoque mixto, con una población de 17 estudiantes del octavo y noveno año de la escuela Estatal del Municipio de Ponta Grossa. Los investigadores concluyen que el Jugo "¿Que sólido soy?" vasado RA permite desarrollar la comprensión de las propiedades de los sólidos geométricos como aristas, vértices, lados.

Para Rohendi & Wihardi (2020) en el estudio titulado "Aprendizaje de formas tridimensionales en geometría utilizando la realidad aumentada basada en dispositivos móviles" sostiene que la implementación de RA en el proceso de enseñanza aprendizaje permita la compresión de objetos tridimensionales. Evalúa a 150 estudiantes de secundaria para medir el impacto de la RA en desarrollo cognitivo. La investigación es no experimental, con enfoque exploratorio dividida en tres etapas. Los resultados demuestran que los procesos de aprendizaje son favorecidos en la capacidad de análisis, identificación, clasificación y comparación objetos geométricos.

La investigación de Putri et al. (2023) denominada "EUCLIDA: Tarjeta de Realidad Aumentada 3D para el Aprendizaje de la Geometría", realiza una

investigación experimental, de enfoque mixto, con test y postest. Los resultados indican que el material concreto desarrollado tiene un nivel de aceptación en un 93% en los estudiantes. Tras el análisis, los investigadores concluyen que las tarjetas euclidianas son fáciles de manejar y facilita la identificación de los elementos geométricos en 3D, visualizar las superficies y volúmenes de los cuerpos geométricos.

Mientras que Yuhana et al. (2020) en el estudio titulado "AUGGO: Realidad aumentada y aplicación basada en marcadores para aprender geometría en la escuela primaria" sostiene que la gamificación es una estrategia para alcanzar objetivos en el proceso de aprendizaje. La investigación es cuasi experimental, con grupo de control y experimental, aplicado a una población de 14 estudiantes, con pretest y postest. Los resultados demuestran el nivel de abstracción de conceptos geométricos del grupo experimental aumento en 26% comparado con el pretest, mientras que en el grupo de control obtuvo un incremento del 10, 29%. Los resultados indican que la implementación de RA desarrolla la compresión de pensamiento espacial.

La investigación titulada " La efectividad de la realidad virtual en matemáticas para el material SPLDV" de Komang et al. (2023) analiza diversos procesos como la el diseño, factibilidad, de la implementación de RV en la enseñanza de la matemática. El estudio de carácter cuasi experimental, con enfoque mixto, con pretest y postest, aplicado a treinta y dos estudiantes. Los resultados demuestran que el aprendizaje basado en RV incrementa el nivel cognitivo de los estudiantes en la asignatura de matemática.

En el artículo desarrollado por Alzoubi (2024) denominado "El efecto de la tecnología de realidad virtual en la enseñanza de las matemáticas en la capacidad de los estudiantes para procesar datos y la representación gráfica", tiene como objetivo determinar el impacto de la RV en el aprendizaje de la matemática y la representación gráfica. La investigación consta con la metodología cuasi experimental, con enfoque mixto, se utilizó un pretest y un postest, aplicado a 70 estudiantes dividido en dos grupos de control y experimental. Los resultados indican que el 94% experimento in incremento en la capacidad de procesar

información en el grupo A, mientras en el grupo de control un 88%. El investigador concluye que la tecnología RV da soporte al estudiante consolidar conceptos y procesos matemáticos, así como desarrollar conciencia del uso adecuado de las tecnologías RV

b) Fundamentación Científica

2.1. Fundamentación de la variable independiente

2.1.1. Tecnologías Educativas

El ser humano ha demostrado ser capaz de emplear y desarrollar diversos recursos para dar solución a diversas interrogantes durante su existencia y como resultado se genera investigación e innovación tecnológica. Es notable la influencia que ejerce el desarrollo de la tecnología en la sociedad, estas tecnologías satisfacen muchas de las necesidades, lo que obliga a las máximas autoridades de la sociedad a crear políticas competentes que permita la promoción, acceso y desarrollo, y de esta manera romper brechas ideológicas, políticas o religiosas (Bolaños, 2022).

Es indispensable realizar un análisis sobre la relación existente entre la tecnológico y la educación. En el Congreso Nacional de Educación, Ciencia y Tecnología, organizada por ArtyHum Congresos sostienen que la Educación, Ciencia y tecnología son tres pilares fundamentales para el desarrollo y evolución de la sociedad (Garrido y Méndez, 2022). La tecnología ha ocasionado un gran impacto en la educación, este hecho ha proporcionado nuevos entornos de aprendizaje, por ejemplo, la utilización del papel que por cientos de años ha sido el medio de transmisión de conocimiento, con la invención de la imprenta, la revolución industria, la invención del lápiz de gratito en 1790 y cincuenta años más tarde la pizarra, convirtiéndose en un medio transmisor de información grupal. El desarrollo tecnológico del siglo XX proporcionó Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) (Universidad Isabel, 2022) y de esta manera las Tecnologías Educativas (TE) han evolucionado y adaptado a los contextos tecnológicos.

Los primeros conceptos registrados de TE surgen a principios del siglo XX en el Europa, Rusia y Estados Unidos, con el fin de solventar falencias en el sistema educativo y proporcionar nuevos métodos y técnicas en el proceso de enseñanza

aprendizaje de los estudiantes (Binh, 2022). Por esta razón proporcionar un concepto acertado de TE es complicado, debido a que existen factores y puntos de vista como el área en la que se va a aplicar, las tecnologías educativas hacen uso de conceptos de diferentes profesiones y campos de estudios adaptándolo a la asignatura específica, Además el desarrollo exponencial de la ciencia en la que se basa las TE conlleva a cambios intelectuales y conceptuales (Pérez Pinzón, 2020).

En este sentido, para Brückner (2015) definen a las TE como "toda la ciencia de la educación aplicada válida y confiable, como los equipos, así como a los procesos y procedimientos, que se derivan de la investigación científica" (p.11). Scheffel y Wirth (2022) define a las TE como "el uso de dispositivos y medios para analizar, diseñar y/o apoyar procesos de enseñanza aprendizaje" (p.518). Por otra parte Fardad y Fardad (2023) define como "un conjunto de instrumentos que pueden ayudar a mejorar el aprendizaje de los estudiantes y pueden evaluarse en términos de cómo y por qué actúan las personas" (p. 3).

2.1.2. Tipos de Tecnologías Educativas

Hoy en día la existe una gran diversidad de recursos, aplicaciones y herramientas digitales que perite a los docentes crear actividades dinámicas e interactivas, adaptadas a los diferentes formas y preferencia de aprendizaje. Estas herramientas permite el acceso a los recursos didácticos en cualquier instante y lugar, y se ha creado la necesidad de alfabetización tecnológica para docentes y estudiantes (Dron, 2022). La implementación de TE en el aula proporciona diversos beneficios tales como: contenidos personaliza, flexibilidad y ritmo de aprendizaje propio, así como el desarrollo del compromiso por aprender nuevos contenidos con herramientas interactivas. Las TE se clasifican en:

Figura 1

Herramientas de tecnología educativa



Nota: Tomado de (Dron, 2022)

Dentro de la clasificación, las herramientas multimedia e interactivas incluyen todas aquellas tecnologías que permiten de visualización de imágenes, videos, simuladores. De este último tipo, encontramos la Realidad Virtual y Realidad Aumentada, las cuales permiten incorporar procesos de aprendizaje basado en juegos.

2.1.3. Realidad virtual

Breve historia

Aún se debate el origen de la realidad virtual. No obstante, en 1838, el británico Charles Wheatstone desarrolló el primer estereoscopio, un dispositivo similar a unos lentes que permitía colocar una fotografía distinta frente a cada ojo. Este dispositivo crea una imagen tridimensional, que otorga por primera vez una sensación de profundidad (Navarro, 2018).

En 1957, Morton Heilig creó la primera máquina de realidad virtual, llamada Sensorama, diseñada para ofrecer una experiencia inmersiva. Años después, el mismo inventor desarrolló la Telesphere Mask, considerada el primer prototipo de

casco de visualización montado en la cabeza, o HMD (Head-Mounted Display) (Jiménez, 2014).

Comprometido con perfeccionar la experiencia sensorial, Heilig también ideó el *Experience Theater*, un sistema equipado con una pantalla curva, sonido direccional, emisión de aromas, efectos de viento y variaciones de temperatura. A pesar de sus innovaciones, el dispositivo nunca fue comercializado (Navarro, 2018).

Posteriormente, la empresa Philco Corporation desarrolló el primer casco HMD funcional denominado *Headsight* (Jiménez, 2014). En 1968, Ivan Sutherland y Bob Sproull crearon el casco llamado *The Sword of Damocles*, que permitía el control de cámaras mediante los movimientos de los ojos y la cabeza.

A comienzos de la década de 1970, Myron Krueger realizó diversos estudios que contribuyeron al desarrollo de la detección de movimiento. Sus investigaciones fueron recopiladas en el libro *Artificial Reality* (Binh, 2022).

El termino de "realidad virtual" fue introducido por primera vez en el año de 1986 por Jaron Lanier fundador de la empresa Visual Programming Laboratory Research dedicada a la fabricación de las gafas EyePhone, EyePhone 1 y EyePhone HRX en sus distintas versiones. Esta tecnología permite crear ambientes tridimensionales mediante computadores, es decir, simular una realidad en la que permita insertar elementos de acuerdo con las necesidades del usuario. Para logar una experiencia en el mundo virtual, se requiere de dispositivos de visualización como un casco RV o HDM y un "tracker" el cual permitirá la movilidad dentro del mundo virtual, como lo son el ratón o un Joystick (Cortes y Murcia, 2019).

A finales de los años 80 y principios de los 90 la NASA desarrolla el sistema VIEW, que incluía las gafas EyePhone, el guante DataGlove y el traje DataSuite que recolectan información por medio de sensores de movimiento transmitidas a un ordenador que recrea una copia de la forma de la mano y lo transmite a las gafas. A finales de los años 90, las investigaciones sobre realidad virtual experimentaron un crecimiento exponencial, lo que impulsó mejoras en los dispositivos sensoriales y su expansión hacia otras áreas del conocimiento, como la educación (Jiménez, 2014).

Conceptos y definición.

Actualmente no existe una definición única y concreta sobre RV. Sin embargo, la Real Academia Española (RAE) y la Asociación de Academias de la Lengua Española (ASALE) la definen como "la representación de escenas o imágenes de objetos producida por un sistema informático, que da la sensación de su existencia real" (ASALE & RAE, s. f.). Al descomponer el término, "realidad" se refiere a todo lo que existe y puede ser percibido por los sentidos, mientras que "virtualidad" alude a la capacidad de reproducir un efecto sensorial (Cáceres et al., 2024). Para Kim (2005) la realidad virtual es área de investigación que busca desarrollar sistemas que proporcionen al usuario una experiencia sensorial simulada. Sherman (2003) la define como un ambiente constituido por simulaciones interactivas de computadoras que identifican la ubicación del participante y sus acciones, ofreciendo retroalimentación sintética a uno o varios sentidos, creando la impresión de estar inmerso o estar involucrado en la simulación. Por tanto, se trata de entornos generados por computadora que simulan una realidad ilusoria, sin necesariamente tener un soporte en hechos reales (Cortes y Rodríguez, 2019).

En otras palabras, un ordenador con un sistema de RV debe ser capaz de proporcionar estímulos sensoriales (vista, tacto, oído), para ello, se requiere diferentes tipos de hardware que cumplan funciones especializadas, como tarjeta gráfica y de audio 3D, un medio de visualización incrustado en un casco, guantes sensitivos, entre otro (Escartín, 2016).

En este contexto, es posible identificar diferentes tipos de interacción con los simuladores de realidad virtual. Por un lado, están los sistemas no inmersivos, también conocidos como de sobremesa. En ellos, el usuario interactúa con el entorno virtual mediante hardware convencional, como teclado, ratón y pantalla. Un ejemplo claro de este tipo de sistemas es la consola Nintendo Wii. Por otro lado, los sistemas inmersivos están diseñados para que el usuario se aísle del entorno real y se sumerja completamente en la simulación generada por el ordenador. Para lograrlo, deben cumplirse ciertas condiciones: un visor HMD de campo visual amplio, seguimiento de movimientos y puntos de flexión del usuario, así como la interacción en tiempo real con los elementos virtuales (Bustos et al., 2018).

Equipos de interacción

Anteriormente se mencionaron algunos dispositivos de interacción. Para el año 2015, empresas como HTC desarrollaron cascos de realidad virtual inalámbricos que permiten mayor libertad de movimiento. Por su parte, Oculus incorporo a sus visores un sistema de audio integrado y la capacidad de visualizar contenido en 3D y en 360°. En ese mismo año Google lanza al mercado Google Jum, una plataforma que permite visualizaciones con perspectiva envolvente. Además, se desarrollaron dispositivos complementarios como los guantes hápticos creados por empresas como Dexmo, Hands Omni, entre otras.

Las aplicaciones representan un componente fundamental en el desarrollo de la realidad virtual inmersiva y como de la no inmersiva. Los sistemas operativos compatibles con estas aplicaciones incluyen Android Google, iOS (Apple), Windows y sistemas de código abierto (Linux) (Cortes y Rodríguez, 2019).

2.2. Fundamentación de la variable dependiente

2.2.1. Generalidades del aprendizaje

Varios años de investigación sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje han situado al estudiante como eje central, a partir del cual se han desarrollado diversas corrientes relacionadas con estrategias y estilos de aprendizaje. En cualquier caso, el aprendizaje debe entenderse como un sistema complejo que depende de múltiples factores, ya que cada individuo percibe e interpreta el mundo de manera diferente. (Guirado et al., 2022).

Dada la diversidad de enfoques en torno al proceso de aprendizaje, para Castejón et al., (2010) consideran que el aprendizaje implica un cambio continuo en la conducta, lo cual representa una transformación relativamente estable en los individuos, influida por factores internos, externos y por las condiciones particulares del momento, en comparación con momentos anteriores. El proceso de enseñanza-aprendizaje abarca diversas áreas complejas cuyo objetivo es proporcionar nuevos conocimientos, destrezas y competencias. Estas deben ir más allá de una simple retención momentánea y convertirse en habilidades duraderas

que permitan a los estudiantes resolver problemas en el futuro (Alfonso Sánchez, 2003). El *MINEDUC* (2023) promueve un aprendizaje activo y continuo, así como el desarrollo del pensamiento lógico y crítico, además de fomentar habilidades, destrezas y la investigación. Este modelo educativo es flexible y se adapta a cualquier realidad y necesidad de los estudiantes.

Teorías del aprendizaje

Las teorías del aprendizaje es un constructo que explica como el estudiante aprende, basado en diversos paradigmas de aprendizaje como el entorno en que se desarrolla. Los diversos enfoques desarrollados proporcionan herramientas que facilitan la adquisición de conocimientos (Roque Herrera et al., 2023).

Tabla 1

Teorías del aprendizaje

Teoría	Origen	Idea Básica	Representantes
Conductismo	Año 1900	Cambio comportamental debido a la adquisición de respuestas a estímulos.	Watson, Skinner, Thorndike
Cognoscitivismo	Finales de 1950	Procesamiento activo de información donde la memoria y la metacognición juegan un papel fundamental.	Bartlett, Bruner, Piaget, Ausubel
Constructivismo	A finales del siglo XX	Aprendizaje basado en la interacción del individuo con el entorno y la reorganización de estructuras mentales.	Vigotsky, Lave
Aprendizaje Social	Entre los años 1970-1980	Aprendizaje en un contexto social facilitado por la observación, imitación y modelado.	Bandura
Socioconstructivismo	Entre los años 1970-1980	Cognición situada en el aprendizaje, enfatizando el contexto y la interacción social.	Vigotsky, Lave

Nota: Esta tabla ha sido tomado de (Vega et al., 2019).

Estrategias metodológicas

El docente es uno de los elementos fundamentales que contribuye al desarrollo del conocimiento en el estudiante, ser capaz de adaptarse a las nuevas tendencias tecnologías, desarrollar nuevas estrategias metodológicas que permitan alcanzar objetos, destrezas y competencias en los estudiantes. De acuerdo con lo expuesto las estrategias metodológicas "en la educación son fundamentales para promover un aprendizaje significativo y el desarrollo integral de los estudiante" (Ponce & Zambrano, 2024, p. 92), en este sentido el docente hará uso de todos los recursos a su disposición tales como metodologías tradicionales e innovadoras para desarrollar un aprendizaje efectivo.

Tabla 2

Estrategias metodológicas

Estrategia Metodológica	Descripción
Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	Los estudiantes resuelven problemas reales o simulados para desarrollar habilidades críticas y aplicables.
Aprendizaje Cooperativo	Se fomenta el trabajo en grupo, donde los estudiantes colaboran para alcanzar objetivos comunes y compartir conocimientos.
Aprendizaje por Descubrimiento	Los alumnos exploran conceptos y llegan a conclusiones por sí mismos, fortaleciendo su capacidad de análisis.
Estudio de Casos	Se analizan situaciones reales o hipotéticas para reflexionar, debatir y aplicar conocimientos en contextos específicos.
Gamificación	Uso de elementos de juego para motivar y mejorar la participación y el aprendizaje en diversas áreas.
Aprendizaje Basado en Proyectos	Los estudiantes desarrollan proyectos prácticos que integran múltiples habilidades y conocimientos.

Enseñanza Diferenciada	Se adapta la instrucción según las necesidades individuales de los estudiantes, favoreciendo su desarrollo personal.
Método Socrático	Se estimula el pensamiento crítico a través de preguntas abiertas que llevan a la reflexión profunda.

Tabla: Elaborada por el autor. Tomado de (Rodríguez et al., 2018).

Estrategias pedagógicas

En el proceso de enseñanza aprendiza las estrategias pedagógicas son un pilar muy fundamental debía a que permite gestionar y encaminar con una secuencia lógica los contenidos que serán trasmitidos a los estudiantes, a la vez proporciona estrategias que se adapta a las necesidades del estudiante lo que conlleva a un aprendizaje activo y significativo de habilidades, destrezas al hacer uso de diversas herramientas tecnológicas (Caro et al., 2015).

Entornos Educativos.

Existe una amplia variedad de entornos educativos, entre los cuales destacan los entornos digitales, que son herramientas informáticas diseñadas para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Estos sistemas ofrecen espacios virtuales con distintos enfoques, que proporcionan a los estudiantes recursos como el trabajo colaborativo, y a los docentes, herramientas para gestionar contenidos estructurados y desarrollar actividades formativas interactivas (Guerrero et al., 2023).

NeoTire VR.

NeoTrie VR es un software que, con el tiempo, se ha convertido en una herramienta indispensable en los salones de clase, especialmente para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría. Esto se debe a que proporciona un entorno interactivo e innovador. El software permite crear, manipular y modelar objetos en 3D dentro de una propuesta de realidad inmersiva (Cangas et al., 2017).

Nace del proyecto denominado “Juguemos a clasificar superficies” y presentado en el en el XVII concurso de Ciencia en Acción el octubre de 2016 en la modalidad de Laboratorio De Matemática, en este concurso obtuvo el primer lugar. Al año siguiente en el congreso de Universitario de la real Sociedad de Matemática Española tobo su primera interacción con más de 500 estudiantes de secundaria y universidad con grandes resultados, en el mimo año NeoTrie VR se presentó en la feria de Ciencia de Sevilla con el proyecto titulado “Geometría y Topología en Realidad Virtual” (Cangas et al., 2017).

El proyecto educativo NeoTrie VR dispone de varios objetivos, entre los que tenemos el desarrollo de la visión espacial, promover el trabajo colaborativo y en equipo entre otros. Para el desarrollo de este proyecto dispone del apoyo de diversos organismos como universidades, centros educativos, desarrolladores de software entre los que destacan La Red Nacional d Tecnología, Departamento de Matemática de UAL, del Ministerio de Ciencia e Innovación.

El software NeoTrie VR dispone de diversas herramientas que permiten el estudio de la geometría con diversidad de temas.

Tabla 3

Funcionalidades del software Neotrie

Categoría general	Contenidos principales
Geometría 2D y 3D	Polígonos, rectas, ángulos, áreas; creación y proyección de figuras tridimensionales.
Poliedros y cuerpos	Construcción de sólidos (platónicos, prismas, pirámides, etc.); operaciones como dualidad y truncamiento.
Cálculos geométricos	Ángulos, longitudes, áreas, volúmenes, característica de Euler, topología.
Cuerpos redondos y formas	Esferas, conos, cilindros, toroides; cuerpos de revolución y superficies regladas.
Transformaciones y simetrías	Traslaciones, reflexiones, rotaciones, homotecias; simetrías puntuales y cristalinas.

Representación matemática	Parametrización, interpolación, curvas de nivel, construcciones dinámicas.
Teoría de grafos	Problemas de Euler y Hamilton, teorema de los 4 colores, grafos en el espacio.
Geometría fractal	Figuras fractales en dos y tres dimensiones.

Nota: Tabla elaborada por el autor. Tomado de (*Proyecto Neotrie*, 2025).

2.2.2. Evaluación del aprendizaje

Uno de los mecanismos para conocer los efectos del proceso de enseñanza-aprendiza es la evaluación, la cual debe ser coherente con el plan de estudios y estar alineada con las metodologías de enseñanza. La evaluación permite obtener información a través de exámenes, tareas y diversas interacciones que promuevan el desarrollo cognitivo. Estas permiten analizar el grado de conocimiento, comprensión y habilidades que ha desarrollado el estudiante (Sánchez Mendiola, 2018).

De acuerdo en el instructivo de evaluación el MINEDUC (2024b) el instrumento de evaluación consta con varias características que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4

Características del instrumento de evaluación

Característica	Descripción
Validez	Evalúa lo que realmente se propone medir, en coherencia con los aprendizajes esperados.
Confiabilidad	Produce resultados consistentes y comparables entre diferentes momentos o evaluadores.
Relevancia y coherencia	Está alineado con el currículo nacional, las destrezas y los objetivos de aprendizaje.
Adecuación al contexto	Considera la diversidad sociocultural, lingüística y las condiciones del entorno del estudiante.
Claridad y comprensión	Presenta instrucciones claras, adaptadas al nivel de desarrollo del estudiante, sin ambigüedades.
Diversidad y equidad	Ofrece múltiples formas de evidenciar el aprendizaje, permitiendo que todos los estudiantes se expresen.

Funcionalidad pedagógica	Se utiliza tanto para retroalimentación como para toma de decisiones pedagógicas y acompañamiento.
Pertinencia temporal	Se aplica en el momento adecuado del proceso de aprendizaje para generar evidencia significativa.

Nota: Tabla elaborado por el autor. Fuente (b MINEDUC, 2024).

En concordancia al ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2024-00031-A referente a los tipos de evaluación señala los tres tipos evaluación que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 5

Tipos de Evaluación Educativa: Características y Propósitos

Tipo de Evaluación	Momento de Aplicación	Propósito Principal	Características Específicas
Evaluación Diagnóstica	Al inicio del proceso educativo	Valorar cualitativamente el estado de desarrollo de los aprendizajes	Identificación temprana de necesidades educativas específicas. Previo al abordaje curricular determinado.
Evaluación Formativa	Durante el proceso educativo	Valorar el progreso del desarrollo de los aprendizajes	Permite ajustes metodológicos y estrategias pedagógicas. Considera ritmos de aprendizaje individuales.
Evaluación Sumativa	Al final del proceso educativo	Valorar el logro del desarrollo de los aprendizajes alcanzados	Diferentes técnicas e instrumentos acordes a objetivos y necesidades educativas específicas.

Nota: Tabla elaborado por el autor. Fuente (MINEDUC, 2024).

2.2.3. Aprendizaje de la geometría

Geometría en el currículo escolar.

El currículo ecuatoriano en el bloque de Geometría y Medida, propuesto por el Ministerio de educación (2016) busca que el estudiante adquiera conceptos básicos de Geometría, los relacione con las unidades de medida e identifique formas y figuras, las cuales son trasladadas a contextos de la vida cotidiana. De esta amanera, se promueve el desarrollo del pensamiento lógico y reflexivo, fundamental para el desarrollo cognitivo (Bravo y Riofrío, 2024).

La metodología propuesta en el currículo tiene un enfoque socio-constructivista, lo que implica que es flexible y adaptarse a las necesidades educativas de cada institución educativa (Bravo Guerrero, 2019).

El currículo de Matemática platea tres ejes de aprendizaje que se resumen en la siguiente tabla.

Tabla 6

Ejes del Aprendizaje Geométrico en el currículo de EGB

Eje del Aprendizaje	Descripción
Visualización	En los primeros años de Educación General Básica (EGB) el aprendizaje de la geometría es kinestésico por medio de la manipulación de objetos con la finalidad de introducir conceptos abstractos.
Razonamiento	Para los niveles medio y superior de EGB. Es primordial el desarrollo del pensamiento lógico y crítico, a través del estudio de definiciones, teoremas y demostraciones aplicados a problemas de la vida real.
Representación	Para todos los niveles de EGB permite representar objetos con diversos materiales considerando las características genéticas por medio de gráficas cartesianas y diagramas circulares

Nota: Tabla elaborado por el autor. Fuente (MINEDUC, 2024).

Geometría.

La geometría es un pilar fundamental en las matemáticas, ya que contribuye al desarrollo de razonamiento espacial, la habilidad para la solución de problemas y el pensamiento lógico (Danlami et al., 2025), lo que nos permite comprender el mundo. La geometría ha desencadenado diversas definiciones a lo largo del tiempo, como por ejemplo Rohendi y Wihardi (2020) la define como la disciplina que se encarga del estudio de las propiedades de las figuras dentro del sistemas coordenados, abarca el análisis matemático de elementos como puntos, líneas, círculos, planos y espacios tridimensiones.

El proceso de enseñanza-aprendizaje basado en un enfoque tradicionalista genera en los estudiantes dificultades en la compresión conceptos como abstracción visual, análisis, síntesis, representación de objetos geométricos (Labra Peña et al., 2022). Para Laliena Tolosana (2013), estas deficiencias se las puede atribuir, en gran medida a priorizar la memorización de fórmulas, teoremas y postulados, lo que

conduce a un bajo nivel de razonamiento geométrico y los estudiantes perciba a la Geometría como una materia compleja con pocas aplicaciones a contextos reales.

En adición, los libros de textos influyen en la creación de formas y conceptos geométricos que impiden el desarrollo del razonamiento, la abstracción (López & Esteves, 2008), estas dificultades van acarreado y no son corregidos en los distintos nivel, presentando así falencias al identificar, clasificar y analizar objetos y conceptos matemáticos (Cordero y Romero, 2021).

Para López y Esteves (2008) las principales causas en el proceso de enseñanza y aprendizaje se resumen en la siguiente tabla

Tabla 7

Dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje

Tipo de dificultad	Descripción
Esquemas conceptuales	Error derivado del uso libros de texto y falta de recursos diversos que limita la comprensión conceptual.
Simbología visual	Interpretaciones distintas de dibujos geométricos por falta de claridad visual y ejemplos muy concretos
Distractores de orientación	Asociados a la posición u orientación del objeto por ejemplo la interacción de planos que forman ángulos.
Distractores de estructuración	presentaciones mentales incompletas del concepto que excluyen propiedades esenciales.
figuras cóncavas	Limitada familiarización con figuras cóncavas y trapecios.
Nomenclatura limitada	Errores de conceptos entre nombre común y figura geométrica; confusión entre colectivo e individual.
Representaciones reales inadecuadas	objetos reales poco precisas como por ejemplos figuras geométricas estandarizadas.
Definiciones contradictorias	Diferencias entre libros de texto y niveles educativos que confunden al alumno.
Clasificación por partición	El contenido de la Geometría de vivide en secciones no tienen secuencia
Resistencia a redefiniciones	Dificultad para aceptar que una figura puede pertenecer a varias familias ejemplo cuadrado como rectángulo).
Falta de atención a errores persistentes	Los errores no se abordan como parte del aprendizaje, lo que impide su corrección.

Nota: Tabla elaborado por el autor. Fuente (López y Esteves, 2008)

Poliedros.

Existe gran variedad de objetos geométricos solidos en la naturaleza, como cristales, virus o las colmenas de abejas, todos poseen estructuras geométricas básicas: triángulos, cuadriláteros y polígonos (Pinasco et al., 2019). En el contexto en tres dimensiones Godino y Ruíz (2002) define los poliedros como "sólido delimitado por una superficie cerrada simple formada por regiones poligonales planas" (p. 482). En este sentido, los polígonos que conforman el sólido se denomina caras, mientras que los lados y vértices de las caras de las denomina bordes y vértices.

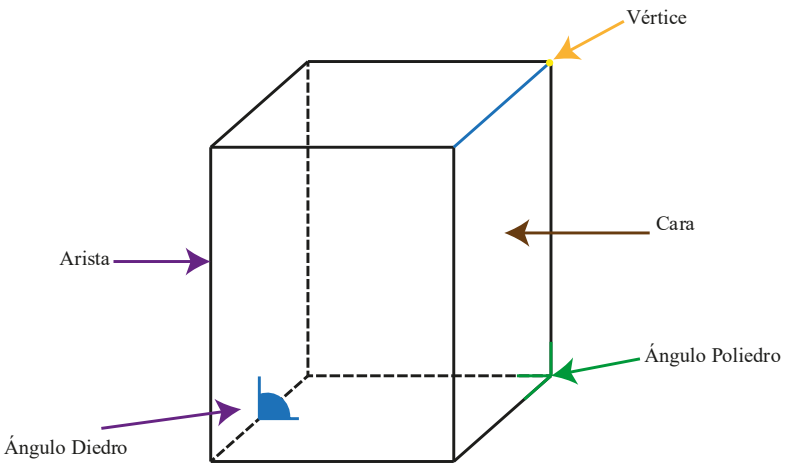
Coxeter (1969) establece que un poliedro cumple las siguientes características:

- Son Objetos tridimensionales, es decir, poseen altura, anchura y largitud.
- Las caras están formadas por polígonos regulares o irregulares.
- No presentan superficies curvas.
- Todo poliedro regular siempre es convexo.
- El poliedro cóncavo presenta hendiduras o agujeros en su estructura

Elementos y partes de un poliedro

Figura 2

Elementos de un poliedro



Tipos y clasificación.

Para calcificar la amplia variedad de poliedros, Florez (2011) propone tres aspecto a considerar: la regularidad de sus caras, ángulos semejantes, y el número de caras. Esto da lugar a la siguiente clasificación

- Poliedros regulares
- Poliedros regulares convexos o sólidos platónicos
- Poliedros irregulares.
- Prismas
- Pirámides

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

La producción del conocimiento científico requiere la aplicación de múltiples herramientas metodológicas que permitan indagar, clasificar problemas plateados de un contexto específico. La finalidad es establecer una secuencia de procesos ordenado que permita explicar verdades, simplificar elementos complejos de una problemática, proporcionar concetos y analizar las causa que las generaron (Aguilera Hintelholher, 2013).

3.1. Tipo de investigación.

Nivel Exploratorio

El nivel exploratorio de la investigación permitió dar los primeros pasos en el estudio de la problemática e identificar las variables que originan el problema. Este nivel se caracteriza por su metodología flexible, facilito que el investigador se familiariza con el objeto de estudio (Arias Gonzales, 2020). Hernández y Mendoza (2018) explica el objetivo del nivel exploratorio es indagar fenómenos poco estudiados. En otras palabras, presento las primeras ideas y una visión general para explorar más a fondo.

Nivel descriptivo

El nivel descriptivo resultó indispensable en la investigación, ya que permitió obtener información detallada del nivel cognitivo que poseía el estudiante, el grado de razonamiento y abstracción de concepto y figuras geométricas. Su propósito fue definir las propiedades y características de una variable en un escenario concreto. Este enfoque aportó datos relevantes para la comprensión del problema (Hernández y Mendoza, 2018).

Nivel correlacional

La investigación tiene el nivel Correlacional debido a que va a determinar la incidencia de la aplicación de Realidad Virtual inmersiva en el desarrollo del pensamiento y razonamiento geométrico, la asociación de variables permite evaluar, medir, determinar el comportamiento, relación y tendencias las variables dependientes e independientes (Hernández y Mendoza, 2018).

3.1.1. Enfoque de la investigación

La investigación adoptó un enfoque mixto, es decir, es la suma del enfoque cuantitativo y cualitativo. Este enfoque aporta un conjunto de procesos empíricos y sistemáticos que permite la recolección y análisis de información numérica, sí como evaluar cualidades de la población estudiada, es decir permitió obtener datos relevantes y profundizar la investigación (Hernández y Mendoza, 2018).

Se aplico el enfoque cualitativo para evaluar las habilidades de razonamiento espacial, lógico y geométrico a traces de un cuestionario aplicado a estudiantes del décimo año de EGB. Por otro lado, el enfoque cuantitativo, a través de herramientas estadísticas determinó el nivel de relación de las variables. A demás, los datos obtenidos se las presento en tablas y graficas que facilito la comprensión de los resultados.

3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño preexperimental con prueba y posprueba a un solo grupo se caracteriza por aplicar una prueba previo al experimental y una posterior al tratamiento (Hernández y Mendoza, 2018). En este sentido, se aplicó una prueba para un diagnóstico inicial para medir una o varias variables, posterior a esto se realizó la intervención con la herramienta NeoTrie VR en el aprendizaje de poliedros, luego se aplicó la posprueba y se cotejaron los resultados obtenidos.

3.1.3. Modalidad de la investigación.

Documental/bibliográfica

Esta modalidad fue fundamental para investigación, debido a que, sé recopilo información referente al razonamiento geométrico. La revisión bibliográfica en revistas académicas y científicas, libros permitió sustentar y estructurar la base teórica y conceptual necesario para el desarrollo del estudio.

De Campo

El trabajo de campo fue crucial en el estudio. La aplicación del estímulo experimental a los estudiantes de décimo año de EGB, se la realizo en los predios de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón Sede 1, con la finalidad de obtener información directa de los estudiantes, validar los instrumentos de recolección datos.

3.2. Descripción del modelo de investigación

Población

La población para el estudio se consideró a los estudiantes de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón, ubicada en Olmedo y Quito (Matriz), Maldonado y Quito (Sede 1)

Muestra

En la presente investigación se tomó una muestra no probabilística, puesto que permite elegir un subgrupo que no depende de la probabilidad, sino de las características que se va a investigar (Hernández y Mendoza, 2018). La muestra estuvo conformada por 21 estudiantes matriculados en décimo año de EGB, quienes cuentan con la autorización del representante legal.

3.3. Hipótesis – pregunta científica- idea a defender

H: ¿Existe incidencia entre la realidad virtual y el proceso de enseñanza - aprendizaje de poliedros en los estudiantes décimo grado de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón?

Hipótesis nula H0: No existe incidencia entre la realidad virtual y el proceso de enseñanza -aprendizaje de poliedros en los estudiantes décimo grado de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón

Hipótesis alternativa H1: si existe incidencia entre la realidad virtual y el proceso de enseñanza -aprendizaje de poliedros en los estudiantes décimo grado de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón

Recolección de información

3.4.1. Técnica

Arias Gonzales (2020) define a la técnica en la investigación como "herramientas y procedimientos que permiten obtener datos y guiar el camino a guiar su recolección" (p. 49). De esta manera la técnica aplica en la presente investigación fue la encueta. El instrumento de recolección de datos es el cuestionario, consiste en una secuencia sistemática de preguntas con el objetivo de obtener información estructura de la población.

3.4.2. Instrumentos

El instrumento para evaluar el aprendizaje y razonamiento geométrico en los estudiantes del Décimo año fue el test de Van Hiele, el cual permitió medir el nivel de razonamiento geométrico en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La prueba desarrollada por Van Hiele y Van Hiele (1982), validado por Aravena Díaz et al. (2016) posee un coeficiente de fiabilidad alfa de Cronbach de 0.798 para el pretest y de 0.901 para el postes. De igual manera, Pardos et al. (2019) con 0.947 para el pretest y de 0.913 para el postes. Por lo tanto, el test de Van Hiele es un instrumento fiable y valido. La validación del instrumento lo realizaron un panel experto en el tema.

El test Van Hilen es un cuestionario estructurado en 5 niveles de razonamiento y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 8

Niveles de razonamiento geométrico según el modelo de Van Hiele

Nivel	Nombre	Descripción
1	Visualización	Percepción de figuras, describe formas solo el aspecto físico.
2	Análisis	Capacidad de señalar elementos y propiedades geométricas
3	Clasificación	Capacidad de deducir propiedades y clasifica figuras
4	Deducción	Aplicación de lenguaje geométrico formal, demuestra propiedades con análisis deductivo
5	Rigor	Capacidad de deducción abstracta

Nota: Tabla elaborado por el autor. Adaptado de *Niveles de razonamiento geométrico según el modelo de Van Hiele* (van Hiele & van Hiele, 1982).

3.4.Procesamiento de la información y análisis estadístico

3.5.1. Obtención de la información

La recolección de datos se la realizó de manera presencias en los predios de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón, En coordinación con el docente de matemática del Décimo año de EGB, se dio a conocer la propuesta de investigación, así como la estructura y aplicación del pretest y postes.

3.5.2. Procesamiento de la información

Ante de la aplicación del pretest, se solicitó a los estudiantes presentar el "Acta De Consentimiento Informado (Padres)", con el consentimiento autorizado se aplicó el pretest, posterior a esto la intervención con el estudio de poliedros, para finalizar se aplicó el poste. Los datos obtenidos en la implementación de los test se registraron en hojas de cálculo para su análisis respectivo con software especializado como Microsoft Excel y IBM SPSS.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis y discusión de resultados

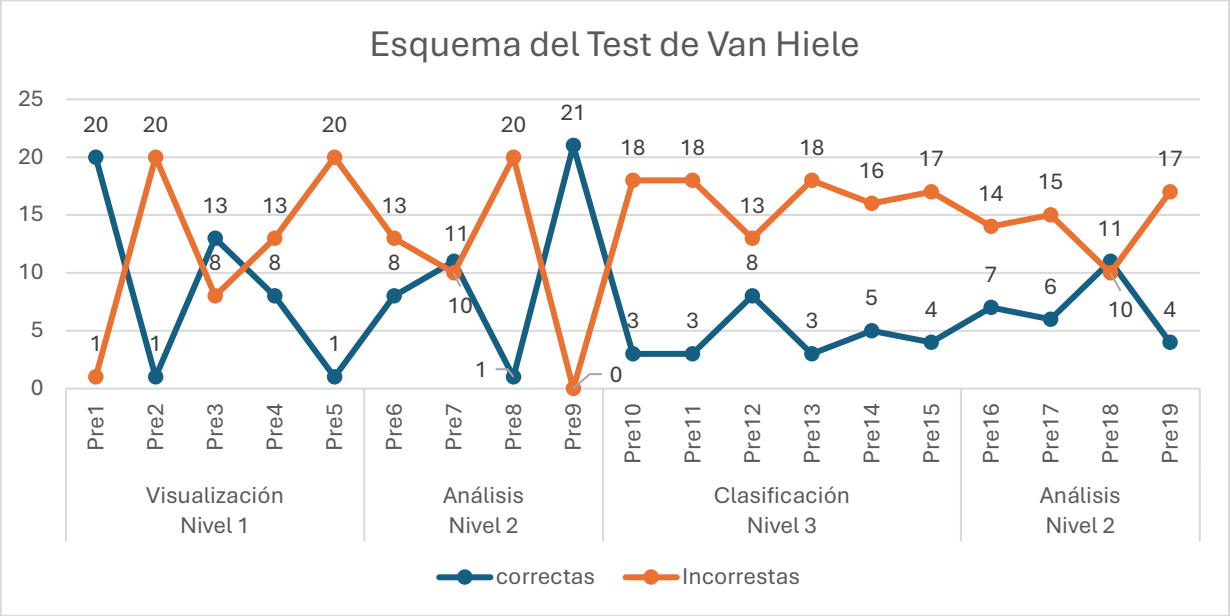
Para el análisis y discusión, se consideró la participación de 21 estudiantes del Décimo año de Educación General Básica de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón. La muestra conformada por 13 estudiantes del sexo femenino y 8 del sexo masculino, con edades entre 14 y 15 años, quienes residen en el cantón Tulcán provincia del Carchi.

La aplicación del Test de Razonamiento Geométrico de Van Hiele permitió recolectar datos en dos momentos: el primero, previo a la intervención experimental, y el segundo, al finalizar de la intervención. El test de Van Hiele consta de cinco niveles de razonamiento geométrico que son: la visualización, análisis, clasificación, deducción y rigor. Para el presente estudio, se enfatizó en los tres primeros niveles.

El cuestionario está formado por preguntas de opción múltiple, con 5 opciones de respuesta, distribuidas de la siguiente manera: cinco corresponden al nivel 1, ocho al nivel 2 y seis al nivel 3. Para la asignación del nivel de razonamiento, se consideró los siguientes criterios: tres respuestas correctas de cinco para asignar el nivel 1; cinco respuestas correctas de ocho para la asignación del nivel 2; y cuatro respuestas correctas de seis para la asignación del nivel tres. Además, para otorgar el nivel inmediato superior, el estudiante debe cumplir con los requerimientos del nivel anterior, de lo contario se le asignará el máximo nivel aprobado (Chavarria Pallarco, 2020).

Figura 3

Representación estadística de los 3 niveles del test de razonamiento geométrico de Van Hiele



Nota: Esta figura es de creación propia.

El primer modelo para analizar es en Razonamiento Visual, que abarca las preguntas 1 a la 5, del test de Van Hiele.

Tabla 9

Resultados de Nivel: Visualización

Esquema	Respuestas Correctas	Porcentaje	Respuestas Incorrectas	Porcentaje
Nivel 1 Razonamiento Visual	43	40,95%	62	59,05%

Nota: La tabla indica el estadístico de las respuestas del Nivel evaluado.

Análisis

El primer nivel, trabaja sobre el razonamiento visual en geometría, indica un moderado desempeño, ya que el 40, 95% de los participantes ubican una respuesta corres. Por otra parte, el 59, 05% proporciona respuestas incorrectas, por tanto, se evidencia que existe problemas al identificar figuras geométricas básica, este

problema puede deberse a una enseñanza tradicional o a otros factores como las representaciones mentales incompletas de las figuras.

Discusión.

Para dar solución al primer nivel del Modelo Van Hielen, es necesario comprender la secuencia jerárquica sobre el desarrollo del razonamiento geométrico en los estudiantes, propuesta por Pierre M. Van Hiele y Dina Van Hiele-Geldof, docentes de la Universidad de Utrecht. Este modelo explica la evolución del razonamiento geométrico dividido en 5 niveles consecutivos: visualización, análisis, clasificación (deducción informal), deducción formal, rigor.

El nivel 1 de modelo Van hielen consiste en que los estudiantes perciban las formas y figuras como un solo conjunto, identificar la forma por las características físicas del objeto. Además, del uso del lenguaje es básico e impreciso (Chavarria Pallarco, 2020). Según lo explicado, la mayoría fue capaz de reconocer el cuadrado (pregunta 1), sin embargo, hay la tendencia de confundirlo con el rectángulo, o entre cuadrado y rombo (pregunta 4), así como un índice bajo en reconocer triángulos.

Este tipo de dificultades, según Laliena Tolosana (2013), se presentan en los estudiantes debido a procesos de aprendizaje de figuras geométrica. Entre las causas frecuentes es uso en exceso de libros escolares, los cuales presentan figuras estandarizadas (triángulos, cuadriláteros, etc) lo que ocasiona la creación de conceptos estándar y deja de lado los conceptos como la rotación entre otros. Asimismo, la escasez de recursos o material que permita visualizar de forma clara (López y Esteves, 2008), limita el entendimiento de conceptos . Esta dinámica estable que los estudiantes no han interiorizado el fundamento de las características geométricas básicas.

El siguiente nivel por analizar es “Análisis”, corresponde a las preguntas seis a la nueve y dieciséis a la diecinueve.

Tabla 10

Resultados de Nivel 2: Análisis

Esquema	Respuestas Correctas	Porcentaje	Respuestas Incorrectas	Porcentaje
Nivel 2 Análisis	69	41,07%	99	58,93%

Nota: La tabla indica el estadístico de las respuestas del Nivel evaluado.

Análisis

El segundo niel de razonamiento resultó ser un desafío para los estudiantes, ya que solo un 41.07% logró identificar la respuesta, lo que indica un dominio parcial en los contenidos, mientras que el 58.93% presenta dificultades para identificar, clasificar y compara propiedades y características de cuerpos geométricos tridimensionales, así como comprobar la valides de una afirmación, o postulado matemático o geométrico. Es decir, la mayor dificultad se presenta en figuras que el estudiante no están familiarizadas y tareas que requieren visualización espacial

Discusión.

En el nivel dos del modelo de aprendizaje de Van Hiele, los estudiantes ya no solo se limitan reconoces las figuras por su apariencia, si no que presta atención a características como número de caras, aristas, vértices, ángulos, simetría, paralelismo. Además, reflexiona y proporciona conceptos básicos sobre las figuras geométricas, comprende que están compuestas de partes con propiedades, característica y generaliza una clasificación básica de las figuras. No obstante, no son capases de relacionar y deducir propiedades con otras, así como las relaciones lógicas que existen entre ellos (Corberán et al., 1994).

Con base a los anterior, se identifica que los estudiantes logran distinguir un poliedro de entre cuerpos redondo (pregunta 6), lo cual demostrando una clasificación básica. Sin embargo, muestran gran dificultad al analizar característica y propiedades específicas, como en el caso de los poliedros platónicos (pregunta 17), lo cual pone en manifiesto que demuestran deficiencias en conceptos, definiciones y la relación de los nombres con las formas geométricas.

Con respecto a prismas y pirámides (Pregunta 8 y 9) el nivel de rendimiento observado es bajo, más un cuando analizan el desarrollo o abatimiento de objetos en tres dimensiones (pregunta 16, 18 y19). López y Esteves (2008) indica que muchas de las dificultades que se presentan como errores en este nivel es consecuencia de la transición de niveles del modelo Van Hielen, ya que el estudiante debe realizar una interpretación más a fondo del aspecto físico del objeto geométrico e identificar la mayor parte de características y propiedades.

Por otra parte, Corberán et al. (1994) señala que estos errores son causa, en general, a una enseñanza limitada a memorizar los nombres de las figuras geométricas como suela pasar un entorno de aprendizaje tradicionalista. En consecuencia, se evidencia problemas en el razonamiento espacial como por ejemplo la construcción de un prisma de base hexagonal a partir de su desarrollo plano (pregunta 18). Esta situación pone en evidencia una compresión limitada de la relación existente entre bases o plano, cara, ángulos, aristas y simetría.

La siguiente etapa en el análisis es el Nivel 3 "Clasificación" correspondientes a las preguntas diez a la quince.

Tabla 11

Resultados de Nivel 3: Clasificación

Esquema	Respuestas Correctas	Porcentaje	Respuestas Incorrectas	Porcentaje
Nivel 3 Clasificación	26	20,63%	100	79,37%

Nota: La tabla indica el estadístico de las respuestas del Nivel evaluado.

Análisis

Al analizar el global en el nivel 3 del modelo de razonamiento de Van Hiele, se observó que la tasa general de aciertos fue de 20.63%, lo que indica que existe una comprensión limitada del tema y presenta dificultad de análisis y aplicación de las propiedades de las figuras geométricas.

Discusión

Corberán et al. (1994) afirma que, para que el estudiante alcance el Nivel 3 del modelo de aprendizaje Van Hiele debe ser capaz deducir propiedades a partir de otras, comprende el razonamiento y la demostración formal, pero no la estructura. Es decir, entiende la demostración explicada por el docente, pero no es capaz de construirla de forma autónoma. En este nivel, el razonamiento lógico deductivo da empieza a desarrollarse (Chavarria Pallarco, 2020). En consecuencia, los estudiantes son capaces de identificar, propiedades, formular definiciones y clasificar figuras de acuerdo con sus similitudes comunes y deferentes, lo que conduce a una clasificación más precisa y amplia.

Las preguntas 10 y 11, diseñadas para discriminar propiedades definidas frente a propiedades derivadas entre cuadrados y rectángulos mostro gran dificultad para identificar la respuesta correcta, lo que confirma que el estudiante aún no es capaz de aplicar definiciones formales (Cordero, 2021). En contraste, para las preguntas que manejan el formato de contraejemplo, que permiten medir el nivel de razonamiento no formal, también represento una dificultad relevante. Aunque logran identificar características básicas sobre poliedros, como el atributo de poseer caras planas (por ejemplo, en la pregunta 12 que presento un nivel alto de aciertos), persiste dificultades para aplicar razonamiento deductivo y comparativo sobre propiedades de las figuras como cubos y pirámides (pregunta 13 y 15), las cuales registraron índices de aciertos muy bajo. Esto indica que los estudiantes no tienen claro los concepto, definiciones y características de estas figuras y las propiedades que las relacionan (Aravena et al., 2016).

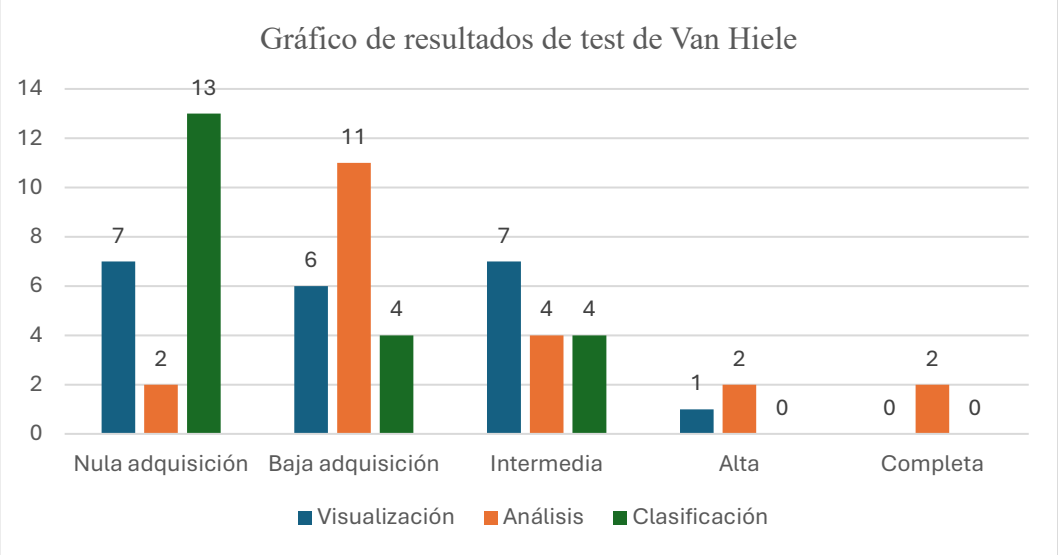
Al trabajar con preguntas que requieren razonamiento deductivo, como las preguntas con afirmaciones negativas (por ejemplo, ¿cuál No es verdad?), obliga al estudiante a analizar cada una de las opciones de respuesta y descartar aquellas que sean correctas. Los resultados de estas preguntas revelan que los estudiantes aún no domina el pensamiento lógico ni el razonamiento deductivo necesario para comparar propiedades entre figuras. Además, sugiere que no se han desarrollado un entendimiento de las estructuras de los poliedros necesarios para alcanzar este nivel.

Análisis del resultado del test de Van Hiele

El test de razonamiento geométrico Van Hiele determina el grado de desarrollo del pensamiento-geométrico de los estudiantes de décimo año de Educación General Básica.

Figura 4

Grados de adquisición del nivel de razonamiento geométrico del pretest



Nota: La gráfica muestra las frecuencias del nivel de adquisición del nivel de razonamiento de test de Van Hiele.

Tabla 12

Resultados del pretest Van Hiele

Grado de adquisición Razonamiento Geométrico	Visualización		Análisis		Clasificación	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Nula adquisición	7	33,33%	2	9,52%	13	61,90%
Baja adquisición	6	28,57%	11	52,38%	4	19,05%
Intermedia	7	33,33%	4	19,05%	4	19,05%
Alta	1	4,76%	2	9,52%	0	0,00%
Completa	0	0,00%	2	9,52%	0	0,00%
Total	21	100%	21	100%	21	100%

Nota: La tabla muestra el porcentaje del nivel de adquisición de razonamiento.

Análisis

La tabla muestra el porcentaje de adquisición del razonamiento geométrico evaluado en tres niveles: visualización, análisis y clasificación, de acuerdo con el modelo Van Hiele, aplicado a 21 estudiantes. En el nivel Visualización (Nivel 1), el 61,90% de los estudiantes tienen un grado de adquisición nulo o bajo; 33,33%, un grado intermedio; solo en 4,76%, alcanzó el nivel alto. En el nivel análisis (nivel 2), se observó una ligera mejora con respecto al nivel anterior, dado que el 9,52% se encuentra en un grado de nula, intermedio y alto adquisición, respectivamente. Más de la mitad de los estudiantes se ubican en grado bajo de adquisición que representa el 52.38%. Finalmente, en el nivel de clasificación (Nivel 3), el 80,95% se ubica en el grado de Nula y baja adquisición, mientras que solo el 19.05% alcanzó el grado intermedio.

Discusión

Los resultados obtenidos en cuanto al grado de adquisición del razonamiento geométrico plantean interrogantes sobre el currículo y lo procesos de enseñanza-aprendizaje previos a la aplicación del pretest. La marcada tendencia entre los niveles nulo, bajo e intermedio en el nivel de visualización pueden atribuirse a procesos metodológicos basados en la continua exposición a modelos estándar de figuras geométricas (Usiskin, 2022). Esto sugiere ausencia de justificación formal de las características y propiedades de las figuras, así una probabilidad que el currículo no se encuentra alineado en el modelo de aprendizaje de Van Hiele.

El desempeño relativamente balanceado en el nivel de Análisis, ubico a la mayoría de los estudiantes en el grado bajo de adquisición. Esto se atribuye a que en esta etapa el grado de dificulta es moderado y requiere que los estudiantes identifiquen prismas, pirámides, entre otras figuras, además de analizar sus propiedades. A pesar de que se observa ciertos avances en la conceptualización, los estudiantes no logran identificar en su totalidad los objetos mediante análisis. En este sentido Gutiérrez y Jaime (1998) afirma que la identificación parcial de las característica o propiedades no garantiza que el estudiante sea capa de establecer jerarquía ni realizar una clasificación apropiadas de objetos geométricos.

Existe una brecha significativa en el desarrollo de pensamiento abstracto y lógico en el nivel 3, ya que más de tres cuartos de los estudiantes se encuentran el grado de adquisición nulo o bajo. En este nivel, los estudiantes no están en la capacidad de emitir definiciones, deducir propiedades y relaciones lógica entre las figuras geométricas. Abdullah y Zakaria (2013), Chavarria Pallarco (2020) y Usiskin (2022), afirman que el proceso de enseñanza tradicional enfocada en la memorización de procesos y algoritmos, retrasa el desarrollo del pensamiento abstracto y razonamiento lógico de la geometría, En este tipo de enseñanza no da la posibilidad de superar el nivel uno o dos del modelo de Van Hiele, por lo que muchos de los estudiantes finalizan la secundaria con un nivel de razonamiento geométrico con característica de la educación primaria. En contraste Guillén Soler (2004) asegura que la construcción de sólidos mediante modelos físicos de poliedros facilita la transición entre, mejora la comprensión de la estructura de los elementos, conceptos y características, además, promueve el desarrollo del razonamiento espacial al permitir la transición visual de un representación plana a un volumen.

4.2.Resultados del pre y post test aplicado a estudiantes

Tabla 13

Resultados del pretest y postest

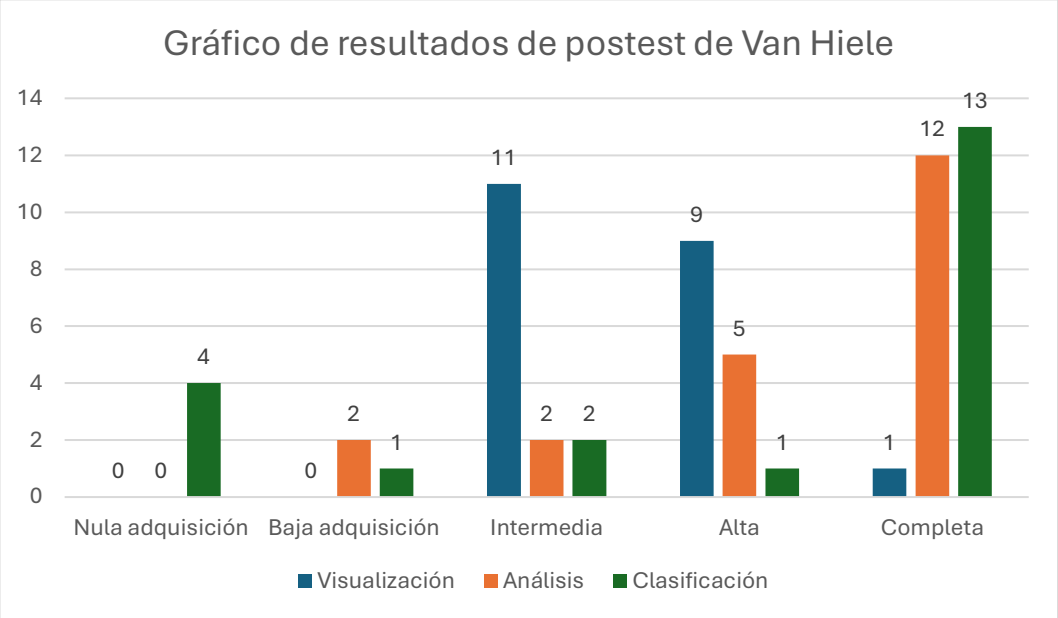
Estudiante	Pretest	Postest	Diferencia
Est. 1	8	16	8
Est. 2	5	14	9
Est. 3	5	13	8
Est. 4	7	16	9
Est. 5	7	15	8
Est. 6	5	15	10
Est. 7	8	16	8
Est. 8	8	16	8
Est. 9	6	6	0
Est. 10	3	13	10
Est. 11	5	6	1
Est. 12	3	15	12
Est. 13	3	15	12
Est. 14	10	13	3
Est. 15	9	13	4

Est. 16	7	15	8
Est. 17	5	9	4
Est. 18	6	8	2
Est. 19	2	15	13
Est. 20	13	16	3
Est. 21	13	17	4

Nota: Datos obtenidos del pretest y postest aplicado a los estudiantes de décimo año de EGB de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón.

Figura 5

Grados de adquisición del nivel de razonamiento geométrico del postest



Nota: La gráfica muestra las frecuencias del nivel de adquisición del nivel de razonamiento de test de Van Hiele.

Tabla 14

Resultados del postest Van Hiele

Grado de adquisición Razonamiento Geométrico	Visualización		Análisis		Clasificación	
	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje
Nula adquisición	0	0,00%	0	0,00%	4	19,05%
Baja adquisición	0	0,00%	2	9,52%	1	4,76%
Intermedia	11	52,38%	2	9,52%	2	9,52%
Alta	9	42,86%	5	23,81%	1	4,76%
Completa	1	4,76%	12	57,14%	13	61,90%

Total	21	100%	21	100%	21	100%

Nota: La Tabla muestra el porcentaje del nivel de adquisición de razonamiento.

Prueba de normalidad

El software SPSS permitió el cálculo de la normalidad de los datos. Se utilizó el estadístico Shapiro-Wilk ya que la población analizada fue menor a 50.

Tabla 15

Prueba de Normalidad Shapiro-Wilk

	Kolmogorov-Smirnov[a]			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Pretest	0,129	21	,200*	0,933	21	0,160
Postest	0,258	21	0,001	0,789	21	<0,001

Nota: Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo con la tabla, el nivel de significancia del pretest es de 0.160 por tanto mayor a 0.05 que resulta que los datos del pretest tienen una distribución normal. En contraste, los valores para el postets arrojan un valor de significancia menor a 0.001e indica que los datos obtenidos en el postest nuestra normalidad nula. Por consiguiente, la prueba de Wilcoxon permitió demostrar y comprender la correlación que existe ente la realidad virtual y el aprendizaje de la geometría.

4.3.Verificación de hipótesis

Planteamiento de la hipótesis

H0: La realidad virtual NO incide el proceso de enseñanza -aprendizaje de poliedros en los estudiantes décimo grado de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón.

H1: La realidad virtual incide el proceso de enseñanza -aprendizaje de poliedros en los estudiantes décimo grado de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón.

Nivel de significancia

Nivel de significancia 5% ($\alpha = 0,05$)

Nivel de confianza del 95% (0,95)

Estadígrafo de prueba

El estadígrafo de Wilcoxon de los rangos con signo es una prueba que permite compara dos muestras relacionadas y se aplica cuando los datos no cumplen supuestos de normalidad y muestras pequeñas.

Su valor se obtiene mediante la formula

$$W = min(W^+, W^-)$$

Donde

W^+ es la sumatoria de los rangos con signo positivos.

W^- es la sumatoria de los rangos con signos negativos.

Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

Tabla 16

Prueba de Wilcoxon

Estadísticos de prueba[a]	
Postest - Pretest	
Z	-3,935[b]
Sig. asin. (bilateral)	0,000

Nota: Resultado de prueba no paramétrica.

Discusión

Dado que el p-valor obtenido en la prueba no paramétrica es 0.001se rechaza la hipótesis nula (H_0), se acepta la hipótesis alternativa, esto significa que la implementación de Realidad Virtual en el aprendizaje de poliedros fue significativa para los estudiantes de décimo año de Educación General Básica de la unidad Educativa Isaac Acosta Calderón. De igual manera, Rodríguez et al. (2021) ratifica que la implementación del Software NeoTrie Vr permite el desarrollo de la visualización espacial, el razonamiento lógico geométrico además pone en evidencia el incremento de la motivación y el interés por el aprendizaje ya que este software permite realizar actividades interactivas y colaborativas.

El desarrollo del razonamiento espacial fue muy consistente, debido a que más del 90% de los estudiantes lograron obtener el nivel de alto y completo en el tercer nivel de razonamiento según el modelo de Van Hiele. Estos halagos lo ratifican Bermejo et al., (2023), quienes en sus estudios observaron un mejora significativa en la capacidad de realizar una rotación mental de objetos tridimensionales (poliedros) como consecuencia de utilizar NeoTrie VR la cual facilitó la comprensión de las propiedades espaciales.

Por consiguiente, al implementar tecnologías educativas como la Realidad Virtual en los salones de clase no solo permite ambientes pedagógicos interactivos, sino que también el desarrollo de destrezas, habilidades y lo fundamenta el desarrollo del pensamiento y razonamiento geométrico. Esta situación se los evidencia en la construcción de poliedros que para de una forma en 2D a un en tres dimensiones sin mayores dificultades (Codina et al., 2022).

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES, BIBLIOGRAFÍA, ANEXOS.

5.1. Conclusiones

Al finalizar la presente investigación se concluye que:

La construcción de un fundamento teórico sólido garantizó el uso de la Realidad virtual como una herramienta pedagógica innovadora para el proceso de enseñanza aprendizaje de los poliedros, de acuerdo la teoría de aprendizaje, en este caso el modelo Van Hiele con el cual se puede desarrollar el pensamiento geométrico, el razonamiento lógico entre otras destrezas. Por esta razón, la implementación de tecnologías educativas tales como la Realidad Virtual con el software NeoTrie VR proporcionó al estudiante entornos inmersivos donde pueden manipular diferentes tipos de herramientas para construir diversos tipos de cuerpos geométricos tridimensionales y visualizar directamente las propiedades de los cuerpos geométricos como caras, aristas, vértices.

Los datos obtenidos en l evaluación inicial demostró que la mayor parte de los estudiantes presentan grados de razonamiento nulos y bajos en los tres primeros niveles Visualización, Análisis, y Clasificación del modelo Van Hiele. Esto denota una grabe deficiencia en razonamiento espacial, lógico de la geometría. Entre las principales causas es el enfoque tradicionalista en el proseo de enseñanza aprendizaje, es decir centrados en memorización de conceptos, teoremas, trabajar con modelos estándar o con textos en los cuales las figuras geométricas se representas solo de una determinada forma.

En base a lo mencionado con anterioridad, es necesarios implementar técnicas innovadoras que permita el desarrollo de las destrezas. Para ello se elaboró una propuesta secuencial con NeoTrie VR, estructurada en tres niveles de razonamiento en concordancia con el modelo Van Hiele, Cada sección se abordó conceptos, características, leguaje geométrico, construcción y manipulación guiada de los diferentes tipos de poliedros. Cada una de las faces se el desarrollo de manera coherente, fiable y se adapta al contenido curricular.

La aplicación de tecnología educativa al modelo Van Hiele resultó eficiente, ya que se evidencio una mejora significativa en el desarrollo del razonamiento geométrico, más de las tres cuartas partes de los estudiantes de décimo año logro grado de adquisición de razonamiento que van desde intermedio a completo en los tres niveles visualización, análisis y clasificación. Esto confirma que la utilización del software NeoTrie VR facilita el desarrollo del pensamiento geométrico, razonamiento lógico y abstracto.

5.2. Recomendaciones

En concordancia a los resultados obtenidos después de la intervención, se recomienda la implementación de la Realidad Virtual Inmersiva y no inmersiva como herramienta pedagógica para la enseñanza de la matemática, esta debe estar fundamenta con una base teórica fiable y actualiza con el objetivo de que futuras investigaciones, alineadas con la curricular para garantizar un impacto significativo en el proceso de aprendizaje.

Medir el grado de adquisición del razonamiento geométrico es fundamental previo a una intervención con RV inmersiva, permitirá tener un diagnóstico y con la información diseñar un plan de actividades secuenciales que cubras las necesidades cognitivas de los estudiantes y asegurar un progreso en los niveles de razonamiento.

Se recomienda que las secuencias de enseñanza sean equitativas en la experiencia inmersiva, discusión, reflexión de los contenidos en el aula. Este tipo de actividades permitirá al estudiante desarrollar y adquirir grados de razonamiento, para cada uno de los noveles del modelo de Van Hiele, así como representaciones de figuras en 2D y 3D con material concreto, reforzar el tema con sesiones en NeoTrie VR para que la transferencia del conocimiento y el aprendizaje se interiorice y no que el solo en el mundo virtual.

La capacitación a los docentes del área de matemática en tecnologías educativas como la RV Inmersiva con NeoTrie VR, esto brindará grandes beneficios en el desarrollo de competencias, permitirá promover investigaciones con otros contenidos de la matemática y medir el impacto que estas herramientas tienen en los procesos de enseñanza aprendizaje.

5.3.Bibliografía

Aguilera Hintelholher, R. M. (2013). Identidad y diferenciación entre Método y Metodología. *Estudios políticos (México)*, *28*, 81-103.

Alfonso Sánchez, I. (2003). Elementos conceptuales básicos del proceso de enseñanza-aprendizaje. *ACIMED*, *11*, 0-0.

Alzoubi, K. A. A. (2024). The Effect of Virtual Reality Technology in Teaching Mathematics on Students' Ability to Process Data and Graphic Representation. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, *18*(08), 27-39. https://doi.org/10.3991/ijim.v18i08.46901

Aravena Díaz, M. D. L. M., Gutiérrez Rodriguez, Á., & Jaime Pastor, A. (2016). Estudio de los niveles de razonamiento de Van Hiele en alumnos de centros de enseñanza vulnerables de educación media en Chile. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *34*(1), 107-128. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1664

Arias Gonzales, J. L. (2020). *Proyecto de tesis. Guia para la elaboración* (Primera).

ASALE, R.-, & RAE. (s. f.). *Realidad | Diccionario de la lengua española*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Recuperado 2 de abril de 2025, de https://dle.rae.es/realidad

Auliya, R. N., & Munasiah, M. (2019a). Mathematics learning instrument using augmented reality for learning 3D geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, *1318*(1), 012069. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012069

Auliya, R. N., & Munasiah, M. (2019b). Mathematics learning instrument using augmented reality for learning 3D geometry. *Journal of Physics: Conference Series*, *1318*(1), 012069. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1318/1/012069

Bermejo, B., Juiz, C., Cortes, D., Oskam, J., Moilanen, T., Loijas, J., Govender, P., Hussey, J., Schmidt, A. L., Burbach, R., King, D., O'Connor, C., & Dunlea, D. (2023). AR/VR Teaching-Learning Experiences in Higher Education Institutions (HEI): A Systematic Literature Review. *Informatics*, *10*(2), 45. https://doi.org/10.3390/informatics10020045

Binh, L. T. H. (2022). EDUCATIONAL TECHNOLOGY - CONCEPTS AND IDENTIFICATION OF VOCABULARY IN THE DOMAIN. *VNU Journal of Foreign Studies*, *38*(5), 23-33. https://doi.org/10.25073/2525-2445/vnufs.4867

Bolaños, M. (2022). *Tecnologías educativas para la inclusión*. Universidad del Magdalena. https://doi.org/10.21676/9789587464740

Bravo, G. F. E., & Riofrío, S. E. S. (2024). Clases constructivistas de Geometría. *Revista Científica UISRAEL*, *11*(2), 159-172. https://doi.org/10.35290/rcui.v11n2.2024.1082

Bravo Guerrero, F. E. (2019). Las nuevas clases de geometría. *RECUS. Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad. ISSN 2528-8075*, *4*(3), 14. https://doi.org/10.33936/recus.v4i3.1504

Brückner, M. (2015). *Educational Technology*. Unpublished. https://doi.org/10.13140/2.1.2180.9449

Bustos, C., Andrade Aréchiga, M., García Ruíz, M. Á., & Acosta Díaz, R. (2018). Panorama de la realidad virtual aplicada a la enseñanza de propiedades moleculares. *Educación Química*, *17*(1), 45. https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.1.66065

Caceres Reche, M. P., Ramos Navas-Parejo, M., & Fuentes Cabrera, A. (2024). *Realidad virtual en educacion superior. El uso de recursos tecnologicos inmersivos y aula invertida en la formacion de futuros docentes*. Dykinson. https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/275711

Cangas, M. D., Crespo, C. D., & Rodríguez, B. J. L. (2017). NeoTrie VR: Nueva Geometría en realidad virtual. *Universidad de Almería*. https://drive.google.com/file/d/14ywzKwoXomGmbBwb6kvk62JbrOHsl3MD/view

Caro, P. M., Josyula, D. P., & Jiméne, J. A. (2015). Multi-level pedagogical model for the personalization of pedagogical strategies in intelligent tutoring systems. *DYNA*, *82*(194), 185-193. https://doi.org/10.15446/dyna.v82n194.49279

Castejón, J. L., González, C., & Gilar, R. (Eds.). (2010). *Psicología de la educación*. Editorial Club Universitario.

Chavarria Pallarco, N. A. (2020). Modelo Van Hiele y niveles de razonamiento geométrico de triángulos en estudiantes de Huancavelica. *Investigación Valdizana*, *14*(2), Article 2. https://doi.org/10.33554/riv.14.2.587

Codina Sánchez, A., García López, M. D. M., Romero Albaladejo, I. M., & Lupiáñez Gómez, J. L. (2022). Poliedros con el software de realidad virtual inmersiva NeotrieVR, una experiencia con maestrosen formación.

Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, *25*(3), 1-14. https://doi.org/10.6018/reifop.531841

Corberán, R., Gutiérrez Rodríguez, A., Huerta Palau, M. P., & Margarit Garrigues, J. B. (1994). *DISEÑO Y EVALUACION DE UNA PROPUESTA CURRICULAR DE APRENDIZAJE DE LA GEOMETRIA EN ENSEÑANZA SECUNDARIA BASADA EN EL MODELO DE RAZONAMIENTO DE VAN HIELE*. Cenwo de Publicaciones.

Cordero, E. M. (2021). *EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA Y SUS DIFICULTADES.* https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/25425/El%20proceso%20de%20ensenanza-aprendizaje%20de%20la%20geometria%20y%20sus%20dificultades..pdf?sequence=1

Cortes Trujillo, J., & Murcia Rodriguez, J. C. (2019). *Realidad virtual en los procesos de ensenanza en la educacion superior*. Corporacion Universitaria Minuto de Dios. https://elibro.net/es/lc/uta/titulos/129155

Coxeter, H. S. M. (1969). *Introduccion to Geometry* (Eecond). John Wiley & Sons, INC.

Danlami, K. B., Zakariya, Y. F., Balarabe, B., Alotaibi, S. B., & Alrosaa, T. M. (2025). Improving students' performance in geometry: An empirical evidence of the effectiveness of brainstorming learning strategy. *Frontiers in Psychology*, *16*. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1577912

Domínguez, B. C., & Díaz, J. L. (2024). A classroom experience for teaching and learning of high school geometry through virtual reality. *Pedagogical Research*, *9*(3), em0210. https://doi.org/10.29333/pr/14634

Dron, J. (2022). Educational technology: What it is and how it works. *AI & SOCIETY*, *37*(1), 155-166. https://doi.org/10.1007/s00146-021-01195-z

Escartín, E. R. (2016). *LA REALIDAD VIRTUAL, UNA TECNOLOGÍA EDUCATIVA A NUESTRO ALCANCE*.

Fardad, N., & Fardad, F. (2023). *The necessity and application of educational technology in teaching*.

Florez, G. J. (2011). *DE LOS POLIEDROS A LOS POLÍGONOS USANDO HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS PARA POTENCIAR EL AVANCE ENTRE NIVELES DE RAZONAMIENTO GEOMÉTRICO*. Universidad Nacional de Colombia.

Garrido, B., & Méndez, J. A. (2022). *Educación, Ciencia y Tecnología del Siglo XXI: Proyectos, reflexiones y metodologías* (1st ed). Dykinson.

Godino, J., & Ruíz, F. (2002). *Geometría y su Didactica Para Maestros*. ReproDigital.

Guerrero, A. J., Bedoya, F. M. C., Mosquera, uiñonez E. F., Mesías, S. E., & Bautista, ánchezJosé V. (2023). Educational Platforms: Digital Tools for the teaching-learning process in Education. *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, *3*(1), 259-263. https://doi.org/10.56183/iberoeds.v3i1.626

Guillén Soler, G. (2004). El modelo de Van Hiele aplicado a la geometría de los sólidos: Describir, clasificar, definir y demostrar como componentes de la

actividad matemática. *Educación matemática*, *16*(3), 103-125. https://doi.org/10.24844/em1603.05

Guirado Ariza, A. M., Gimenez Perez, Y., Mazzitelli Lanzone, C., Guirado Ariza, A. M., Gimenez Perez, Y., & Mazzitelli Lanzone, C. (2022). La enseñanza, el aprendizaje y el conocimiento científico desde la perspectiva de futuros profesores de Ciencias Naturales. *Educación*, *31*(60), 197-214. https://doi.org/10.18800/educacion.202201.009

Gutiérrez, A., & Jaime, A. (1998). On the Assessment of the Van Hiele Levels of Reasoning. *Proceedings of the 19th PME Conference*, *3*, 15.

Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: A systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, *8*(1), 1-32. https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2

Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (First edition). McGraw-Hill Education.

Jiménez, R. (2014). *Realidad Virtual, su Presente y Futuro*.

Kim, G. J. (2005). *Designing Virtual Reality Systems The Structured Approach*. Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-84628-230-0

Komang, E. M., Ketut, A., & I Gde Wawan Sudatha. (2023). The Effectiveness of Virtual Reality in Mathematics for SPLDV Material. *Journal of Education Technology*, *7*(3), 390-399. https://doi.org/10.23887/jet.v7i3.62458

Labra Peña, J. A., Vanegas Ortega, C. M., Labra Peña, J. A., & Vanegas Ortega, C. M. (2022). Desarrollo del Razonamiento Geométrico de estudiantes de Enseñanza Media cuando abordan el concepto de Homotecia. *Revista latinoamericana de investigación en matemática educativa*, *25*(1), 93-120. https://doi.org/10.12802/relime.22.2514

Laliena Tolosana, F. J. (2013, junio 10). *Dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en 1 de ESO*. https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/1957/2013_07_26_TFM_ESTUDIO_DEL_TRABAJO.pdf?sequence=1

López, G. (2023). *ESTUDIO DE PRISMAS Y PIRÁMIDES USANDO SOFTWARE DE REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA CON ESTUDIANTES DE 6º DE PRIMARIA*. https://www.researchgate.net/publication/373895508

López, M. B., & Esteves, M. A. Z. (2008). *Obstáculos y errores en la enseñanza-aprendizaje de las figuras geométricas*. *27*.

MINEDUC. (s. f.).

MINEDUC, a. (2024). *ACUERDO Nro. MINEDUC-MINEDUC-2024-00031-A*.

MINEDUC, b. (2024). *Instructivo de Evaluación Estudiantil*.

Ministerio de educación. (2016). *Currículo de EGB y BGU Matemética*. https://educacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Curriculo1.pdf

Morales, C.-S. M., Romero, I. M. R., & Sánchez, A. C. (2023). *APRENDIZAJE DE LOS CUADRILÁTEROS CON NEOTRIE VR COMO RECURSO DE REALIDAD VIRTUAL INMERSIVA*.

Moya, Y. (2023). Uso de Realidad Virtual y Aumentada para mejorar la comprensión de conceptos abstractos en matemáticas. *Revista Científica Kosmos*, *2*(1), 26-38. https://doi.org/10.62943/rck.v2n1.2023.42

Navarro, F. (with Martínez, A., & Martínez, J. M.). (2018). *Realidad virtual y realidad aumentada*. RA-MA Editorial.

Ovalle, S. A., & Vásquez, J. N. (Eds.). (2020). *AUGMENTED REALITY, A TOOL FOR MOTIVATION IN LEARNING GEO-*.

Palhano, M., De Oliveira, F., & Grossi, L. (2019). A Realidade Aumentada no Ensino de Sólidos Geométricos. *Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)*, 1012. https://doi.org/10.5753/cbie.sbie.2019.1012

Pardos, A. B. C., García, A. B. S., & Araújo, I. J. (2019). *SIGNIFICATIVIDAD DE LA IMPLEMENTACIÓN CURRICULAR DEL MODELO DE VAN HIELE*.

Pérez Pinzón, L. R. (2020). Orígenes y transformaciones del aprendizaje en línea (E-learning). Innovaciones educativas mediadas por paradigmas tecnológicos. *Revista Historia de la Educación Colombiana*, *24*(24), 105-132. https://doi.org/10.22267/rhec.202424.74

Perri, D., Simonetti, M., Tasso, S., & Gervasi, O. (2022). Learning Mathematics in an Immersive Way. En L. M. Castro, D. Cabrero, & R. Heimgärtner (Eds.), *Software Usability*. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.96533

Pinasco, J. P., Amster, P., Saintier, N., & Laplagne, S. (2019). *LAS GEOMETRÍAS*.

Ponce, K. M., & Zambrano, R. (2024). Estrategias Metodológicas Creativas y el Pensamiento Crítico de los Estudiantes de Básica Media. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *8*(2), 89-98. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i2.10352

Proyecto Neotrie. (2025, mayo 24). https://www2.ual.es/neotrie/proyecto-neotrie/

Putri, A., Wahyuningsih, T., Salsabil Ananti, N., Wicaksono, A., Zahira Shofa, G., As'ari, A. R., & Osman, S. (2023). EUCLIDA: 3D Augmented Reality Card for Learning Numeracy about Geometry. *TEM Journal*, 1174-1181. https://doi.org/10.18421/TEM122-63

Rodríguez, J. L., Romero, I., & Codina, A. (2021). The Influence of NeoTrie VR's Immersive Virtual Reality on the Teaching and Learning of Geometry. *Mathematics*, *9*(19), 2411. https://doi.org/10.3390/math9192411

Rodriguez, N. Y. R., Rios, C. A., & Garibotto, V. C. (2018). *ESTILOS DE APRENDIZAJE Y ESTRATEGIAS PEDAGÓGICAS, UNA MIRADA AL CONTEXTO INTERNACIONAL*.

Rohendi, D., & Wihardi, Y. (2020). Learning Three-Dimensional Shapes in Geometry Using Mobile-Based Augmented Reality. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM)*, *14*(09), 48. https://doi.org/10.3991/ijim.v14i09.13035

Roque Herrera, Y., Tenelanda Lopez, D. V., Basantes Moscoso, D. R., & Erazo Parra, J. L. (2023). Teorías y modelos sobre los estilos de aprendizaje. *EDUMECENTRO*, *15*.

Sánchez Mendiola, M. (2018). The assessment of learning in students: Is it really so complicated? *Revista Digital Universitaria*, *19*(6). https://doi.org/10.22201/codeic.16076079e.2018.v19n6.a1

Sarma, M. Shaik, S. T. Tangirala, & S. K. Singh. (2023). Game Based Virtual Reality Platform for Geometry. *2023 IEEE International Conference on Big Data (BigData)*, 4812-4818. https://doi.org/10.1109/BigData59044.2023.10386710

Scheffel, M., & Wirth, J. (2022). Educational Technologies. *Unterrichtswissenschaft*, *50*(4), 517-523. https://doi.org/10.1007/s42010-022-00160-z

Sherman, W. R. (with Internet Archive). (2003). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Amsterdam ; Boston : Morgan Kaufmann Publishers. http://archive.org/details/understandingvir0000sher

Su, Y.-S., Cheng, H.-W., & Lai, C.-F. (2022). Study of Virtual Reality Immersive Technology Enhanced Mathematics Geometry Learning. *Frontiers in Psychology*, *13*, 760418. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.760418

UNESCO. (2024). *Tecnologías en la educación: ¿Una herramienta en los términos de quién?* https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000388894

Universidad Isabel. (2022, agosto 5). *Evolución de las tecnologías educativas desde su origen*. https://www.ui1.es/blog-ui1/evolucion-tecnologias-educativas

Usiskin, Z. (2022). 68 PUBLICATIONS 447 CITATIONS SEE PROFILE. *S. L.*

van Hiele, D., & van Hiele, P. M. (1982). *VAN HIELE LEVELS AND ACHIEVEMENT INSECONDARY SCHOOL GEOMETRY*. Departament of Education The University of Chicago.

Vega, N., Flores, R., & Fores, I. (2019). Teorías del aprendizaje. *XIKUA Boletín Científico de la Escuela Superior de Tlahuelilpan*, *14*, 3.

Widyasari, N., & Mastura, L. I. (2020). Improving Geometry Thinking Ability through Augmented Reality Based Learning Media. *Eduma : Mathematics Education Learning and Teaching*, *9*(1), 80. https://doi.org/10.24235/eduma.v9i1.5304

Yarin, Y., & Gamarra Chinchay, H. E. (2023). La realidad virtual y su efecto en la habilidad espacial: Un caso de estudio enfocado en la enseñanza de la geometría descriptiva. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, *23*(73). https://doi.org/10.6018/red.540091

Yuhana, Hariadi, Mukramin, Fabroyir, & Arifiani. (2020). AUGGO: Augmented Reality and Marker-based Application for Learning Geometry in Elementary Schools. *2020 International Conference on Computer Engineering, Network, and Intelligent Multimedia (CENIM)*, 116-120. https://doi.org/10.1109/CENIM51130.2020.9298003

5.4.Anexos

Anexo A Carta de aceptación.

CARTA DE COMPROMISO

Tulcán, 10/01/2024

Doctor
Víctor Hernández
Presidente de la Unidad de Titulación de Posgrado
Maestría en Educación, Mención Enseñanza de la Matemática.
Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación.

Yo, Msc. Marlon Darwin Chamorro Chávez en mi calidad de Rector de la Unidad Educativa Isaac Acosta Calderón, me permito poner en su conocimiento la aceptación y respaldo para el desarrollo del Proyecto de Titulación con componentes de investigación aplicada y Desarrollo bajo el Tema: REALIDAD VIRTUAL COMO HERRAMIENTA DE APRENDIZAJE DE POLIEDROS EN LOS ESTUDIANTES DEL DÉCIMO AÑO DE LA UNIDAD EDUCATIVA ISSAC ACOSTA CALDERÓN " propuesto por el estudiante Fernando Gabriel Lasluisa Chacha, portador de la Cédula de Ciudadanía 1803609732, estudiante de la Carrera de Educación Básica Facultad de Ciencias Humanas y de la Educación de la Universidad Técnica de Ambato.

A nombre de la Institución a la cual represento, me comprometo a apoyar en el desarrollo del proyecto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes.

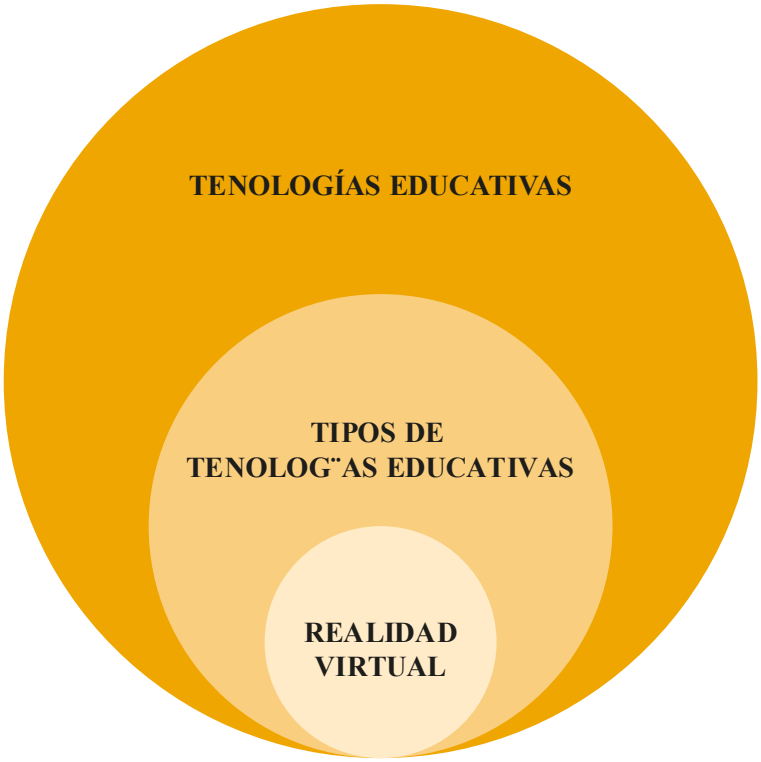
Atentamente.

Tulcán - Ecuador
RECTORADO

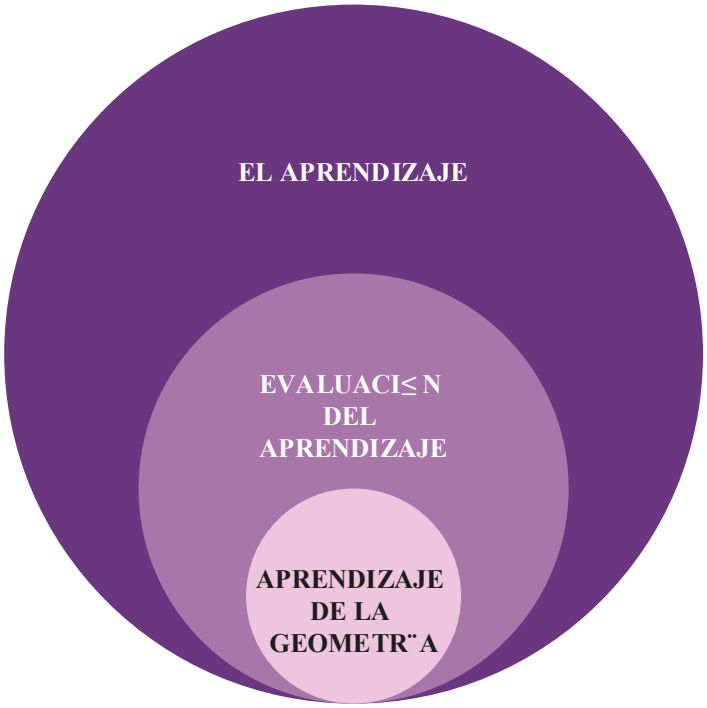
Marlon Darwin Chamorro Chávez
Cédula de Ciudadanía
062980429
0961755504
Marlon.chamorro@educion.edu.ec

Anexo B Categorización de Variables.

Variable Independiente



Variable Dependiente



Anexo C: Implementación Realidad Virtual.



Nota: Aplicación de NoeTrie VR en el aula



Nota: Aplicación de NoeTrie VR en el aula



Nota: Aplicación de NoeTrie VR en el aula

Anexo D: Pretest y Postest

TEST DE GEOMETRÍA VAN HIELE

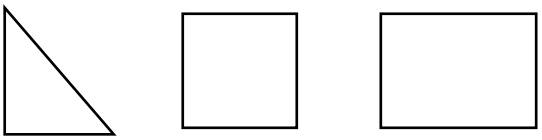
La prueba consta de 19 preguntas. No se espera que conozca todas las respuestas.

Instrucciones:

1. Lea cada pregunta cuidadosamente.
2. Sólo hay una respuesta correcta para cada pregunta. Tacha la letra correspondiente a tu respuesta en la hoja de respuestas.
3. Utilice el espacio de la hoja de respuestas para hacer sus cálculos o dibujos. No marque en esta hoja
4. Si desea cambiar una respuesta, borre completamente la primera respuesta.
5. Si necesita otro lápiz, levante la mano.
6. Tendrás 45 minutos para esta prueba.

Espera hasta que el profesor mencione pueden empezar.

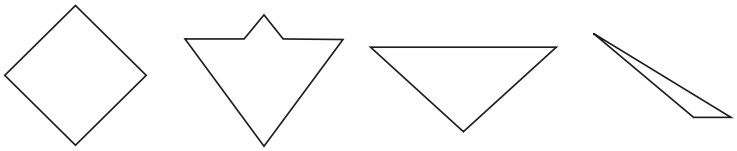
1. De las figuras que ves, ¿Cuáles son cuadrados?



K L M

(A). Solo K
(B). Solo L
(C). Solo M
(D). Solo L y M
(E). Todos son cuadrados.

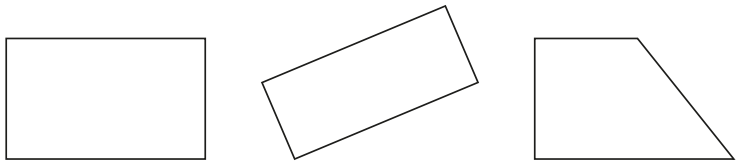
2. De las figuras que ves, ¿Cuál son triángulos?



U V W X

(A). Ninguno es triangulo
(B). Solo V
(C). Solo W
(D). Solo W y X
(E). Solo V y W

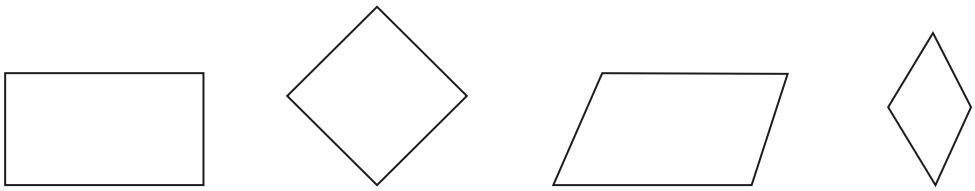
3. De las figuras que ves, ¿Cuáles son Rectángulos?



S T U

(A). Solo S
(B). Solo T
(C). Solo S y T
(D). Solo S y U
(E). Todos son rectángulos

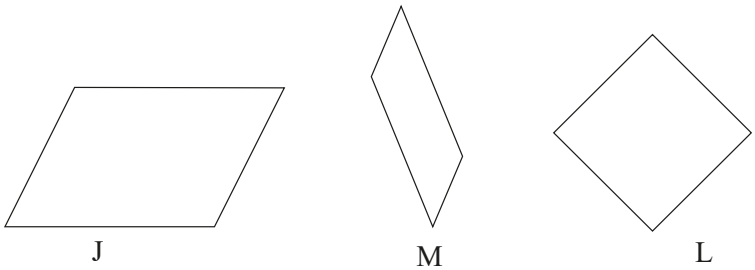
4. De las figuras que ves, ¿cuáles con cuadrados?



F G H I

(A). Ninguno es cuadrado
(B). Solo G
(C). Solo F y G
(D). Solo G e I
(E). Todos son cuadrados

5. De las siguientes figuras ¿Cuál es un paralelo gramo?



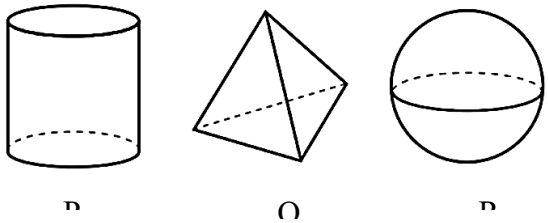
J M L

(A). Solo J
(B). Solo L
(C). Solo J y M

(D). Ninguno es paralelogramo
(E). Todos son paralelogramos.

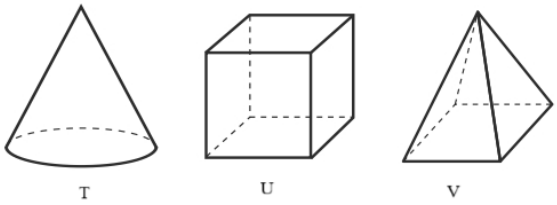
6. De las siguientes figuras ¿Cuál es un poliedro?

(A). Todos son poliedros
(B). Solo P
(C). Solo Q
(D). Solo P y R
(E). Ninguno es un poliedro.



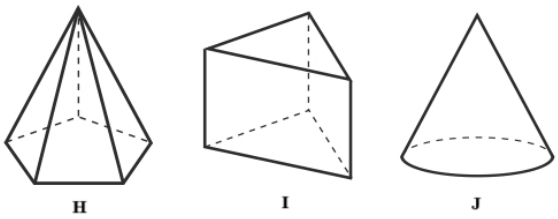
7. De las siguientes figuras ¿Cuál es un poliedro regular?

(A). Ninguno es poliedro regular
(B). Solo T
(C). Solo U y V
(D). Solo T y U
(E). Todos son poliedros



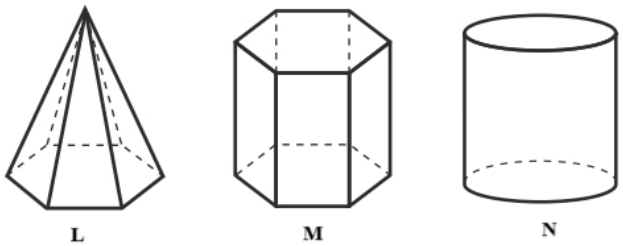
8. De las siguientes figuras ¿Cuál es un prisma?

(A). Solo H
(B). Solo I
(C). Solo J
(D). Solo H y J
(E). Ninguno es un prisma



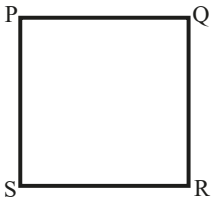
9. De las siguientes figuras ¿Cuál es una pirámide?

(A). Solo N
(B). Solo M
(C). Solo L
(D). Solo L y N
(E). Todos son pirámides.



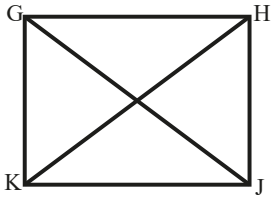
10. PQRS es un cuadrado

¿cuál de las siguientes relaciones es verdadera para todo cuadrado?



(A). $\overline{PR}$ y $\overline{RS}$ tienen la misma longitud.
(B). $\overline{QS}$ y $\overline{PR}$ son perpendiculares.
(C). $\overline{PS}$ y $\overline{QR}$ son perpendiculares.
(D). $\overline{PS}$ y $\overline{QS}$ tienen la misma longitud.
(E). El ángulo Q es más grande que el ángulo R

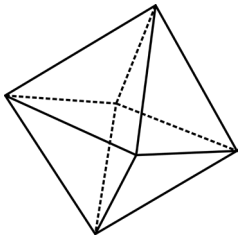
11. En un rectángulo GHJK, $\overline{GJ}$ y $\overline{HK}$ son las diagonales



¿Cuál de los siguientes Afirmaciones NO es verdadero para todo rectángulo?

(A). Existen cuatro ángulos rectos.
(B). Existen cuatro lados.
(C). Las diagonales tienen la misma longitud
(D). El lado opuesto tiene la misma longitud.
(E). Todas son verdaderas para todo rectángulo

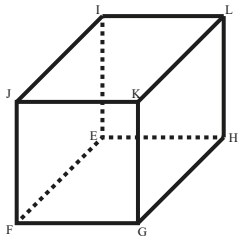
12. La siguiente figura muestra un poliedro



¿Cuál de los siguientes Afirmaciones NO es verdadero para poliedro?

(A). Los poliedros se nombran de acuerdo con el número de caras que poseen
(B). Los sólidos platónicos, primas y pirámides pertenecen al grupo de poliedros.
(C). Los poliedros regulares tienen caras que son polígonos regulares.
(D). Los poliedros tienen superficies curvas.
(E). Son figuras tridimensionales.

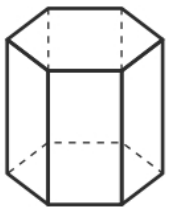
13. En la siguiente figura se muestra un Poliedro regular Cubo



¿Cuál de los siguientes Afirmaciones NO es verdadero para todo cubo?

(A). Posee seis caras opuestas entre sí.
(B). Está formado por cuadrados.
(C). Existen 8 aristas opuestas que son paralelas entre sí.
(D). Existen 12 vértices
(E). Todas son verdaderas para todo cubo.

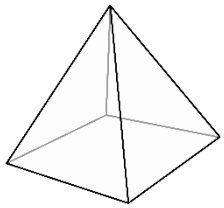
14. En la siguiente figura se muestra un prisma.



¿Cuál de los siguientes Afirmaciones NO es verdadero para todo prisma?

(A). Todos los prismas tienen os bases paralelas.
(B). Las caras de los prismas son rectangulares y paralelas entre sí.
(C). La forma del prisma depende de la forma de la base.
(D). Los prismas pueden clasificarse en regulares o irregulares.
(E). Todas las afirmaciones son verdades para los prismas.

15. En la siguiente figura se muestra una pirámide.

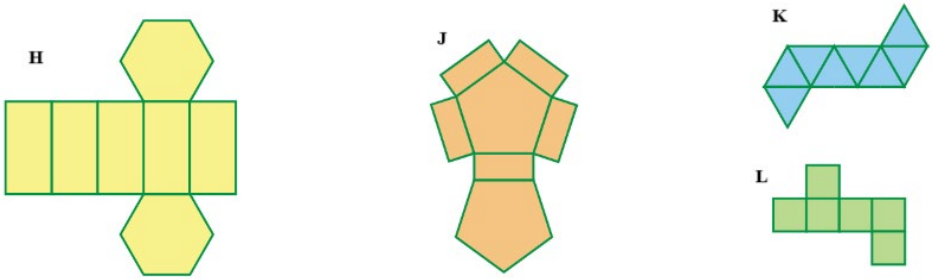


¿Cuál de las siguientes afirmaciones no son verdaderas para toda pirámide?

(A). Es un poliedro con base poligonal delimitada por caras triangulares.
(B). El ápice es en vértice común donde las caras laterales de la pirámide se unen.
(C). La forma de la pirámide depende de la forma poligonal de base.
(D). La base de una pirámide es plana.

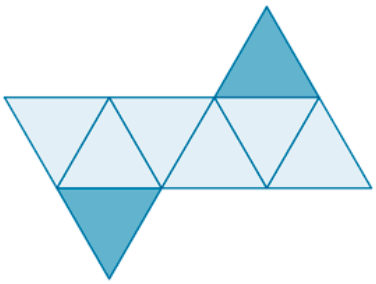
(E). Todas las afirmaciones son verdaderas.

16. De los siguientes desarrollos planos, ¿cuáles corresponde a prismas?



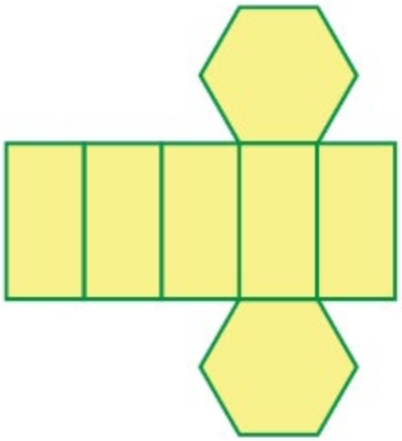
(A). Solo H
(B). Solo H y J
(C). Solo L y H
(D). Solo K y L
(E). Todos son prismas.

17. ¿Qué poliedro se obtiene a partir del siguiente desarrollo?



(A). Un cono
(B). Un cilindro
(C). Una pirámide de base cuadrada
(D). Un octaedro
(E). No se obtiene un poliedro

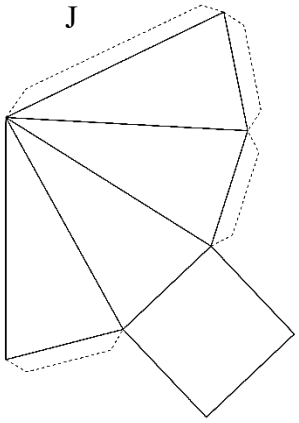
18. ¿Qué poliedro se obtiene a partir del siguiente



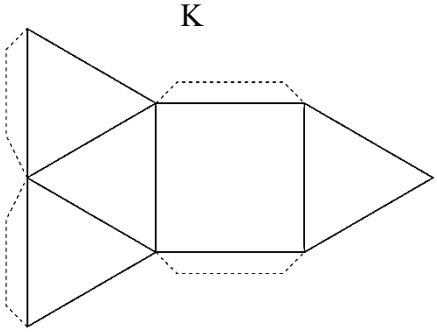
(A). Un icosaedro
(B). Una pirámide de seis lados
(C). Un tetraedro
(D). Un prisma de Hexagonal
(E). Un exaedro.

19. Se desea armar una pirámide base cuadrada. ¿cuál de los siguientes desarrollos permiten la construcción?

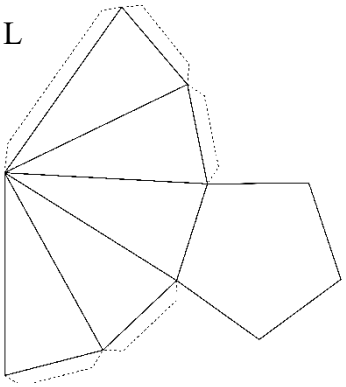
J



K



L



(A). Solo J y L
(B). Solo K y J
(C). Solo L
(D). Solo K y L
(E). Ninguno de los desarrollos

Anexo E. Hoja de respuestas.

TEST DE GEOMETRÍA VAN HIELE

Hoja de respuestas

Nombre: _____

Fecha: _____

Tacha la respuesta correcta

1 .	A	B	C	D	E
2 .	A	B	C	D	E
3 .	A	B	C	D	E
4 .	A	B	C	D	E
5 .	A	B	C	D	E
6.	A	B	C	D	E
7 .	A	B	C	D	E
8 .	A	B	C	D	E
9 .	A	B	C	D	E
10 .	A	B	C	D	E
11 .	A	B	C	D	E
12 .	A	B	C	D	E
13 .	A	B	C	D	E
14 .	A	B	C	D	E
15 .	A	B	C	D	E
16 .	A	B	C	D	E
17 .	A	B	C	D	E
18 .	A	B	C	D	E
19 .	A	B	C	D	E

Espacio para dibujo de la figura
(puedes utilizar el otro lado de la hoja si es necesario)

Anexo F: Validación Pretest y Postes



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN
POSGRADO
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN EN ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA, COHORTE 2019
Avda. Los Chasquis y Rio Payamino, Ambato - Ecuador

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO PRE-TEST A ESTUDIANTES" PERTENECIENTE A LA INVESTIGACIÓN:

TÍTULO DEL TRABAJO

Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes del décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón.

AUTOR/A: Lic. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha

1D- DEFICIENTE **2R- REGULAR** **3B- BUENO** **4O- ÓPTIMO**

PARÁMETROS / PREGUNTAS	Pertinencia de las preguntas del instrumento con los objetivos				Pertinencia de las preguntas del instrumento con las variables y enunciados				Calidad técnica y representatividad				Redacción y lenguaje de las preguntas			
	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O
Pregunta 1				X				X				X				X
Pregunta 2				X				X				X				X
Pregunta 3				X				X				X				X
Pregunta 4				X				X				X				X
Pregunta 5				X				X				X				X
Pregunta 6				X				X				X				X
Pregunta 7				X				X				X				X
Pregunta 8				X				X				X				X
Pregunta 9				X				X				X				X
Pregunta 10				X				X				X				X
Pregunta 11				X				X				X				X

Pregunta 12				X				X				X				X
Pregunta 13				X				X				X				X
Pregunta 14				X				X				X				X
Pregunta 15				X				X				X				X
Pregunta 16				X				X				X				X
Pregunta 17				X				X				X				X
Pregunta 18				X				X				X				X
Pregunta 19				X				X				X				X

Observaciones

_____
_____
_____
_____

Firmado electrónicamente por:
CARLOS ALFREDO
HERNANDEZ DAVILA

_____ _____

Realizado por:
Lic. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha
CI: 1803609732

Validado por:
Lic. Carlos Alfredo Hernández Dávila Mg.
CI: 1804802716

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN
POSGRADO
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN EN ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA, COHORTE 2019
Avda. Los Chasquis y Rio Payamino, Ambato - Ecuador

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO "PRE-TEST A ESTUDIANTES" PERTENECIENTE A LA INVESTIGACIÓN: ""

TÍTULO DEL TRABAJO

Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes del décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón.

AUTOR/A: Lic. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha

1D- DEFICIENTE **2R- REGULAR** **3B- BUENO** **4O- ÓPTIMO**

PARÁMETROS / PREGUNTAS	Pertinencia de las preguntas del instrumento con los objetivos				Pertinencia de las preguntas del instrumento con las variables y enunciados				Calidad técnica y representatividad				Redacción y lenguaje de las preguntas			
	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O
Pregunta 1				X				X				X				X
Pregunta 2				X				X				X				X
Pregunta 3				X				X				X				X
Pregunta 4				X				X				X				X
Pregunta 5				X				X				X				X
Pregunta 6				X				X				X				X
Pregunta 7				X				X				X				X
Pregunta 8				X				X				X				X
Pregunta 9				X				X				X				X
Pregunta 10				X				X				X				X
Pregunta 11				X				X				X				X

Pregunta 12				X				X				X				X
Pregunta 13				X				X				X				X
Pregunta 14				X				X				X				X
Pregunta 15				X				X				X				X
Pregunta 16				X				X				X				X
Pregunta 17				X				X				X				X
Pregunta 18				X				X				X				X
Pregunta 19				X				X				X				X

Observaciones

_____
_____
_____
_____

Firmado electrónicamente por:
NICOLAS TORREALBA JOSE

_____ _____

Realizado por:
Lic. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha
CI: 1803609732

Validado por:
Lic. José Torrealba, Mg.
CI: 1758205296

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y DE LA EDUCACIÓN
POSGRADO
MAESTRÍA EN EDUCACIÓN MENCIÓN EN ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA, COHORTE 2019
Avda. Los Chasquis y Rio Payamino, Ambato - Ecuador

FORMATO PARA LA VALIDACIÓN DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO POS-TEST A ESTUDIANTES" PERTENECIENTE A LA INVESTIGACIÓN:

TÍTULO DEL TRABAJO

Realidad Virtual como herramienta de aprendizaje de poliedros en los estudiantes del décimo año de la Unidad Educativa Issac Acosta Calderón.

AUTOR/A: Lic. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha

1D- DEFICIENTE **2R- REGULAR** **3B- BUENO** **4O- ÓPTIMO**

PARÁMETROS / PREGUNTAS	Pertinencia de las preguntas del instrumento con los objetivos				Pertinencia de las preguntas del instrumento con las variables y enunciados				Calidad técnica y representatividad				Redacción y lenguaje de las preguntas			
	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O	1D	2R	3B	4O
Pregunta 1				X				X				X				X
Pregunta 2				X				X				X				X
Pregunta 3				X				X				X				X
Pregunta 4				X				X				X				X
Pregunta 5				X				X				X				X
Pregunta 6				X				X				X				X
Pregunta 7				X				X				X				X
Pregunta 8				X				X				X				X
Pregunta 9				X				X				X				X
Pregunta 10				X				X				X				X
Pregunta 11				X				X				X				X
Pregunta 12				X				X				X				X

Pregunta 13				x				x				x				x
Pregunta 14				x				x				x				x
Pregunta 15				x				x				x				x
Pregunta 16				x				x				x				x
Pregunta 17				x				x				x				x
Pregunta 18				x				x				x				x
Pregunta 19				x				x				x				x

Observaciones:

_____

_____

_____

_____

CARLOS ALFREDO HERNANDEZ DAVILA

_____ _____

Realizado por:
Lic. Fernando Gabriel Lasluisa Chacha
CI: 1803609732

Validado por:
Lic. Carlos Alfredo Hernández Dávila Mg.
CI: 1804802716

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1.Tema

Poliedros con NeoTrie VR

6.2.Descripción.

La presente guía didáctica tiene como objetivo promover el desarrollo del razonamiento geométrico a través de un entorno virtual inmersivo por medio del software NeoTrie VR como herramienta didáctica. Esta propuesta es flexible y se adapta a varias estrategias metodológicas, como el ERCA y el modelo Van Hile con cinco niveles de razonamiento, de los cuales solo se aplicarán tres: visualizaciones, análisis, clasificación. Se divide en 14 sesiones en las que se revisaran temas como conceptos básicos de triángulos y cuadriláteros para, posteriormente abordar el estudio de poliedros.

La experiencia inmersiva que proporciona NeoTrie Vr facilita la comprensión de conceptos geométricos, esto permite que el estudiante interactúe con poliedros en un ambiente tridimensional. Esto rompe el esquema tradicionalista del proceso de enseñanza-aprendizaje, La flexibilidad que ofrece este software permite al docente adaptar las actividades al estilo de aprendizaje del estudiante. La presente propuesta se desarrollará en con modelo de aprendizaje ERCA (Experiencia, Reflexión, Conceptualización, Aplicación) y el modelo de razonamiento geométrico Van Hiele.

6.3.Desarrollo de la propuesta

Guía didáctica: Poliedros con NeoTrie VR.

Sesión 1: Ambiente de NeoTrie VR y herramientas.

Objetivo: Adquirir competencias en el uso de herramientas de NeoTrie VR mediate la manipulación de objetos geométricos y desarrollo del pensamiento espacial.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Guía asistida en el acceso a NeoTrie VR (Inicio de sesión, configuración de avatar y entorno de trabajo).

Interacción libre con las figuras prediseñadas (figuras 2D y 3D)

Manipular y observar giros y movimientos de objetos 2D y 3D.

Reflexión:

Conversatorio sobre la dificultad o facilidad de moverse en el ambiente virtual.

Cual es las diferencias de manipulación entre material concreto y figuras en 3D.

Identificar qué herramientas fueron fáciles y cuáles se les dificultó en el uso.

Conceptualización:

Explorar de manera guiada las herramientas principales del software:

Rotación y movimiento.

Selección y duplicación.

Construcción básica (triángulos, cuadriláteros, objetos tridimensionales).

Vistas y perspectiva (inferior, superior, lateral, frontal, zoom).

Etiquetas y medición (nombre, aristas, vértices, caras).

Aplicación:

Cada estudiante realizará un reto inicial:

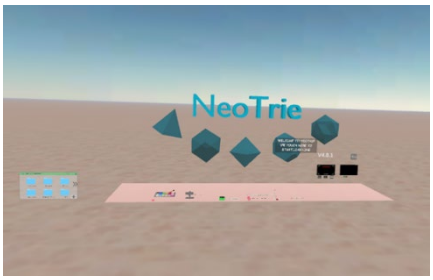
Construir un cubo en NeoTrie VR.

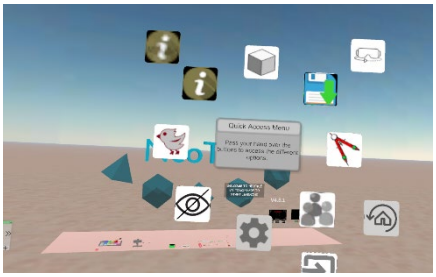
Colocar etiquetas en los vértices.

Medir la distancia de una arista.

Cambio de vista para observarlo desde dentro.

Los estudiantes mostrarán la figura en la pantalla principal y explicar las herramientas que se utilizaron para su construcción.





Sesión 2: Triángulos: clasificación por lados y ángulos.

Objetivo: Identificar y clasificar triángulos de acuerdo con la medida de sus lados y ángulos a través de la herramienta digital NoeTrie VR con la finalidad de comprender conceptos básicos de poliedros.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

El estudiante construirá con material con concreto (plastilina, palillos) diversos triángulos y los compara comparan físicamente.

Haciendo uso de NeoTrieVR exploran los triángulos predefinidos, manipulan la perspectiva con la herramienta rotar y zoom.

Reflexión:

En grupos de tres estudiantes, analizan las semejanzas y diferencias de entre los triángulos construidos.

Contestar la siguiente pregunta. ¿Qué ocurre con los lados y ángulos de os triángulos?

Con el uso de regla y graduador completar la tabla de valores y observar su relación.

Conceptualización:

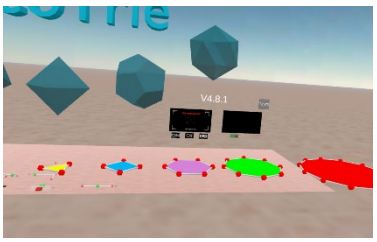
El docente guiará la conceptualización de la clasificación de los triángulos; Por sus lados (equilátero, isósceles, escaleno). Por sus ángulos (rectángulo, acutángulo, obtusángulo).

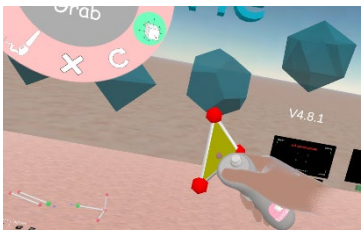
En NeoTrieVR utilizar las herramientas “Clasificar polígono” y “Medir ángulo” para reforzar los conceptos.

Aplicación:

Construir un triángulo de cada tipo (por sus lados y ángulos) en NeoTrie VR.

Utilizar las herramientas Dibujar vértice, unir segmento, medir, clasificar cada triangulo según las características aprendidas y llenar la tabla de comparación.





Sesión 3: Cuadriláteros: cuadrado, rectángulo, rombo y romboide.

Objetivo: Identificar y compara las propiedades de los cuadriláteros por medio del análisis de los lados, diagonales y ángulos

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Crear o recortar figuras (cuadrado, rectángulo, rombo, romboide). Con NeoTrie VR explorar, visualizar desde varias perspectivas los cuadriláteros preestablecidos. Utilizar La herramienta de rotar, lupa y medición para medir lados y ángulos e identificar similitudes.

Reflexión:

En grupos de dos o tres estudiantes, compara dos cuadriláteros. ¿Qué tienen en común y diferente? ¿Cuántos lados y cuantos lados iguales tienen?, ¿Cuántos tienen ángulos rectos?, ¿Qué ocurre con las diagonales

Utilizar la herramienta etiqueta (NeoTrie VR) para señalas lados y ángulos.

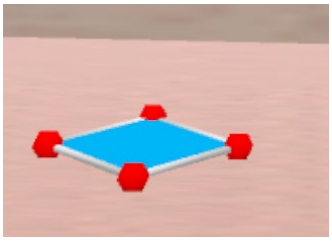
Conceptualización:

El docente guiará la conceptualización de cuadrado, rectángulo, rombo y romboide

En NeoTrieVR utilizar la herramienta “Crear cuadrilátero” y analizar las propiedades.

Aplicación:

En NeoTrie VR construir 4 cuadriláteros diferentes. Utilizar las herramientas medir para comprobar propiedades y registrar cada dato en la tabla comparativa



Sesión 4: Paralelogramos y sus elementos

Objetivo: analizar las propiedades y elementos de los paralelogramos para la introducción al estudio de cuerpos tridimensionales.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Con material concreto (papel milimetrado, plantillas, figuras móviles) manipular cuadrados, rectángulo, rombos y romboides, observar con atención los cambios en los lados vértices y ángulos al plegar o al superponer

Manipular objetos pre establecidos con las herramientas de rotación 3D, medición de lados y ángulos en NeoTrie VR.

Reflexión:

Contestar las siguientes preguntas. ¿Qué características comparten los paralelogramos?, ¿Sí rombo y rectángulo tienen lados opuestos paralelos, cual es la diferencia entre ellos?

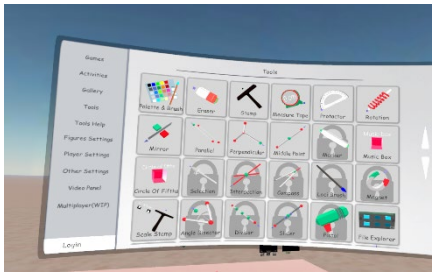
En grupos de trabajo con modelos físicos y virtuales analizar: lados puestos, paralelos y congruentes, ángulos y diagonales.

Conceptualización:

El docente resumen los conceptos de los elementos (lados, vértices, ángulos y diagonales). Detallas las propiedades de los cuadrados, rectángulos, rombos y romboides.

Con la herramienta “Ver diagonales” comprobar las propiedades.





Aplicación:

En NeoTrie VR construir 4 paralelogramos con las herramientas vértice y línea.

Con la herramienta medir, tomar los valores de los ángulos, lados opuestos, observar en comportamiento de las diagonales. Registrar todos los valores en la tabla comparativa y contestar la siguiente pregunta. ¿Qué condiciones debe cumplir la figura para que se considere como un paralelogramo?

Sesión 5: ¿Qué es un poliedro? elementos, características y ejemplos

Objetivo: identificar los elementos de los poliedros (artistas, vértices y caras)

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Manipular y observar modelos físicos de cubos, prismas, pirámides. Explorar diversos poliedros, rotar, observar de diferentes ángulos y perspectiva en NeoTrie VR.

Utilizar la herramienta “Explorar figura” e identificar vértices, aristas y caras.

Reflexión:

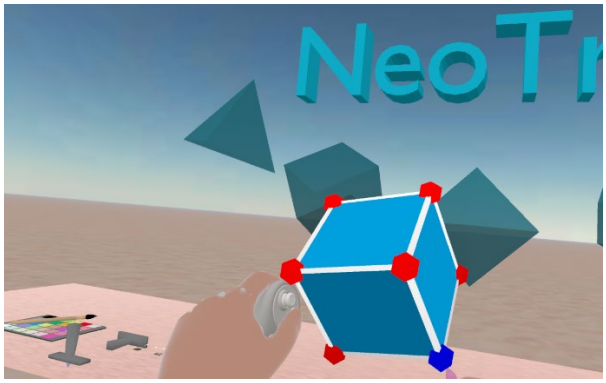
Contestar las siguientes preguntas. ¿Cuáles son las diferencias entre una figura plana y un poliedro?, ¿Qué elementos tienen en común? En grupos analizar los siguientes aspectos: estabilidad, cantidad de caras y vértices.

Conceptualización:

Inducir al concepto de que es un poliedro. ¿Cuáles son sus partes (aristas, vértices, caras, ángulo diedro, ángulo poliedro)?. Formula de Euler (C+V-A=2). Con NeoTrie VR contar las caras, vértices y aristas de un cubo.

Aplicación:

En NeoTrie VR construir poliedro (cubo, prisma o pirámide), con la ayuda de la herramienta etiqueta identifica: vértice, aristas y caras. Completa la tabla verifica la fórmula de Euler. Desmonta la figura (modelo físico), reconstrúyela y visualiza su estructura.



Sesión 6: Sólidos platónicos: clasificación, propiedades y elementos

Objetivo: Reconocer y clasificar los cinco sólidos platónicos según el tipo de caras, vértices y aristas

Estrategias metodológicas

Experiencia:

El estudiante Manipular y observar modelos físicos de tetraedro, cubos, octaedro, dodecaedro e icosaedro. Inspeccionar en NeoTrie VR cada uno de los sólidos con las herramientas rotar, medir ángulo, arista. Utilizar la herramienta corte para visualizar la parte interna. Identificar el polígono que compone la cara de cada figura.

Reflexión:

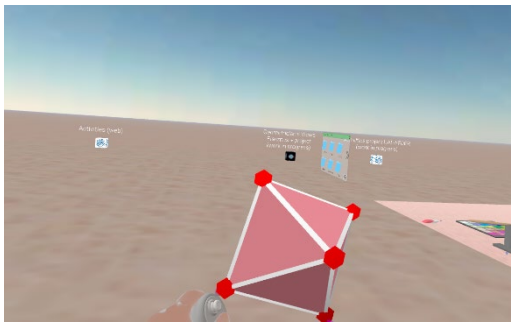
Contestar las siguientes preguntas. ¿Qué característica comparte los sólidos platónicos?, ¿Cómo se relacionan los vértices, aristas y caras? En grupos analizar los siguientes aspectos ¿Se puede formar un sólido platónico con toldos lo polígonos regulares?

Conceptualización:

Proporcionar criterios para la definición de sólido platónico. Se presenta una tabla estructura de los cinco sólidos con el número de caras, vértices y aristas. Estacar la importancia de histórica de platón en la simetría estructural.

Aplicación:

En NeoTrie VR construir al menos 3 solidos platónicos. Tomar las medidas de: caras, vértices, aristas. Aplicar fórmula de Euler y registrar los datos en la tabla de comparación. Diseñar una red 2D de un sólido y construirlo con material concreto.



Sesión 7: Comparación, construcción y simetría de sólidos platónicos

Objetivo: Compra, analizar y construir sólidos platónicos a partir de modelos 2D.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Con NeoTrie Vr el estudiante manipula giros, cortes en sólidos platónicos, utilizar la herramienta simetría para identificar y observar ejes de simetría, coincidencia de vértices caras y centros. A partir de modelos plegables (redes planas) visualizar como se construyen sólidos tridimensionales.

Reflexión:

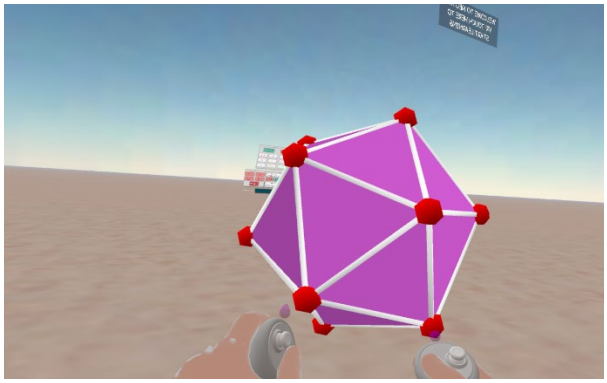
Contestar las siguientes preguntas. ¿Cuál sólido posee ms simetría?, ¿Qué diferencia existe entre los sólidos que poseen caras triangulares?, ¿Qué ocurre si se cambia el número de caras?

Conceptualización:

Proporcionar una guía sistemática de la simetría, ejes de rotación en los sólidos platónicos. Que es una congruencia de caras y vértices. Enfatizar el concepto uniformidad y equilibrio estructural.

Aplicación:

En grupos construir una red 2D de un sólido y armarlo. En NeoTrie VR, construir los sólidos platónicos, con las herramientas etiquetado, medición y rotación completar la tabla de comparación. Sustentar la siguiente pregunta ¿Qué caracteriza hacen que un sólido sea perfectamente regular?



Sesión 8: Prismas: definición, elementos y clasificación según la base

Objetivo: Reconocer y clasificar pirámides a partir de sus elementos y características utilizando redes 2D, NeoTrie VR y modelos manipulables.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Con modelos elaborados en cartón, bloques los estudiantes manipularán diferentes prismas de base triangular, cuadrada, pentagonal y hexagonal. En NeoTrie VR observar las características de los prismas con las herramientas rotar, etiquetado, medir y vista interna.

Reflexión:

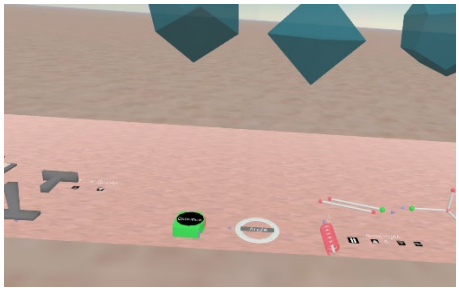
Contestar las siguientes preguntas. ¿Qué tienen en común todos los prismas?, ¿Cuáles son las diferencias?, ¿Qué relación tiene el número de caras y la base?, ¿Por qué las caras del prisma son paralelogramos?

Conceptualización:

El docente presenta la una definición formal de prisma “Un prisma es un poliedro con dos bases poligonales congruentes y paralelas, y caras laterales que son paralelogramos” si como de sus elementos (base, caras laterales, vértices, aristas, altura) y si clasificación de acuerdo con la base poligonal.

Aplicación:

En NeoTrie VR los estudiantes construyen dos prismas diferentes desde cero. Utilizar herramientas: etiquetar, medir y contar aristas, colocar los datos en la tabla de comparación y verificar el cumplimiento de la fórmula de Euler. Ensamblar una red 2D de prisma y observar las estructuras entes de armarla.



Sesión 9: Pirámides: definición, elementos y clasificación según la base

Objetivo: Identificar y ordenar pirámides a partir de sus elementos y características a través del manejo de redes 2D, NeoTrie VR y modelos manipulables

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Los estudiantes manipulan las pirámides triangulares, cuadráticas y pentagonales. En NeoTrie VR manipular la rotación 3D, vista interna y corte de las pirámides predefinidas. Identificar la forma de la base poligonal y la forma de las caras.

Reflexión:

Contestar las siguientes preguntas. ¿Qué se produce cuando la base cambia de forma?, ¿El número de caras aumenta o disminuye?, ¿Cómo se pueden clasificar los prismas?

Conceptualización:

El docente realiza un proceso sistemático para que los estudiantes elaboren la definición de pirámide “es un poliedro de base poligonal y caras triangulares con un vértice común”, además se profundizará en la definición de los elementos: base, vértice, aristas, altura y su clasificación

Aplicación:

En NeoTrie VR los estudiantes construyen dos pirámides de base triangular y cuadrada desde cero. Utilizar herramientas: etiquetar, medir y contar aristas, medir altura, colocar los datos obtenidos en la tabla de comparación y verificar el

cumplimiento de la fórmula de Euler. Ensamblar una red 2D de prisma y observar las estructuras entes de armarla.

Sesión 10: Construcción de redes 2D de poliedros

Objetivo: Elaborar redes planas de poliedros y convertirlos en modelos tridimensionales con la finalidad de comprender la relación de las figuras planas que componen un poliedro.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Presentar redes 2D desplegados de diferentes poliedros. Los estudiantes manipularán los modelos desplegados y analizar como se pliegan para formar la figura 3D, en NeoTrie VR activar el modo red 2D.

Reflexión:

Contestar las siguientes preguntas. ¿Qué sucede si las caras con encajan correctamente?, ¿cuál es la relación de las caras del plano con las caras del sólido?, ¿Qué ocurre si falta una cara o se ubica mal una pestaña de pliegue?

Conceptualización:

El docente explica que una red 2D es una proyección plana de un sólido tridimensional, además se identifica las partes y elementos (caras, aristas, dobleces). Discutir la importancia de la continuidad de las caras y la orientación. Analizar la diferencia entre redes válidas e inválidas.

Aplicación:

Los estudiantes recortan y arman tres redes 2D (dos pirámides y un prisma). En NeoTrie VR construir los poliedros armados y compara dimensiones entre modelo físico y digital, registrar los datos en la tabla comparativa.

Sesión 11: Clasificación comparativa de prismas y pirámides

Objetivo: Comparar prismas y pirámides en función de sus elementos y características.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Presentar molos físicos y virtuales de pirámides y prismas. En NeoTrie VR descomponer para identificar las características. Identificar los elementos: bases, números de caras, formas de las caras y estructuras.

Reflexión:

Contestar las siguientes preguntas. ¿Cuál es la diferencia entre un prisma y una pirámide de la misma base?, ¿Cuál es la forma de las caras?, ¿Por qué el uno tiene una base y el otro dos?,

Conceptualización:

El docente guiara en la elaboración de tablas comparativas para prismas y pirámides (Base, Caras, forma de la cara, vértice, redes planas, altura, aristas)

Aplicación:

Los estudiantes trabajarán en grupos y completarán la tabla comparativa.

En NoeTrie VR replicarán los objetos y verificar las características y elementos. Elaborar un presentación corta u ordenador gráfico de las diferencias y similitudes.

Sesión 12: Clasificación comparativa de prismas y pirámides

Objetivo: Comparar prismas y pirámides en función de sus elementos y características.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

Los estudiantes observan una variedad de poliedros (prismas, pirámides, sólidos platónicos), en NeoTrie activar modelos, explorar números de caras, tipos de bases, simetría y estructuras.

Reflexión:

Contestar las siguientes preguntas. ¿Qué similitudes comparten los poliedros regulares?, ¿Qué importancia tiene la simetría?

Conceptualización:

El docente guiará en la elaboración colectiva de criterios de clasificación de acuerdo con el número de caras, vértices y aristas.

Aplicación:

Los estudiantes clasificarán una serie de poliedros en una tabla comparativa de acuerdo con las propiedades de cada uno de poliedros. Completar la tabla. Discutir los hallazgos encontrados y generar conclusiones.

Sesión 13: Proyecto de construcción libre de poliedros

Objetivo: Diseñar y construir de forma colaborativa un poliedro, aplicar conocimientos sobre redes, clasificación y elementos geométricos, y explicar las propiedades y propiedades.

Estrategias metodológicas

Experiencia:

El docente creará grupos de trabajo, seleccionar de forma aleatoria un poliedro para su diseño

Reflexión:

Contestar las siguientes preguntas. ¿Qué similitudes comparten los poliedros regulares?, ¿Qué importancia tiene la simetría?

Conceptualización:

El docente guiará en la elaboración colectiva de criterios de clasificación de acuerdo con el número de caras, vértices y aristas.

Aplicación:

Los estudiantes clasificarán una serie de poliedros en una tabla comparativa de acuerdo con las propiedades de cada uno de poliedros. Completar la tabla. Discutir los hallazgos encontrados y generar conclusiones.