# Entornos virtuales tridimensionales (3D): alternativa pedagógica para la enseñanza y el aprendizaje de las derivadas

*Ana Gabriel Pimbo Tiban*
*William Arturo Godoy Arce*
*Marco Iván Pinos Miranda*
*Susana Yolanda Tibán Chaza*
*Erika Alexandra Gallo Espín*

MINISTERIO DE EDUCACIÓN DEL ECUADOR

Virtual Learning Environments (VLEs) act as an innovative factor in education, facilitating access to a variety of resources that promote motivation, adaptability, interaction, and creativity in the learning process. VLEs have advanced towards the use of 3D virtual environments, which help students understand the real world by representing spaces and objects in 3D. These environments provide new opportunities for learning and solving mathematical exercises and problems. In this context, the objective of this article is to analyze the relationship between three-dimensional virtual spaces and the teaching process of derivatives. The methodology used was a mixed approach, exploratory in nature, descriptive, and correlational analysis. With a quasi-experimental design, the Shapiro-Wilks test was applied to assess the normality of the variable. The study was conducted with 140 participants organized into four groups of 35, using a descriptive-correlational approach. In summary, the use of three-dimensional virtual environments positively impacts the instruction process of derivatives; therefore, it is suggested to adopt these three-dimensional virtual spaces to optimize student assimilation.

## Introducción

Un desafío importante para los docentes radica en la integración efectiva de recursos virtuales en la creación de materiales didácticos, con el objetivo de generar un impacto significativo en el aprendizaje de los estudiantes. Este proceso es fundamental, ya que no solo respalda el desarrollo académico, sino que también fomenta el autoaprendizaje y el aprendizaje por descubrimiento. Peralta et al. (2023) destacan que, en la actualidad, la educación está experimentando una transformación hacia metodologías más innovadoras y contextos tecnológicos, y la educación matemática no es una excepción.

Para que esta transición sea exitosa, es crucial que los docentes no solo adquieran competencias digitales, sino que también se adapten a un nuevo rol que implica convertirse en "prosumidores". Esto significa profesionales que no solo consumen contenido educativo, sino que también crean y comparten recursos adaptados a las necesidades de sus alumnos.

Además, es esencial que las instituciones educativas apoyen esta transformación mediante el desarrollo profesional continuo de los educadores, así como la disposición de recursos tecnológicos adecuados (Acevedo, 2024).

Con el avance de la tecnología educativa, la integración de espacios virtuales tridimensionales se ha vuelto fundamental para enriquecer el proceso de aprendizaje. Estos entornos inmersivos permiten una visualización más clara y comprensible de conceptos abstractos a partir de metaversos, facilitando el aprendizaje interactivo y estimulando la curiosidad de los estudiantes. A pesar de sus beneficios, la adopción de estas tecnologías sigue siendo limitada entre los docentes,

en gran parte debido a una deficiente capacitación y carencia de conocimientos en el manejo de instrumentos y recursos digitales (Pierre & Zapata, 2023).

A medida que avanza la tecnología, se deben desarrollar nuevos modelos y procesos en la educación, especialmente en matemáticas. Esta disciplina es conocida por su complejidad y la alta tasa de abandono escolar asociada a ella. Soto y Yogui (2020) confirmaron que las matemáticas generan diferentes emociones, actitudes y creencias en los estudiantes de diversos niveles y subniveles de educación. En el caso de algunos estudiantes, las matemáticas pueden causar estrés y enfermedades relacionadas con la ansiedad, mientras que, para otros, representan un campo de constante innovación y descubrimiento. Estas diferencias en la percepción de las matemáticas pueden deberse a varios factores, incluyendo la comprensión rígida y abstracta de los conceptos matemáticos y la falta de métodos participativos y reflexivos en el aula (Buriticá, 2023).

Esta percepción negativa de las matemáticas puede deberse por métodos de enseñanza tradicionales que no logran conectar con los estudiantes. La abstracción y la rigidez conceptual pueden hacer que las matemáticas parezcan inaccesibles y desalentadoras. Por lo tanto, es fundamental integrar tecnologías avanzadas y enfoques pedagógicos innovadores que hagan las matemáticas más accesibles y atractivas. Estas nuevas metodologías pueden incluir el uso de simulaciones interactivas, juegos educativos y plataformas de aprendizaje adaptativo, todas diseñadas para promover un aprendizaje enriquecedor y significativo.

Según Jiménez et al. (2016), las tendencias tecnológicas actuales exigen que los docentes se concentren menos en perseguir objetivos preplanificados y asuman una mayor responsabilidad en el aprendizaje. Esta perspectiva requiere que los educadores se adapten a un entorno en constante cambio y se enfoquen en desarrollar habilidades críticas relacionado con la capacidad de los estudiantes para resolver problemas.

Objetivos:

·Explorar la relación pedagógica entre los entornos virtuales tridimensionales (3D) y el aprendizaje de las derivadas.

·Evaluar la efectividad de los entornos virtuales 3D en comparación con los métodos tradicionales.

·Proponer recomendaciones para la implementación de entornos virtuales tridimensionales en la enseñanza de matemáticas.

Espacios virtuales tridimencionales

Actualmente existe un interés mundial en la formación y el desarrollo de competencias e impulsar el desarrollo del pensamiento y la investigación en espacios virtuales que incorporan pensamientos virtuales. Según Sousa et al. (2021), los entornos de realidad virtual se benefician significativamente de herramientas como VRML (Virtual Reality Modeling Language), conocido en español como Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual. Esta tecnología permite integrar objetos 3D en escenas y mundos virtuales, incorporar animaciones y vistas generales multimedia, y ofrecer interacción del usuario. El objetivo principal de VRML es crear visores espaciales que presenten estas imágenes y simulen la realidad virtual, proporcionando una experiencia inmersiva y realista (Olivo & Corrales, 2020).

Según la UNESCO (como se cita en Borja et al., 2020) ha señalado la importancia de integrar tecnologías avanzadas, como espacios tridimensionales para la formación, con el fin de elevar la excelencia educativa. Estos espacios virtuales facilitan la comprensión más profunda de los conceptos abstractos, también preparan a los docentes para enfrentar las demandas tecnológicas de la educación moderna. La necesidad de competencia tecnológica por parte de los profesores se ha convertido en una prioridad, ya que esta competencia es crucial para orientar y guiar a los

estudiantes de manera efectiva.

Características de los ambientes virtuales y espacios virtuales

Los ambientes virtuales están revolucionando la manera de interacción entre educandos y educadores, transformando dinámicas tradicionales de enseñanza a la construcción de nuevos procesos pedagógicos. Estos entornos permiten que los docentes se especialicen en diseñar actividades reflexivas que fomentan el trabajo en interactivo entre comunidades virtuales y el aprendizaje activo, en lugar de depender únicamente del modelo tradicional de clase magistral (Parrales & Paladines, 2023). Al integrar múltiples técnicas y metodologías con el uso de tecnología avanzada, la enseñanza se vuelve más dinámica, accesible y comprensible, incluso en áreas complejas como la enseñanza de las derivadas. Este enfoque innovador ofrece las siguientes características destacadas (Tabla 1):

**Tabla 1.**
Dimensiones Clave de los Entornos Virtuales

| Tipologías | Contribución |
|---|---|
| Cooperación | El beneficiario comunica y coopera en espacios tridimensionales a nivel mundial, en la que intercambian vivencias en la red. |
| Modificable/personalización | Ofrecen opciones personalizadas que responden al ritmo y nivel de dificultad adecuado para cada alumno. |
| Motivación /compromiso | La tecnología y la interactividad presentes en los ambientes virtuales hacen que el aprendizaje sea más atractivo y ayude a mantener el interés de los estudiantes. |
| Recreativo | Ofrece una forma innovadora y emocionante de abordar conceptos matemáticos. |

Nota. Modificado de Godoy (2023)

Aprendizaje inmersivo

El aprendizaje inmersivo, como señala Acuña (2023), se refiere a la experiencia en la que sujeto se introduce en un contexto innovador y dinámico, adquiriendo competencias y conocimientos de manera profunda. A partir de esta modalidad de aprendizaje, los educandos no solo interactúan con la información, sino que también se siente parte integral del entorno virtual, lo que facilita una mayor implicación y compromiso.

Según Llumiquinga (2018), el aprendizaje en un entorno digital inmersivo es conceptualizado en calidad de un sistema en 3D tridimensional, que puede ser tanto real como imaginario. Este entorno permite al usuario interactuar de manera que experimente la sensación de estar físicamente presente dentro del mismo. La estimulación física no es esencial para que el cuerpo sienta emociones o sensaciones, pues el cerebro puede generar estas respuestas por sí mismo simplemente en función de lo que percibe visual y auditivamente, simular un ambiente de la vida cotidiana, que despierta sensaciones y emociones, estimula a las personas a adquirir conocimientos (Prince, 2022). A continuación, se establece los beneficios de un aprendizaje inmersivo (Tabla 2):

**Tabla 2.**
Beneficios claves del aprendizaje inmersivo

| Beneficio | Contribución |
|---|---|
| Despliega destrezas ininteligibles | ✓Potencia el pensamiento crítico, capacidad para evaluar y reflexionar profundamente sobre la información.<br>✓Desarrolla habilidades para enfrentar y superar desafíos. |
| Reduce el miedo al error | ✓Autonomía en la toma de decisiones sin el temor a consecuencias negativas.<br>✓Aprendizaje a través de los fracasos, ver los errores como oportunidades para aprender y mejorar. |
| Aumenta el nivel de concentración | ✓Ofrece un entorno diseñado específicamente para facilitar la atención y el enfoque en las tareas.<br>✓Excluye distracciones, minimiza las interrupciones externas. |
| Incrementa la motivación y relevancia del aprendizaje | ✓Experiencias reales y prácticas, ofrece simulaciones diseñadas para proporcionar una experiencia educativa significativa.<br>✓Facilita una mejor retención y comprensión del material aprendido a través de una interacción inmersiva. |
| Potencia el vínculo emocional con el proceso educativo | ✓Involucra emociones y experiencias sensoriales para intensificar el interés. |

Nota. Modificado de Godoy (2023)

Entornos de realidad virtual inmersiva

Los sistemas interactivos en 3D, desarrollados con el Lenguaje de Modelado de Realidad Virtual (VRML), facilitan una experiencia inmersiva. Estos permiten una alta interactividad y son fácilmente accesibles a través de páginas web (Sousa et al., 2021).

Según Rueda et al. (2017), estos entornos ofrecen amplias posibilidades en la enseñanza y el aprendizaje, siempre que se superen los convencionalismos educativos tradicionales. La integración de experiencias innovadoras en entornos inmersivos tiene el potencial de transformar la educación, al proporcionar nuevas perspectivas y métodos de enseñanza. Permiten a los estudiantes participar en experiencias educativas que van más allá del aula tradicional, promoviendo la aplicación práctica de conocimientos en escenarios diversos y enriquecedores, los cuales difieren de la educación presencial tradicional (González et al., 2017).

Enseñanza en entornos de realidad virtual inmersiva

Es un método que apoya la enseñanza participativa, desarrollando habilidades para crear experiencias basadas en la vida real, lo que facilita un aprendizaje profundo y autónomo, preparando a los estudiantes para sus futuras profesiones (Cheney & Terry, 2018). La integración de sistemas de realidad virtual inmersiva fomenta la creatividad e innovación, al tiempo que involucra activamente a los estudiantes, permitiéndoles interactuar con el contenido de manera dinámica en un contexto que simula la realidad. Esto promueve una comprensión más significativa y aplicada de los conocimientos (Adams et al., 2018).

Godoy (2023) señala que la educación inmersiva busca establecer un entorno educativo innovador, acercando nuevas experiencias de enseñanza y aprendizaje mediante tecnologías avanzadas, como la realidad aumentada, orientadas a interactuar con contenidos mediante métodos prácticos en

profesiones reales (Buchner et al., 2019).

Características de la enseñanza en entornos de realidad virtual inmersiva

La enseñanza en entornos de realidad virtual inmersiva ofrece una experiencia educativa única al permitir la manipulación de objetos virtuales sin los riesgos asociados con el entorno físico real (Lemheney, 2014). Sanz et al. (2014) especifican las características de la enseñanza en entornos de realidad virtual inmersiva:

1.Centralización y automatización del aprendizaje: Implica la capacidad de adaptar el material académico a las diferencias individuales de los estudiantes, respondiendo a sus necesidades y características en diversos contextos.

2.Interactividad y adaptación del comportamiento: Ofrecen una alta interactividad, permitiendo a los estudiantes interactuar activamente con los objetos y escenarios virtuales.

3.Corporeidad representada por avatares en 3D: Permite a los usuarios representar y visualizar sus acciones dentro del entorno virtual, ayudando a los estudiantes a tener una representación más tangible de su interacción y a experimentar una sensación de presencia más realista.

4.Persistencia de datos y experiencias: Garantiza la persistencia de ubicaciones, conversaciones y objetos, lo que significa que los datos y las experiencias educativas se almacenan y pueden recuperarse en sesiones posteriores.

Tipos de enseñanza-aprendizaje en entornos de realidad virtual inmersiva

Se identifican cuatro enfoques clave que aplican diversas teorías y estrategias para maximizar la experiencia educativa. Toca et al. (2019) describen los siguientes enfoques:

1.Juego de roles con avatares: Fomenta la creatividad y la imaginación del usuario mediante avatares. Este enfoque permite a los estudiantes adoptar diferentes roles y explorar una variedad de escenarios.

2.Aprendizaje situado: Se centra en la adquisición de conocimientos, habilidades y competencias necesarias para resolver problemas en contextos reales, en el entorno en el que los estudiantes están inmersos.

3.Simulación de problemas auténticos: Ofrece a los estudiantes la oportunidad de enfrentar y gestionar situaciones reales en un ambiente digital. Este enfoque potencia la búsqueda de soluciones prácticas y la aplicación de teorías en contextos simulados.

4.Aprendizaje constructivista: Enfocado en la creación y construcción de mundos virtuales por parte de los estudiantes, permite que los alumnos desarrollen sus propias interpretaciones, realicen análisis y sinteticen nuevas ideas.

Metauniverso Virtual

Según Pierre y Zapata (2023), el concepto de metaverso o metauniverso virtual representa un avance significativo en la evolución de los entornos digitales, distinguiéndose notablemente de los juegos en línea tradicionales. A diferencia de estos, que suelen estar estructurados en niveles, con objetivos predefinidos y dinámicas de puntuación, el metaverso ofrece un mundo persistente y expansivo en 3D, donde la experiencia no está limitada por metas específicas ni reglas restrictivas. Este vasto universo virtual permite a los usuarios desplazarse libremente por diversas regiones, interactuar y crear utilizando una variedad de dispositivos tecnológicos que simulan la sensación de estar físicamente presentes en dicho entorno virtual (Cabrera, 2023).

Avatares

Según Díaz et al. (2019), los avatares son una forma fundamental de autorepresentación en entornos virtuales, funcionando como una extensión digital de la identidad del usuario. A través de estos avatares, los individuos pueden proyectar una imagen idealizada de sí mismos, modificando su apariencia, género, nombre e incluso transformándose en personajes de ficción o entidades abstractas.

González et al. (2017) sostienen que el impacto de los avatares va más allá de su capacidad para representar visualmente a los usuarios; desempeñan un papel crucial en el andamiaje emocional y el progreso personal. Al permitir que los individuos experimenten su identidad en un entorno virtual, los avatares fomentan una conexión emocional más profunda tanto con el contenido como con el proceso de aprendizaje, contribuyendo así a la formación de una identidad digital que puede influir positivamente en su desarrollo personal y académico (Poole, 2017).

Enseñanza de las derivadas

Pineda et al. (2020) señalan que, a pesar de su relevancia en el ámbito matemático, sigue representando un desafío significativo en el proceso educativo. Aunque los estudiantes pueden aprender a realizar ciertos cálculos de derivadas, esto no siempre se traduce en una comprensión profunda de los conceptos subyacentes. La falta de comprensión conceptual puede generar obstáculos epistemológicos, dificultando que los estudiantes desarrollen una comprensión sólida de las nociones matemáticas y sus aplicaciones. Además, Prada y Hernández (2014) destacan que las concepciones erróneas pueden actuar como barreras durante la instrucción, lo que complica aún más la adquisición de conocimientos.

En este contexto, la integración de entornos virtuales tridimensionales en la enseñanza de las derivadas se presenta como una solución prometedora. Pineda (2020) argumenta que estos entornos 3D pueden facilitar aprendizajes significativos al ofrecer una representación visual y dinámica de conceptos matemáticos abstractos. Fonseca et al. (2009) respaldan esta afirmación, sugiriendo que los espacios virtuales permiten expresar conceptos y procedimientos matemáticos mediante representaciones visuales. Esta visualización interactiva no solo ayuda a los estudiantes a comprender mejor las relaciones entre diferentes conceptos matemáticos, sino que también facilita la comprensión de notaciones y símbolos matemáticos.

# Metodología

Participantes

El presente estudio se llevó a cabo en la Unidad Educativa Santo Domingo de Guzmán, ubicada en la Avenida Los Guaytambos, parroquia Atocha-Ficoa, ciudad de Ambato, provincia de Tungurahua. La investigación adoptó un enfoque mixto, integrando métodos cualitativos y cuantitativos, basados en un conjunto de procesos ordenados, fundamentados en la experiencia y el análisis crítico. Estos procesos se aplicaron en una investigación práctica de nivel descriptivo.

La población estuvo constituida por los estudiantes del último año de Bachillerato General Unificado (BGU), que incluyó aproximadamente 140 estudiantes distribuidos en cuatro paralelos, con alrededor de 35 estudiantes en cada uno, así como 4 docentes de la asignatura de Matemática. No se calculó una muestra, ya que la población era finita, con 140 estudiantes, por lo que se incluyeron los cuatro paralelos 'A', 'B', 'C' y 'D' en el estudio.

Modelo

Se empleó una metodología cuasiexperimental que incluyó una evaluación inicial, conocida como

pretest, realizada antes de la intervención, y una evaluación final, denominada postest, que se llevó a cabo después de dicha intervención para medir los cambios o resultados obtenidos. Los grupos fueron definidos con anterioridad. Los datos fueron recopilados mediante encuestas (pretest y postest). El esquema que se presenta a continuación ilustra el proceso seguido (Tabla 3):

**Tabla 3.**
Diagrama de la metodología cuasiexperimental

| Grupos | Aplicación Evaluación inicial | Intervención | Aplicación Evaluación final |
|---|---|---|---|
| Referencia (Control) | SI | NO | SI |
| Intervención (Experimental) | SI | SI | SI |

Nota. Modificado de Godoy (2023)

Inicialmente, se evaluó el contexto para determinar si los docentes utilizaban entornos digitales en la enseñanza del área de matemáticas. Esto permitió establecer un punto de partida para integrar dichos entornos tridimensionales en el quehacer educativo. Se aplicó una entrevista con guía de preguntas a los 4 docentes incluidos en la población en estudio.

Posteriormente, se aplicó el pretest, que consistió en un cuestionario de 20 preguntas centradas en problemas de derivadas de máximos y mínimos, con una valoración de dos puntos (2p) por cada pregunta, sumando un total de cuarenta puntos (40p). Para convertir la calificación a una escala de 10 puntos (10p), se aplicó una regla de tres. A partir de esto, se especifica la escala cualitativa en la que se encuentran el grupo experimental y el de control, de acuerdo con la escala de calificaciones establecida por el Ministerio de Educación (Minedu), como se muestra en la tabla 4:

**Tabla 4.**
Escala de cualitativa de calificaciones

| Escala cualitativa | Escala cuantitativa |
|---|---|
| Domina los aprendizajes requeridos | 9,00 – 10,00 |
| Alcanza los aprendizajes requeridos | 7,00 – 8,99 |
| Está próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos | 4,01 – 6,99 |
| No alcanza los aprendizajes requeridos | < 4 |

Nota. Modificado de Godoy (2023)

Para el postest, se diseñó un cuestionario de conocimientos similar al pretest, que se aplicó después de la intervención de enseñanza de las derivadas en entornos virtuales tridimensionales, con el fin de analizar las diferencias en las puntuaciones obtenidas entre los grupos de estudio. Finalmente, para evaluar la percepción de rechazo o aceptación hacia la intervención (experimentación), se utilizó el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM). Este modelo incluyó un cuestionario estructurado con escala Likert (Tabla 8) para determinar la percepción sobre la facilidad de uso y la utilidad percibida de los entornos virtuales 3D.

El proceso de intervención se modeló a partir del Modelo ADDIE para definir específicamente los

aspectos fundamentales. Este modelo contempla las siguientes fases:

Análisis: Se tabuló la entrevista y las fichas de observación aplicadas a los docentes que imparten la cátedra de matemáticas. En los resultados obtenidos, se destacan los siguientes puntos (Tabla 5):

**Tabla 5.**
Resumen entrevista aplicada a docentes

| Categorías | Resultados |
|---|---|
| Uso de entornos virtuales tridimensionales por parte de los docentes | Los docentes "nunca" emplean entornos virtuales tridimensionales en las clases de matemáticas. |
| Utilización de entornos tridimensionales virtuales por los educandos | Los estudiantes no emplean entornos virtuales tridimensionales para llevar a cabo actividades académicas vinculadas a la materia de matemáticas. |
| Beneficios de los entornos virtuales tridimensionales. | Despertar el interés de los educandos a la asignatura de matemáticas, por su naturaleza interactiva, dinámica e inclusiva. |

Nota. Modificado de Godoy (2023)

Los resultados de la entrevista reflejaron una clara falta de integración de espacios digitales tridimensionales en el área de matemáticas, tanto por parte de los docentes como de los estudiantes. A pesar de la ausencia de su uso actual, los educadores reconocen los beneficios potenciales de estas herramientas tecnológicas. La percepción común es que los entornos virtuales pueden potenciar la participación activa de los estudiantes y optimizar su rendimiento académico, al ofrecer una experiencia de aprendizaje interactiva y dinámica. Este consenso sugiere una necesidad urgente de explorar y fomentar la implementación de estas tecnologías en el aula.

Diseño

Se estableció la construcción del modelado de instalaciones utilizando elementos como paredes, pisos y objetos complementarios. Con la herramienta gratuita Blender, se diseñaron estos espacios de trabajo. Gracias a sus avanzadas capacidades de modelado 3D, no solo se generaron gráficos tridimensionales de funciones matemáticas estéticamente agradables, sino también animaciones que ilustran de manera dinámica cómo se calculan las derivadas. Además, se implementaron texturas detalladas y efectos visuales que mejoran la inmersión y la interactividad del entorno.

Desarrollo: Una vez completado el proceso de modelado de los espacios en Blender, se procedió a la fase de integración y desarrollo en Unity.

Implementación

Consistió en aplicar el entorno virtual 3D en la instrucción de las derivadas, transformando la teoría matemática en una experiencia interactiva y dinámica.

Evaluación: Para medir la efectividad del entorno virtual 3D en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las derivadas, se aplicó una evaluación final, conocida como postest, realizada después de la intervención educativa. Los resultados obtenidos, presentados a continuación, proporcionan una visión clara sobre la efectividad del enfoque inmersivo y su contribución a

mejorar la comprensión de contenidos matemáticos complejos (Tabla 7).

# Resultados

Se analizó cómo los entornos virtuales tridimensionales contribuyen al proceso de enseñanza de las derivadas, basándose en la aplicación de un pretest y un postest. El pretest se llevó a cabo antes de la intervención con entornos virtuales 3D, mientras que el postest se aplicó después de su implementación. Además, se utilizó el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) para evaluar cómo los estudiantes experimentan y responden a la intervención. Este modelo fue diseñado para evaluar dos aspectos cruciales: la eficacia y la facilidad de uso de los entornos virtuales 3D en la enseñanza de las derivadas.

Los resultados de la evaluación, tanto antes como después de la intervención, revelan diferencias significativas entre el grupo experimental y el grupo de referencia. En el pretest, el grupo experimental, que fue sometido a la intervención con el entorno virtual 3D, obtuvo una media de 5.499 y una desviación estándar de 2.073. Por su parte, el grupo de referencia, que no participó en la intervención, presentó una media de 4.203 y una desviación estándar de 2.046. Esto sugiere que, antes de la intervención, el grupo experimental ya mostraba un rendimiento superior al del grupo de referencia, aunque ambos se encontraban en la categoría "próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos" según la escala cualitativa utilizada.

Se observa un progreso evidente en el grupo experimental, que alcanzó una media de 7.389 y una desviación estándar de 1.561, superando los aprendizajes requeridos. En contraste, el grupo de referencia, con una media de 4.341 y una desviación estándar de 1.986, se encuentra próximo a alcanzar los aprendizajes requeridos.

La intervención con entornos virtuales 3D tuvo un impacto positivo significativo en el grupo experimental, mejorando su rendimiento en el aprendizaje de las derivadas. La diferencia en las medias y la reducción de la desviación estándar en el postest del grupo experimental indican una mayor consistencia en el aprendizaje y una comprensión más sólida del material. En contraste, el grupo de referencia no experimentó una mejora sustancial, lo que resalta la efectividad del entorno virtual inmersivo en el proceso educativo.

### Análisis del pretest y postest

**Tabla 7**

Resultados de la aplicación pretest y postest

| | | Media | Mínimo | Máximo | Desviación estándar |
|---|---|---|---|---|---|
| Pretest | Intervención (Experimental) | 5.499 | 1.250 | 9.500 | 2.073 |
| | Referencia (Control) | 4.203 | 0.000 | 9.250 | 2.046 |
| Postest | Intervención (Experimental) | 7.389 | 4.000 | 10.00 | 1.561 |
| | Referencia (Control) | 4.341 | 0.500 | 9.000 | 1.986 |

Nota. Modificado de Godoy (2023)

Los datos obtenidos (tabla 10) revelan que la mayoría de los estudiantes perciben los entornos virtuales en 3D como útiles y fáciles de usar. En el ítem UP4, el 57 % de los estudiantes respondió "siempre" o "casi siempre", lo que indica una alta percepción de utilidad. En el ítem FUP3, el 78 % de los estudiantes señaló que los entornos virtuales facilitan su actividad en clase.

Estos resultados sugieren una aceptación positiva de los entornos digitales tridimensionales en la enseñanza de las derivadas, destacando su potencial para mejorar la inclusión digital y facilitar el aprendizaje. La alta frecuencia de respuestas favorables en ambos ítems refuerza la idea de que los entornos virtuales no solo son percibidos como herramientas efectivas para la enseñanza, sino también como facilitadores clave del proceso educativo.

Los espacios virtuales en 3D, en particular, son herramientas poderosas para interpretar, ampliar y comprender el proceso pedagógico en la enseñanza de las derivadas. Estos entornos no solo facilitan la inclusión digital, sino que también hacen que las actividades en clase sean más interactivas y dinámicas. Además, proporcionan un contexto práctico y visual que mejora la retención y comprensión de los conceptos matemáticos, lo que se traduce en una experiencia educativa más efectiva y significativa.

Discusión

Los hallazgos obtenidos evidencian de manera significativa el impacto que tiene la implementación de espacios digitales tridimensionales en la enseñanza de las derivadas. Al analizar los datos recopilados, se observó que el grupo experimental, que utilizó estos entornos, mostró un avance notable en su desempeño académico en comparación con el grupo de referencia. Esta diferencia, en el contexto de la integración de tecnologías inmersivas, sugiere que dichos entornos pueden facilitar una comprensión más detallada y consistente de conceptos matemáticos complejos, como las derivadas. La incorporación de estas tecnologías tiene el potencial de transformar la manera en que los estudiantes interactúan con el contenido matemático. Este hallazgo coincide con investigaciones previas que destacan el potencial de los entornos virtuales para promover una comprensión más profunda de contenidos abstractos, al incentivar a los estudiantes a visualizar y manipular gráficamente estos conceptos (Borja et al., 2020).

Además, el compromiso y el interés de los alumnos aumentaron al utilizar herramientas interactivas, lo que coincide con la literatura que sugiere que el aprendizaje activo y participativo puede reducir la ansiedad y el estrés asociados con el estudio de las matemáticas (Soto et al., 2020). No obstante, a pesar de los beneficios evidentes, la adopción de estas tecnologías sigue siendo limitada entre los docentes, lo que representa un desafío significativo para su implementación efectiva en el aula. La falta de formación y experiencia en el uso de tecnologías digitales constituye una barrera que debe ser abordada mediante programas de capacitación y apoyo (Pierre et al., 2023).

Es fundamental que las instituciones educativas reconozcan la urgencia de incorporar tecnologías avanzadas en el desarrollo profesional de los docentes, dado que la competencia tecnológica es una prioridad clave en la enseñanza contemporánea. La resistencia al cambio y la falta de recursos pueden dificultar la implementación de entornos virtuales, pero es esencial desarrollar estrategias pedagógicas innovadoras que integren estas herramientas para mejorar los logros académicos y la calidad del aprendizaje de los estudiantes (Acevedo, 2024).

Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones de este estudio. El tamaño de la muestra fue reducido y se centró en un entorno específico, lo que podría limitar la generalización de los resultados. Se sugiere que futuras investigaciones incluyan una muestra más amplia y diversa, así como un seguimiento a largo plazo, para evaluar la sostenibilidad de los beneficios observados. Además, sería valioso explorar cómo variables como las preferencias de aprendizaje de los estudiantes o el nivel de familiaridad con la tecnología pueden influir en la efectividad de los espacios digitales en la educación matemática.

# Conclusiones

Impacto de los espacios digitales tridimensionales (3D) en la enseñanza de la derivada: El uso de espacios digitales tridimensionales en la enseñanza de la derivada ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la comprensión y retención de conceptos matemáticos complejos. Los resultados del análisis indican que los estudiantes que interactuaron con estos entornos mostraron un desempeño académico significativamente superior al de aquellos que recibieron enseñanza convencional.

Mejora en el rendimiento académico: La intervención experimental produjo un aumento notable en las calificaciones de los estudiantes del grupo experimental, que pasaron de 5.499 a 7.389, mientras que el grupo de control mostró solo una mejora marginal. Esto sugiere que los entornos virtuales no solo facilitan el aprendizaje, sino que también contribuyen a alcanzar los aprendizajes requeridos de manera más efectiva.

Motivación y compromiso estudiantil: Los entornos virtuales tridimensionales promueven un aprendizaje más dinámico e interactivo, lo que incrementa el entusiasmo y la curiosidad de los estudiantes por las matemáticas. La naturaleza visual y manipulativa de estos espacios permite a los alumnos visualizar conceptos abstractos, enriqueciendo así su experiencia educativa.

# Referencias

Acevedo, G. (2024). Ciencia, Tecnología y Sociedad: Una mirada desde la Educación en Tecnología. Revista Iberoamericana de Educación.

https://doi.org/10.35362/rie1801094

Acuña, M. (2023). Aprendizaje inmersivo: Aplicando la realidad virtual en el aula. Evirtualplus.

https://lc.cx/lVrN-B

Adams, S., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V. & Pomerantz, J. (2018). Horizon Report 2018 Higher Education Edition Brought to you by EDUCAUSE. EDUCAUSE.

https://www.learntechlib.org/p/184633/

Borja, I., Cortez, M. & Carrillo, W. (2020). Estudio actual sobre la situación actual de la docencia en la educación y formación técnica profesional en Bolivia, Colombia, Ecuador y Venezuela. UNESCO.

https://lc.cx/3u8Lcg

Buchner, J. & Andujar, A. (2019). The Expansion of the Classroom through Mobile Immersive Learning. Almeria: 15th International Conference Mobile Learning.

https://eric.ed.gov/?id=ED601152

Buritica, E. (2023). Actitudes hacia las matemáticas en estudiantes de educación media en Colombia. [Tesis Doctoral, Universidad D Córdova].

https://lc.cx/ozQF76

Cabrera, M. (2023). Metaverso, avatares, inteligencia artificial ¿De qué estamos hablando realmente (¿o virtualmente?). Revista Chilena de Anestesia.
https://doi.org/10.25237/revchilanestv5212041204

Cheney, A. & Terry, K. (2018). Immersive learning environments as complex dynamic systems. International journal of teaching and learning in higher education, 30(2), pp.277-289. https://lc.cx/89AK57

Díaz, F. & Vásquez, V. I. (2019). Avatares y cajas de herramientas: identidad digital y sentido del aprendizaje en adolescentes de secundaria. Revista Electrónica Educare, 24, pp.1-26.

https://doi.org/10.15359/ree.24-1.1

Fonseca, A., Espeleta, A. & Jiménez, C. (2009). El logro de aprendizaje significativo mediante software libre en enseñanza de la matemática en secundaria. Universidad de Costa Rica,

https://lc.cx/wchiII

Godoy, W. (2023). Espacios virtuales en tres dimensiones y el proceso enseñanza de la derivada en el tercero de bachillerato de la unidad educativa Santo Domingo de Guzmán. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato].

https://lc.cx/y7W-v7

González, V., González, J., Gisbert, M. & Cela, J. (2017). Universidad social presence in 3D virtual environments: reflections upon a teaching experience in the university. Revista Medios y Educación, 10(50), pp.137-146. https://doi.org/10.12795/pixelbit.2017.i50.09

Jiménez, A., Limas, L. & Alarcón, J. (2016). Prácticas pedagógicas matemáticas de profesores de una Institución Educativa de Enseñanza Básica y Media. Praxis & Saber, 7(13), pp.127-152.

http://www.scielo.org.co/pdf/prasa/v7n13/v7n13a07.pdf

Lemheney, A. (2014). Design and Development of Virtual Reality Simulation for Teaching High-Risk Low-Volume Problem Prone Office-Based Medical Emergencies. New York: ProQuest LLC. https://eric.ed.gov/?q=methodology+immersive&pg=2&id=ED567491

Llumiquinga, A. (2018). El uso de espacios virtuales 3D para promover el trabajo colaborativo en los estudiantes de bachillerato. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato].

https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27837

Manotoa, H. (2022). La Capacitación Docente Basado en Recursos Infopedagógicos para un Aprendizaje Significativo en el Nivel de Bachillerato. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica de Ambato].

https://lc.cx/7GjoxD

Olivo, J. & Corrales, J. (2020). De los entornos virtuales de aprendizaje: hacia una nueva praxis en la enseñanza de la matemática. Revista Andina de Educación, 3(1), pp.8-19.

https://doi.org/10.32719/26312816.2020.3.1.2

Parrales, I. H. & Paladines, J. N. (2023). Ambientes virtuales como estrategias de enseñanza-aprendizaje para la Unidad Educativa Adolfo Ferriere del Recintopan y agua. PENTACIENCIAS, 5(5).

https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i5.740

Peralta, L., Gaona, M., Luna, M. & Bazán, M. (2023). Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en educación secundaria: Una revisión sistemática. Revista Andina de Educación.

https://doi.org/10.32719/26312816.2023.7.1.1

Pierre, L. & Zapata, M. (2023). Visiones de espacios de trabajo tridimensionales o virtuales, metaversos, y educación. Realidad virtual y aprendizaje. Revista de Educación a Distancia.

http://dx.doi.org/10.6018/red.554591

Pineda, W., Hernández, C. & Avendaño, W. (2020). Propuesta didáctica para el aprendizaje de la derivada con Derive. Revista Praxis Saber, 11(26).
https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n26.2020.9845

Pimbo-Tibán, A. G., Manotoa-Labre, H. R., Medina-Chicaiza, R. P. & Morocho-Lara, H. D. (2023). Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento: Análisis de aceptación de implementación basado en el Modelo TAM. REVISTA ODIGOS, 4(1), 89–110. https://doi.org/10.35290/ro.v4n1.2023.752

Poole, A. (2017). Funds of knowledge 2.0: Towards digital Funds of Identity. Learning, Culture and Social Interaction, Vol.13, pp.50-59.

https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2017.02.002

Prada, R. & Hernández, C. (2014). De la gráfica a la ecuación, la articulación de los dos registros. Eco matemático, 5, pp.49-59.

https://doi.org/10.22463/17948231.58

Prince, A. (2022). El aprendizaje inmersivo como alternativa educativa en contextos de emergencia. Piodium.

https://lc.cx/qhQIyM

Rueda, C., Valdés, J. & Guzmán, T. (2017). Límites, desafíos y oportunidades para enseñar en los mundos virtuales. Revista Innovación Educación, 17(75), pp.149-168.
https://www.redalyc.org/pdf/1794/179454112008.pdf

Sanz, C., Zangara, A. & Escobar, M. (2014). Posibilidades educativas de second life experiencia docente de exploración en el metaverso. Revista iberoamericana de tecnología en educación y educación en tecnología, 13(1), pp.27- 35.

https://lc.cx/uXgc1v

Soto, R. & Yogui, D. (2020). Análisis de las dificultades que presentan los estudiantes universitarios en matemática básica. Revista de Investigación, 9(2), pp.1-16.
https://doi.org/10.17162/au.v10i2.433

Sousa-Ferreira, R., Campanari-Xavier, R. A. & Rodrigues-Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. Revista Científica General José María Córdova.

https://doi.org/10.21830/19006586.728

Toca, V. & Carillo, J. (2019). Los entornos de aprendizaje inmersivo y la enseñanza a

cibergeneraciones. Educ. Pesqui, 45(1), p.5.

http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201945187369

# References