



UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INFORMÁTICA

**Aplicación para Enseñanza de Conceptos Espaciales en Estudiantes de Ingeniería
basada en Realidad Virtual**

Trabajo de Grado
presentado ante la
UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO
como parte de los requisitos para optar al título de
INGENIERO EN INFORMÁTICA

Realizado por

Rosas Ordaz, Alejandro José

Tutor

Lárez Mata, Jesús José

Fecha

Abril, 2025

Índice de Contenido

CAPÍTULO I. El Problema

Planteamiento del Problema	1
Objetivos	2
Objetivo General	2
Objetivos Específicos	2
Alcance	3
Limitaciones	3
Justificación	4

CAPÍTULO II. Marco Teórico

Antecedentes de la Investigación	6
Immersive interfaces for engagement and learning [Interfaces inmersivas para la participación y el aprendizaje]	6
Desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de ingeniería mediante CAD especializado	7
GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas	8
Propuesta Metodológica para la Elaboración de Software Educativo, en Realidad Virtual, bajo los Conceptos Constructivistas	8
Prototipo basado en técnicas de Realidad Virtual semi-inmersiva para la enseñanza de Cálculo Multivariado y Vectorial en estudiantes de Ingeniería	8
Bases Teóricas	9
Visión Espacial	9
Constructivismo	9
Inmersión y Entornos Inmersivos	9
Realidad Virtual	9
Realidad Virtual en la Educación	9

Dispositivos de Realidad Virtual	9
Meta Quest	9
CAPÍTULO III. Marco Metodológico	
Tipo de Investigación	10
Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	10
Metodología de Desarrollo Utilizada	10
CAPÍTULO IV. Desarrollo y Resultados	
Procedimiento Metodológico	11
CAPÍTULO V. Conclusiones y Recomendaciones	
Conclusiones	12
Recomendaciones	12
Referencias	

CAPÍTULO I.

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

La visión espacial, o visualización, es definida por Piaget y Inhelder (1971) como la capacidad de las personas para generar representaciones mentales del espacio. Estas actúan como guías que permiten entender y trabajar con el espacio, ya sea al dibujar un plano o al resolver un problema de geometría. De manera similar Sanjuán y Robles (2016) define la visión espacial como la habilidad de operar mentalmente con imágenes visuales o espaciales.

De acuerdo con Wai, Lubinski, y Benbow (2009) la importancia de la visión espacial reside en su capacidad para mejorar la comprensión y manipulación del espacio. Esto resulta vital en campos como la arquitectura, el diseño, la ingeniería y las artes visuales. Además, esta habilidad está estrechamente relacionada con el éxito en áreas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (CTIM), como lo demuestran los estudios revisados por Wai y cols. (2009), que indican que las habilidades espaciales predicen el rendimiento académico en estas disciplinas. Por lo tanto, desarrollar y mejorar la visión espacial no solo beneficia el rendimiento profesional, sino también el desarrollo cognitivo y la resolución de problemas en general.

El estudio de Ramos, Cedeño, Tubay, y Llaguno (2025) identifica varios desafíos en la enseñanza de conceptos espaciales en la educación básica. Los resultados muestran una dificultad entre los estudiantes para identificar objetos en el aula y se observa que las actividades de enseñanza no siempre se perciben como claras o contextualmente aplicables. El estudio también destaca una inconsistencia en la frecuencia de las actividades relacionadas con el espacio y un uso irregular de recursos didácticos como mapas y modelos tridimensionales. Se identifica una subutilización de aplicaciones tecnológicas en la enseñanza de estos conceptos. Estos hallazgos indican áreas de mejora en los enfoques educativos actuales para la enseñanza de conceptos espaciales.

La literatura, como evidencian Gunderson, Ramirez, Beilock, y Levine (2012) y Hawes

y Ansari (2020), establece una clara relación entre las habilidades espaciales, el desarrollo cognitivo general y la capacidad para abordar problemas complejos. Se destaca también que el subdesarrollo de estas habilidades podría comprometer significativamente la capacidad de los estudiantes para adaptarse a entornos cambiantes y complejos, así como su rendimiento académico y desarrollo profesional.

Ante los desafíos identificados y la importancia de las habilidades espaciales, se propone el desarrollo de una aplicación para la enseñanza de conceptos espaciales en estudiantes de ingeniería basada en realidad virtual. Esta aplicación buscará superar las limitaciones de los métodos tradicionales, ofreciendo una experiencia inmersiva e interactiva. Su diseño se centrará en la intuitividad y facilidad de uso, permitiendo a los estudiantes explorar y manipular conceptos espaciales de manera práctica y atractiva. La realidad virtual ofrece la posibilidad de crear entornos tridimensionales simulados que facilitan la comprensión de conceptos abstractos, permitiendo a los estudiantes experimentar y aplicar sus conocimientos en un contexto virtual realista.

Objetivos

Objetivo General.

Desarrollar una aplicación para enseñanza de conceptos espaciales en estudiantes de ingeniería basada en realidad virtual.

Objetivos Específicos.

1. Analizar la situación que presentan los estudiantes de ingeniería al abordar conceptos espaciales, identificando las necesidades y requerimientos para el desarrollo de la aplicación.
2. Diseñar una aplicación para enseñanza de conceptos espaciales a estudiantes de ingeniería basada en realidad virtual en función del análisis realizado.
3. Implementar la aplicación para enseñanza de conceptos espaciales a estudiantes de ingeniería basada en realidad virtual según el diseño realizado.
4. Validar la aplicación para enseñanza de conceptos espaciales a estudiantes de ingeniería basada en realidad virtual con respecto al análisis realizado

5. Realizar la documentación de la aplicación para enseñanza de conceptos espaciales a estudiantes de ingeniería basada en realidad virtual realizada.

Alcance

El presente trabajo se enfocará en el desarrollo de una aplicación basada en realidad virtual para la enseñanza de conceptos espaciales, orientada a fortalecer la visión espacial en estudiantes de ingeniería. La aplicación estará dirigida a estudiantes que cursen asignaturas relacionadas con conceptos matemáticos y geométricos, y se desarrollará utilizando tecnologías de Realidad Virtual Inmersiva, haciendo uso de dispositivos Meta Quest. El desarrollo se llevará a cabo en la Universidad Católica Andrés Bello en un plazo de 20 semanas, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Se realizará un análisis y levantamiento de requerimientos para identificar las necesidades de los usuarios y definir las funcionalidades a implementar en la aplicación.
- Se diseñará la arquitectura de la aplicación, definiendo los componentes y su interacción, así como la interfaz de usuario.
- Se implementará la aplicación utilizando el motor gráfico Unity, haciendo uso de un dispositivo de realidad virtual Meta Quest, integrando los modelos 3D y las funcionalidades definidas en la fase de diseño.
- Se hará una validación de la aplicación con usuarios reales, recolectando feedback para realizar mejoras y ajustes necesarios.
- Se realizará una documentación de la aplicación, incluyendo el manual de usuario y la guía de instalación.

Limitaciones

El desarrollo del presente trabajo podría enfrentar ciertas limitaciones que podrían influir en su alcance y cronograma.

- Acceso restringido y costos asociados a fuentes primarias: La disponibilidad limitada de referencias directas y datos de primera mano, a menudo están sujetos a costos de

adquisición o suscripción, podría dificultar la contextualización teórica. Se ha planificado la búsqueda de fuentes secundarias y terciarias que puedan proporcionar información relevante y actualizada sobre el tema de investigación.

- El acceso al aula tecnológica equipada con dispositivos de realidad virtual y los implementos necesarios para el desarrollo de la solución propuesta estará sujeto a horarios restringidos, demanda técnica especializada y posibles restricciones institucionales, esto podría afectar el tiempo y la flexibilidad requeridos para la realización de pruebas y la recopilación de datos. Se prevee planificar sesiones de trabajo que permitan aprovechar al máximo el tiempo de uso del aula tecnológica además de la posible adquisición de dispositivos de realidad virtual para el desarrollo del proyecto de ser necesario.
- La curva de aprendizaje podría ser un obstáculo para el desarrollo de la aplicación, se ha planificado sesiones de capacitación y familiarización con el entorno de desarrollo.

Justificación

La presente investigación se motiva en la necesidad continua de mejora en los métodos de enseñanza de la ingeniería, particularmente en el desarrollo de la visión espacial, una habilidad crucial para el éxito profesional en este campo. El desarrollo de un entorno de enseñanza basado en realidad virtual (RV) ofrecerá una solución efectiva para superar las limitaciones de los métodos tradicionales.

- La visión espacial es un pilar fundamental para la comprensión y aplicación de conceptos complejos dentro del campo de la ingeniería, abarcando el diseño, la construcción y el análisis de estructuras y sistemas. Sin embargo, los métodos de enseñanza tradicionales, que a menudo se basan en representaciones bidimensionales y modelos físicos estáticos, pueden limitar el desarrollo de una comprensión profunda de los conceptos espaciales por parte de los estudiantes. En consecuencia, se observa una brecha significativa entre las habilidades espaciales que demanda el entorno laboral y las que los estudiantes adquieren a través de la educación convencional.
- El proyecto aportaría la creación de entornos de enseñanza inmersivos e interactivos mediante realidad virtual para facilitar la visualización y manipulación tridimensional

de objetos y conceptos, permitiendo simular escenarios complejos y abstractos de forma práctica y segura, y promoviendo una enseñanza intuitiva y significativa con retroalimentación inmediata.

- Los beneficiarios directos serán los estudiantes de ingeniería, quienes mejorarían significativamente su visión espacial para un mayor rendimiento académico y mejor preparación profesional; mientras que los beneficiarios indirectos incluirían las instituciones educativas, que podrían modernizar su enseñanza y atraer talento, y el sector industrial, que se beneficiaría de ingenieros con habilidades espaciales avanzadas, impulsando la innovación y la competitividad.
- Alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS 4, Educación de Calidad (Meta 4.4): El proyecto contribuiría a garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad, y a promover oportunidades de enseñanza permanente para todos.
- El proyecto sentaría las bases para futuras investigaciones y desarrollos en educación de ingeniería y afines mediante tecnologías inmersivas como la realidad virtual, permitiendo la creación de un modelo de enseñanza replicable y escalable a otras instituciones y áreas, contribuyendo así a una cultura de innovación y la adopción de tecnologías emergentes para mejorar la calidad educativa.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la Investigación

Immersive interfaces for engagement and learning [Interfaces inmersivas para la participación y el aprendizaje].

En este estudio, Dede (2009) se enfoca en el diseño de experiencias educativas que aprovechan la fluidez digital de los estudiantes para promover el compromiso, la enseñanza y la transferencia de conocimientos a entornos del mundo real, esto mediante el uso de interfaces inmersivas, las cuales generan en el usuario la impresión subjetiva de que está participando en una experiencia realista e integral. Este estudio se distingue por su exploración en cómo la inmersión en un entorno digital puede mejorar la educación al permitir múltiples perspectivas, la enseñanza situada y la transferencia de conocimientos. Además, resalta la importancia de diseñar experiencias de enseñanza inmersivas que combinen factores sensoriales, de acción y simbólicos para aumentar la sensación de presencia del participante en el entorno virtual.

Presentando así, esta investigación los siguientes puntos clave en relación con la enseñanza inmersiva:

- Destaca cómo la capacidad de cambiar la perspectiva en un entorno virtual facilita la comprensión de fenómenos complejos, alternando entre vistas exocéntricas y egocéntricas para combinar las fortalezas de ambas.
- Enfatiza el potencial de las interfaces inmersivas para simular comunidades de resolución de problemas auténticas, donde los estudiantes interactúan con otros participantes y agentes virtuales, fomentando la enseñanza situada.
- Ejemplifica cómo la inmersión en simulaciones virtuales, como River City, puede mejorar la enseñanza de habilidades de indagación de orden superior, como la

formulación de hipótesis y el diseño experimental, en comparación con la instrucción convencional.

- Sugiere que la inmersión digital puede ayudar a los estudiantes de bajo rendimiento a desarrollar confianza en sus habilidades académicas al permitirles asumir roles de éxito en un contexto virtual, lo que podría liberar inteligencia y compromiso en muchos estudiantes.
- Explora el uso de la realidad aumentada como una forma de inmersión que combina entornos reales y virtuales, y cómo esta tecnología puede mejorar la enseñanza en áreas como matemáticas y alfabetización.

Tomando en cuenta estos puntos, se busca aplicar la inmersión en el entorno virtual para mejorar la enseñanza de conceptos matemáticos, específicamente en el ámbito de la geometría analítica. La investigación de Dede proporciona un marco conceptual valioso para el desarrollo de experiencias educativas inmersivas que fomenten la participación activa y el aprendizaje significativo.

Desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de ingeniería mediante CAD especializado.

La tesis doctoral de Trisancho-Ortiz, Vargas, y Contreras-Bravo (2019) se centra en el estudio de la habilidad espacial en estudiantes de ingeniería, su importancia en el éxito académico y profesional, y cómo puede desarrollarse a través de la educación y la práctica. La investigación incluye la evaluación de habilidades espaciales en estudiantes de primer curso de ingeniería de la UPC, utilizando pruebas como DAT-SR, PSVT:R y MCT, y la realización de entrevistas para analizar las estrategias de resolución de tareas espaciales.

Con esto es posible identificar que técnicas e implementaciones de CAD pueden ayudar a la enseñanza de conceptos matemáticos, en este caso, el uso de software CAD para la enseñanza de la geometría analítica. Este antecedente muestra las distintas herramientas e implementaciones de valor en un entorno no inmersivo y se busca realizar de cierta manera una evolución del mismo esta vez inmersivo.

GeoGebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas.

El estudio de García y Izquierdo (2017) destaca cómo la introducción de la tecnología en el aula de matemáticas ha generado un debate sobre las ventajas de su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los autores señalan que las TIC pueden ser beneficiosas tanto para el alumno como para el docente, ya que permiten desarrollar el pensamiento matemático y las habilidades digitales necesarias para innovar en el aula. Además, el estudio resalta la importancia de que los docentes adquieran competencias digitales y planifiquen el currículo integrando las TIC de manera efectiva.

Dicho estudio muestra un antecedente sobre como herramientas de graficación no inmersivas pueden ayudar a la enseñanza de conceptos matemáticos, en este caso, el uso de GeoGebra para la enseñanza de la geometría analítica. Este antecedente muestra las distintas herramientas e implementaciones de valor en un entorno no inmersivo y se busca realizar de cierta manera una evolución del mismo esta vez inmersivo.

Propuesta Metodológica para la Elaboración de Software Educativo, en Realidad Virtual, bajo los Conceptos Constructivistas.

En esta investigación, Fuenmayor (2016) analiza cómo la realidad virtual puede incorporarse en el proceso educativo bajo los principios del constructivismo. El estudio propone un marco metodológico para el desarrollo de aplicaciones educativas en entornos virtuales, basado en fundamentos pedagógicos y constructivistas, con el propósito de facilitar la asimilación de ideas complejas y abstractas en estudiantes de edades tempranas.

El desarrollo de la aplicación será basado en dicho marco metodológico, debido a que demuestra estar alineado con el enfoque y objetivos del proyecto, priorizando al usuario como eje central del proceso.

Prototipo basado en técnicas de Realidad Virtual semi-inmersiva para la enseñanza de Cálculo Multivariado y Vectorial en estudiantes de Ingeniería.

El estudio de Raigoza, Alvis, Sánchez, y Giraldo (2017) presenta el diseño, implementación y validación funcional de un prototipo de software basado en RV semi-inmersiva para la enseñanza del Cálculo Multivariado y Vectorial en estudiantes de

ingeniería. El prototipo contiene una serie de escenarios (salones) con ejemplos de conceptos de dicho curso, que son visualizados usando smartphones con sistema operativo Android y Cardboards (gafas estereoscópicas de bajo costo). Los resultados de las pruebas experimentales arrojaron un alto grado de confiabilidad y aceptación por parte de los estudiantes. Dicho prototipo expone los beneficios de utilizar la RV en el aula y que si es posible enseñar de esta manera. Este antecedente es relevante para el desarrollo ya que se busca realizar una nueva visión del prototipo propuesto inmersivo y con nuevas características, apoyándose del proceso y la experiencia obtenida en este trabajo.

Bases Teóricas

Visión Espacial.

Constructivismo.

Inmersión y Entornos Inmersivos.

Realidad Virtual.

Realidad Virtual en la Educación..

Dispositivos de Realidad Virtual..

Meta Quest..

CAPÍTULO III.

MARCO METODOLÓGICO

Tipo de Investigación

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Metodología de Desarrollo Utilizada

CAPÍTULO IV.

DESARROLLO Y RESULTADOS

Procedimiento Metodológico

CAPÍTULO V.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Recomendaciones

Apéndices

Referencias

- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *Science*, 323(5910), 66–69.
- Fuenmayor, V. (2016). *Propuesta metodológica para la elaboración de software educativo, en realidad virtual, bajo los conceptos constructivistas* (Tesis de grado). Universidad Católica Andrés Bello.
- García, J. G. J., y Izquierdo, S. J. (2017). Geogebra, una propuesta para innovar el proceso enseñanza-aprendizaje en matemáticas. *Revista electrónica sobre tecnología, educación y sociedad*, 4(7).
- Gunderson, E. A., Ramirez, G., Beilock, S. L., y Levine, S. C. (2012). The relation between spatial skill and early number knowledge: the role of the linear number line. *Developmental psychology*, 48(5), 1229.
- Hawes, Z., y Ansari, D. (2020). What explains the relationship between spatial and mathematical skills? a review of evidence from brain and behavior. *Psychonomic bulletin & review*, 27, 465–482.
- Piaget, J., y Inhelder, B. (1971). *Mental imagery and the child*.
- Raigoza, A., Alvis, P., Sánchez, D., y Giraldo, F. (2017). Prototipo basado en técnicas de realidad virtual semi-inmersiva para la enseñanza de cálculo multivariado y vectorial en estudiantes de ingeniería. En *12mo congreso colombiano de computación (12ccc) at: Cali*.
- Ramos, A. W. G., Cedeño, K. J. C., Tubay, J. C. O., y Llaguno, L. S. V. (2025). Enseñanza de conceptos espaciales en educación básica. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 17(2), 56–64.
- Sanjuán, J. M., y Robles, C. L. (2016). *Visión espacial y expresión gráfica*. Universidad de Granada.
- Tristancho-Ortiz, J. A., Vargas, L., y Contreras-Bravo, L. E. (2019). Desarrollo de habilidades espaciales en estudiantes de ingeniería mediante cad especializado. *Scientia et technica*,

24(1), 57–66.

Wai, J., Lubinski, D., y Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for stem domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835.