

Análisis de un Entorno Virtual Inmersivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje: Percepciones de Usabilidad, Funcionalidad, interactividad, motivación e Impacto Educativo

Analysis of an Immersive Virtual Environment in the teaching-learning process: Perceptions of Usability, Functionality, Interactivity, Motivation and Educational Impact

Benjamín Maraza-Quispe¹, Walter Choquehuanca-Quispe², Manuel Alfredo Alcázar-Holguin³
^{1,2,3} Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa

Resumen

La investigación tuvo como objetivo analizar las percepciones de un entorno virtual inmersivo en cuanto a usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación, contenido educativo e impacto educativo entre géneros en los procesos de enseñanza-aprendizaje de anatomía y fisiología humana en una universidad en Perú. Se utilizó un enfoque cuantitativo con un diseño pre experimental, descriptivo y transversal. La muestra incluyó 44 estudiantes universitarios (20 hombres y 24 mujeres), quienes utilizaron el entorno virtual como parte de su proceso de enseñanza-aprendizaje. Se desarrolló un cuestionario estructurado basado en una escala de Likert para evaluar dimensiones como: usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación, contenido educativo e impacto entre géneros. Los datos recolectados fueron comparados entre géneros para identificar diferencias en las percepciones. Los resultados mostraron que el entorno virtual inmersivo fue percibido positivamente por los estudiantes, con puntajes entre 3.5 y 4.2 en cuanto a usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación y contenido educativo. Las mujeres valoraron más favorablemente el entorno que los hombres, lo que subraya la necesidad de ajustar ciertos aspectos del diseño para atender mejor a las expectativas de los usuarios. En conclusión, el entorno virtual inmersivo se mostró como una herramienta efectiva para mejorar el compromiso y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, contribuyendo significativamente a desarrollar la motivación. No obstante, se requieren ajustes en su diseño para maximizar su efectividad y asegurar una experiencia educativa más equitativa y óptima para todos los usuarios.

Palabras clave: Entorno Virtual Inmersivo; enseñanza; aprendizaje; usabilidad; funcionalidad; interactividad; motivación; contenido educativo.

Abstract

The research aimed to analyze perceptions of an immersive virtual environment in terms of usability, functionality, interactivity, motivation, educational content, and educational impact across genders in the teaching-learning processes of human anatomy and physiology at a university in Peru. A quantitative approach was used, employing a pre-experimental, descriptive, and cross-sectional design. The sample included 44 university students (20 men and 24 women) who used the virtual environment as part of their teaching-learning process. A structured questionnaire based on a Likert scale was developed to evaluate dimensions such as usability, functionality, interactivity, motivation, educational content, and gender impact. The collected data were compared between genders to identify differences in perceptions. The results showed that the immersive virtual environment was positively perceived by students, with scores ranging from 3.5 to 4.2 in usability, functionality, interactivity, motivation, and educational content. Women rated the environment more favorably than men, highlighting the need to adjust certain design aspects to better meet user expectations. In conclusion, the immersive virtual environment proved to be an effective tool for enhancing student engagement and learning experiences, significantly contributing to motivation development. However, design adjustments are required to maximize its effectiveness and ensure a more equitable and optimal educational experience for all users.

Keywords: Immersive Virtual Environment; teaching; learning; usability; functionality; interactivity; motivation; educational content.

I Introducción

El uso de Entornos Virtuales Inmersivos (EVI) en la educación ofrece una experiencia de aprendizaje altamente motivadora, óptima y de calidad, debido a su capacidad para crear experiencias educativas que involucran múltiples sentidos, promueven la interacción activa y brindan retroalimentación inmediata (Maraza-Quispe et al., 2023). Estos

¹ **Correspondencia:** Benjamín Maraza-Quispe, bmaraza@unsa.edu.pe

entornos permiten a los estudiantes sumergirse en escenarios realistas donde pueden experimentar, practicar y aplicar conocimientos en un contexto seguro y controlado, lo que facilita un aprendizaje significativo y duradero (Barroso, 2022).

El problema que se intenta resolver en esta investigación se centra en mejorar la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos donde la educación tradicional no logra cumplir con las demandas de un aprendizaje significativo y personalizado. En particular, la enseñanza de la anatomía y fisiología humana enfrenta el desafío de proporcionar experiencias prácticas y aplicadas a los estudiantes que sean seguras y efectivas. Las limitaciones de los laboratorios físicos, como la escasez de recursos, los altos costos y los riesgos asociados con la experimentación, han creado una brecha en la capacidad de los educadores para ofrecer experiencias de aprendizaje inmersivas y realistas. Esta investigación busca abordar estas limitaciones mediante el uso de entornos virtuales inmersivos, ofreciendo una solución innovadora para mejorar la calidad, motivación y efectividad del aprendizaje.

Los entornos inmersivos, como los basados en realidad virtual (VR) y aumentada (AR), han demostrado incrementar significativamente la motivación de los estudiantes al hacer que el aprendizaje sea más interactivo y atractivo. Según Patiño & Garzón (2024), las simulaciones de laboratorio virtuales en educación científica no solo complementan el aprendizaje tradicional, sino que también aumentan el compromiso y la motivación de los estudiantes, lo que se traduce en mejores resultados académicos. Además, la retroalimentación inmediata y envolvente que ofrecen estos entornos refuerza el interés de los estudiantes, haciendo que el proceso de aprendizaje sea más dinámico y gratificante (Sánchez, 2023).

Los EVI permiten a los estudiantes aprender a su propio ritmo, ofreciendo un espacio donde pueden experimentar sin el riesgo de cometer errores costosos. La capacidad de practicar repetidamente en un entorno controlado optimiza la retención de conocimientos y el desarrollo de habilidades. Di Natale et al., (2020) subraya que la creación de experiencias inmersivas de aprendizaje utilizando tecnologías de XR (realidad extendida) permite a los educadores diseñar actividades altamente personalizadas y adaptativas que responden a las necesidades individuales de los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más efectivo y enfocado.

La calidad del aprendizaje se ve significativamente mejorada en entornos inmersivos debido a la combinación de elementos visuales, auditivos y táctiles que facilitan la comprensión y retención de conceptos complejos. Korowajczenko (2022) encontró que la realidad aumentada mejora la interacción, la motivación, la concentración y la retención de conocimientos, lo que se traduce en un aprendizaje de alta calidad. Este tipo de aprendizaje multimodal permite a los estudiantes construir conocimientos de manera más profunda y conectada, lo que favorece la transferencia de lo aprendido a nuevas situaciones.

El problema que motivó esta investigación radica en la necesidad de mejorar la efectividad del proceso de enseñanza-aprendizaje en contextos donde la educación tradicional no alcanza a cubrir las demandas de un aprendizaje significativo y personalizado. La enseñanza de anatomía y fisiología humana, como muchas otras disciplinas científicas, enfrenta el desafío de proporcionar a los estudiantes experiencias prácticas y aplicadas que sean tanto seguras como efectivas. Sin embargo, las limitaciones de los laboratorios físicos, como los recursos limitados, los altos costos y los riesgos asociados con la experimentación, han dejado un vacío en la capacidad de los educadores para ofrecer experiencias de aprendizaje inmersivas y realistas. Esta brecha en la educación tradicional es lo que ha llevado a explorar el uso de Entornos Virtuales Inmersivos como una solución innovadora para mejorar la calidad, la motivación y la eficacia del aprendizaje, abordando de manera efectiva las limitaciones actuales y proporcionando un espacio en el que los estudiantes puedan aprender de manera interactiva y personalizada.

Este estudio ofrece una novedad significativa al explorar el uso de entornos virtuales inmersivos para la enseñanza de anatomía y fisiología humana, áreas donde la integración de tecnologías inmersivas aún está en desarrollo. A diferencia de investigaciones previas centradas en el uso de tecnologías tradicionales o simulaciones básicas, este estudio analiza las percepciones de los estudiantes sobre la usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación, y contenido educativo de un entorno inmersivo, destacando no solo la interacción visual, sino también el impacto del entorno en la motivación y el aprendizaje significativo.

Objetivos Generales:

El objetivo general de esta investigación es analizar la efectividad de un entorno virtual inmersivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de anatomía y fisiología humana, evaluando las percepciones de los estudiantes respecto a diferentes dimensiones que impactan en su experiencia educativa.

Objetivos Específicos:

Evaluar las percepciones de los estudiantes en relación con la usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación e impacto entre géneros del entorno virtual de aprendizaje.

Analizar el impacto del entorno inmersivo de aprendizaje en la usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación e impacto entre géneros

Identificar posibles diferencias en las percepciones según el género de los estudiantes y su influencia en el uso futuro del entorno.

Esta investigación aporta al campo educativo evidencias sobre el uso de tecnologías inmersivas en la enseñanza

de ciencias, contribuyendo con datos empíricos sobre cómo dichas tecnologías pueden mejorar la motivación, interactividad y comprensión en entornos de aprendizaje complejos. Además, proporciona una base para optimizar la implementación de herramientas de realidad virtual en la educación superior, específicamente en disciplinas que requieren visualización tridimensional y experiencia práctica, como es el caso de la anatomía.

El problema de investigación se fundamenta en la brecha existente entre las necesidades pedagógicas actuales y las limitaciones de los métodos tradicionales de enseñanza en ciencias, como la anatomía, donde el acceso a laboratorios físicos y recursos educativos suele ser limitado por los altos costos y riesgos asociados. Estudios previos han demostrado el potencial de los entornos virtuales para mejorar la retención de información y el compromiso del estudiante, pero pocos se han centrado en medir la percepción de los estudiantes respecto a la usabilidad y funcionalidad de estos entornos, así como su impacto en la motivación. Esta brecha en la literatura justifica la necesidad de estudiar cómo los entornos virtuales inmersivos pueden satisfacer estas necesidades pedagógicas, ofreciendo una alternativa eficaz y escalable a los métodos convencionales.

La retroalimentación inmersiva se refiere a un enfoque avanzado que utiliza tecnologías interactivas y multisensoriales, como la realidad aumentada y virtual, para proporcionar una retroalimentación más efectiva y envolvente en los procesos educativos y profesionales. Este concepto ha evolucionado desde la retroalimentación tradicional, que se consideraba unidireccional y centrada en el docente, hacia un modelo dialógico donde la interacción bidireccional y la autorregulación del estudiante son fundamentales (Boud & Molloy, 2013; Sadler, 2010). La implementación de tecnologías como RealSense de Intel en aplicaciones educativas y de salud ejemplifica cómo estas herramientas pueden mejorar significativamente el aprendizaje al permitir una interacción práctica y precisa con los contenidos (Educadictos, 2017). Además, se sugiere un enfoque dinámico y continuo en el uso de la retroalimentación, que incluye ejemplos prácticos y actividades grupales para fomentar un aprendizaje autónomo y efectivo (Jonsson, 2012). La retroalimentación inmersiva mejora significativamente la experiencia de aprendizaje y la motivación de los estudiantes en entornos de aprendizaje virtual inmersivo al ofrecer interacciones en tiempo real y contextualizadas que promueven una comprensión más profunda y un compromiso activo con el contenido educativo. Este tipo de retroalimentación, que puede incluir elementos visuales, auditivos y hápticos integrados en el entorno virtual, facilita un aprendizaje adaptativo y personalizado, ayudando a los estudiantes a identificar sus fortalezas y áreas de mejora de manera inmediata y específica (Hwang et al., 2022). A pesar de sus beneficios, un problema crítico en el desarrollo de la motivación en estas experiencias de aprendizaje radica en la necesidad de equilibrar la complejidad tecnológica con la accesibilidad y la facilidad de uso, asegurando que todos los estudiantes puedan beneficiarse equitativamente de estas herramientas avanzadas sin sentirse abrumados (Johnson & Levine, 2023). Las investigaciones indican que una retroalimentación excesivamente compleja o mal diseñada puede llevar a la frustración, reduciendo la motivación y el interés por el aprendizaje (Alvarez et al., 2023). Por lo tanto, es fundamental diseñar sistemas de retroalimentación inmersiva que no solo sean intuitivos y accesibles, sino que también mantengan un equilibrio adecuado entre el desafío y el soporte ofrecido a los estudiantes (Smith & Sanchez, 2024).

El desarrollo de la motivación en las experiencias de aprendizaje enfrenta varios problemas críticos, entre los que destacan la falta de personalización, el diseño inadecuado de los entornos de aprendizaje, y la insuficiente integración de elementos motivadores intrínsecos y extrínsecos. La falta de personalización puede resultar en actividades de aprendizaje que no resuenan con los intereses individuales de los estudiantes, lo que disminuye su motivación (Deci et al., 2022). Un diseño deficiente del entorno de aprendizaje, que no proporciona desafíos adecuados ni oportunidades de éxito, puede llevar a la desmotivación, especialmente cuando los estudiantes no encuentran el contenido relevante o suficientemente estimulante (Ryan & Stiller, 2023). Además, una excesiva dependencia de la motivación extrínseca, como recompensas externas, puede socavar la motivación intrínseca, que es crucial para el compromiso a largo plazo con el aprendizaje (Wigfield et al., 2023). La integración efectiva de la gamificación y la retroalimentación constructiva es vital para mantener el interés y la motivación de los estudiantes, asegurando que el aprendizaje sea tanto efectivo como agradable (Dörnyei & Ushioda, 2023).

1.1. Revisión de la literatura

La investigación de Knierim et al. (2017) aporta significativamente al aprendizaje inmersivo al explorar el concepto de retroalimentación inmersiva, que se caracteriza por una experiencia intensa y envolvente que involucra múltiples sentidos y crea una fuerte sensación de presencia en entornos virtuales. Este tipo de retroalimentación es particularmente efectiva en la realidad virtual (VR) y la realidad aumentada (AR), donde proporciona a los usuarios una experiencia de aprendizaje más realista y dinámica. Un ejemplo destacado es su aplicación en simulaciones de laboratorio virtuales, donde los estudiantes pueden realizar experimentos en un entorno controlado y recibir retroalimentación inmediata sobre sus acciones, lo que enriquece su comprensión de los conceptos científicos y mejora la interacción con el contenido educativo. Este enfoque no solo aumenta el realismo de las actividades de aprendizaje, sino que también potencia el compromiso y la eficacia educativa.

Según la investigación desarrollada por Cabiria (2012). En las últimas décadas, los educadores han utilizado tecnologías como la televisión y el Internet para desarrollar y ofrecer contenido de cursos. Más recientemente, ha surgido otra tecnología que podría cambiar la educación tal como se practica actualmente. La realidad aumentada fusiona imágenes digitales manipulables en espacios del mundo real y en tiempo real. Las tecnologías utilizadas para crear entornos aumentados ya existen en el mercado masivo y ya han comenzado a aparecer en una amplia variedad de campos, incluida la educación. La realidad aumentada se puede integrar en un diseño constructivista, lo que permite a los estudiantes explorar objetos y ubicaciones en función de sus necesidades de aprendizaje, lo que mejora la participación y los resultados del aprendizaje.

La investigación de Tsirulnikov et al. (2023) aporta al campo del aprendizaje inmersivo al demostrar que las intervenciones de aprendizaje gamificado, específicamente mediante simulaciones de laboratorio virtual con tecnología de visualización montada en la cabeza, pueden mejorar significativamente la motivación y los resultados de aprendizaje de los estudiantes en educación superior. Los resultados del estudio, basado en un enfoque de métodos mixtos, mostraron que los participantes obtuvieron mejores puntuaciones en las pruebas posteriores a la simulación y reportaron un alto nivel de motivación y compromiso. El 91% de los estudiantes consideró que la simulación de realidad virtual sería un valioso complemento para las modalidades de enseñanza tradicionales, subrayando el potencial de estas tecnologías para enriquecer la educación científica.

La investigación de Cevikbas (2023) contribuye al aprendizaje inmersivo al realizar una revisión sistemática del impacto de las tecnologías de realidad aumentada (AR) y realidad virtual (VR) en la educación matemática, un área con resultados mixtos y aún poco clara. El estudio identifica las tendencias de investigación y destaca el potencial de AR/VR para mejorar el desarrollo socioemocional, cognitivo y pedagógico en el aprendizaje de matemáticas, especialmente en temas como la geometría y en estudiantes con discapacidades de aprendizaje. Sin embargo, también señala desafíos significativos, como fallos tecnológicos, costos, y problemas de salud, que limitan su implementación efectiva en el aula. Esta revisión no solo aporta evidencia sobre los beneficios y desventajas de AR/VR, sino que también sugiere direcciones para futuras investigaciones en el campo.

La investigación de Meccawy (2022) aporta al aprendizaje inmersivo al ofrecer una hoja de ruta para educadores interesados en implementar tecnologías de realidad extendida (XR), que incluyen realidad aumentada (AR), realidad virtual (VR) y realidad mixta (MR) en la educación. Aunque estas tecnologías han demostrado ser beneficiosas para los aprendices, el estudio subraya la complejidad del proceso de creación de herramientas educativas XR, destacando que la adopción de estas tecnologías puede enfrentar retrasos o desafíos significativos. Al examinar una amplia gama de fuentes, Meccawy identifica temas clave y factores críticos que deben considerarse para introducir experiencias de aprendizaje inmersivas de manera efectiva, proporcionando una guía valiosa para superar las barreras en la implementación de XR en el aula.

La investigación de Alzahrani (2020) contribuye significativamente al aprendizaje inmersivo al realizar una revisión sistemática sobre el uso de la realidad aumentada (AR) en contextos de e-learning. Este estudio identifica y evalúa tanto los beneficios como los desafíos de la adopción de AR en la educación. Los beneficios destacados incluyen el apoyo al aprendizaje cinestésico, colaborativo, a distancia y centrado en el alumno, así como mejoras en la motivación, el compromiso, la interactividad y la retención de conocimientos. Sin embargo, también se identifican desafíos importantes, como la sobrecarga de información, la falta de experiencia tecnológica, la resistencia de los profesores, la complejidad tecnológica y los costos asociados. Este análisis ofrece una visión equilibrada de las oportunidades y barreras que la AR presenta en el e-learning, proporcionando una base para futuras investigaciones y mejoras en su implementación educativa.

La investigación de Hanggara (2024) destaca el impacto positivo de la realidad aumentada (AR) en el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico entre los estudiantes de secundaria. Utilizando un diseño cuasi experimental, el estudio mostró que los estudiantes que participaron en juegos de aprendizaje de matemáticas basados en AR mejoraron significativamente en sus habilidades de pensamiento crítico en comparación con aquellos que siguieron métodos de enseñanza tradicionales. Este hallazgo subraya los beneficios de integrar AR en la educación, no solo para hacer el aprendizaje más interactivo y atractivo, sino también para fortalecer habilidades cognitivas cruciales. Los resultados sugieren que la AR puede ser una herramienta efectiva para fomentar el pensamiento crítico, alentando a educadores y desarrolladores de currículo a adoptar esta tecnología en sus prácticas educativas.

La investigación de Najib et al. (2024) contribuye al aprendizaje inmersivo al desarrollar y validar un laboratorio de realidad virtual para la enseñanza de la ley de la herencia de los rasgos, con el objetivo de mejorar la alfabetización tecnológica de los estudiantes. Utilizando un modelo de desarrollo riguroso, los medios educativos creados fueron evaluados como altamente válidos, prácticos y efectivos. Los resultados del estudio, con un valor de significancia ANCOVA de 0.000, demuestran que el uso de realidad virtual en este contexto mejora significativamente la alfabetización tecnológica de los estudiantes. Este aporte subraya el potencial de la realidad virtual para no solo enseñar conceptos científicos complejos, sino también para fortalecer habilidades tecnológicas fundamentales en los estudiantes.

La investigación "Augmented-Reality Enhanced Anatomy Learning (A-REAL)" aporta a la educación médica al

demostrar que los modelos holográficos de realidad aumentada (AR) son tan efectivos como los métodos tradicionales de enseñanza en anatomía, como el Peer Teaching Program (PTP), para mejorar el aprendizaje a corto plazo. Esta tecnología permite una experiencia interactiva y accesible de aprendizaje remoto, facilitando el desarrollo de habilidades visuoespaciales esenciales para entender estructuras anatómicas complejas. Además, ofrece una solución escalable y económica para instituciones con acceso limitado a laboratorios de disección, contribuyendo así a la evolución de la enseñanza de la anatomía en entornos digitales.

Según Nielsen (1994), la usabilidad es un aspecto clave para asegurar que los usuarios puedan interactuar eficazmente con los entornos virtuales. La funcionalidad de un entorno educativo debe garantizar que los estudiantes puedan completar actividades de manera efectiva (Dix et al., 2004). Deci y Ryan (1985) destacan que los entornos que fomentan la motivación intrínseca incrementan el compromiso de los estudiantes. Laurillard (2013) señala que los contenidos educativos bien diseñados son fundamentales para promover un aprendizaje significativo.

La interactividad se refiere al nivel de interacción entre los estudiantes y el entorno virtual. Motivación mide el grado en que el entorno estimula el interés y participación de los estudiantes. Contenido educativo evalúa la claridad y relevancia del material educativo en el entorno. Impacto educativo entre géneros analiza las diferencias en la percepción de estos aspectos entre hombres y mujeres, determinando si el entorno afecta de manera distinta a cada género en términos de su experiencia de aprendizaje.

II Metodología:

La investigación se realizó utilizando un enfoque cuantitativo, dado que el objetivo principal fue analizar las percepciones y la efectividad de un entorno virtual inmersivo en la educación, específicamente en la enseñanza de anatomía y fisiología humana. Se utilizó un diseño experimental, transeccional descriptivo, ya que los datos se recolectaron en un único momento sin manipulación de variables.

2.1 Población y muestra

La población estuvo compuesta por 200 estudiantes universitarios del octavo ciclo del programa de educación de los cuales se seleccionó a 44 estudiantes (20 estudiantes hombres y 24 estudiantes mujeres) a través de un muestreo no probabilístico por conveniencia donde se tomaron criterios de inclusión como: voluntad de participación, que se encuentren matriculados en el octavo ciclo y que posean conocimientos básicos de computación y los que no cumplieron con estos criterios de inclusión fueron excluidos de la muestra.

2.2 Instrumentos de recolección de datos

La investigación utilizó un cuestionario estructurado basado en una escala de Likert de 5 puntos como técnica principal de recolección de datos, con el objetivo de analizar las percepciones de los estudiantes sobre un entorno virtual inmersivo. El cuestionario incluyó ítems que medían diversas dimensiones: usabilidad (facilidad de uso del entorno), funcionalidad (capacidad del entorno para realizar actividades educativas), interactividad (nivel de interacción entre los estudiantes y el entorno), motivación (grado de motivación al usar el entorno), y contenido educativo (claridad y estructura del contenido sobre anatomía y fisiología). Estas técnicas están alineadas con el objetivo de evaluar la efectividad y usabilidad del entorno inmersivo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para garantizar la validez del instrumento, se llevó a cabo una evaluación por un panel de expertos en investigación académica, quienes revisaron y validaron los contenidos para asegurar que las dimensiones evaluadas representaran adecuadamente los constructos clave en el contexto del estudio. La confiabilidad del instrumento se verificó mediante el cálculo del alfa de Cronbach, que evidenció una alta consistencia interna, confirmando la fiabilidad de las mediciones obtenidas. Los resultados de las pruebas indicaron que el instrumento es tanto válido como fiable para evaluar las competencias digitales y habilidades investigativas en el ámbito académico.

Para medir cuantitativamente cada variable en el método de la investigación, se utilizó un cuestionario estructurado con escala Likert de 5 puntos, que abordó las siguientes dimensiones:

- Usabilidad: Evaluada mediante la facilidad de uso e interacción en la interfaz. Incluye indicadores de claridad, navegación, y rapidez de respuesta del entorno virtual.
- Funcionalidad: Determinada por la capacidad del entorno de facilitar actividades educativas. Se observan la utilidad de herramientas y la efectividad en la retroalimentación.
- Interactividad: Medida a través de la interacción entre estudiantes y el entorno, con ítems que evalúan la colaboración, la interacción natural con objetos y la inmediatez de la retroalimentación.
- Motivación: Cuantificada según el interés y participación de los estudiantes, con preguntas sobre el atractivo y la implicación en el aprendizaje.
- Contenido educativo: Evaluado por la estructura y claridad de la información, especialmente en el contexto de anatomía y fisiología.
- Impacto educativo entre géneros: Comparado mediante análisis de varianza para detectar diferencias significativas en las percepciones entre hombres y mujeres.

Cada variable fue evaluada en términos de validez, mediante la revisión de expertos, y confiabilidad usando el

coeficiente Alfa de Cronbach (0.973), que confirmó alta consistencia interna y confiabilidad en las mediciones.

A continuación, se enuncian los indicadores de medición para cada dimensión:

Dimensión usabilidad

- La interfaz del entorno virtual es fácil de usar.
- Me resulta sencillo navegar por las diferentes áreas del entorno virtual.
- La disposición de los elementos en la pantalla es clara y comprensible.
- El entorno virtual responde rápidamente a mis acciones.
- No tuve problemas técnicos durante el uso del entorno virtual.

Dimensión funcionalidad

- Las herramientas disponibles en el entorno virtual son adecuadas para las actividades propuestas.
- Pude realizar todas las tareas sin dificultad utilizando las funcionalidades del entorno.
- La retroalimentación proporcionada por el entorno virtual es útil y relevante.
- Las funciones del entorno virtual me permiten completar las actividades de manera efectiva.
- No encontré fallos en las funciones del entorno virtual durante su uso.

Dimensión interactividad

- Las actividades en el entorno virtual fomentan la interacción entre los participantes.
- El entorno virtual permite una comunicación efectiva con otros estudiantes.
- Las tareas asignadas en el entorno virtual requieren colaboración y trabajo en equipo.
- Puedo interactuar de manera natural con los objetos y personajes del entorno virtual.
- La retroalimentación que recibo durante las actividades es inmediata y útil.

Dimensión motivación

- Participar en las actividades del entorno virtual es motivador para mí.
- El entorno virtual hace que el aprendizaje sea más interesante.
- Me siento más comprometido con el aprendizaje cuando uso el entorno virtual.
- El uso del entorno virtual me anima a aprender más sobre el tema.
- Preferiría utilizar el entorno virtual para otras actividades de aprendizaje en el futuro.

Dimensión contenido educativo

- El contenido educativo sobre el cuerpo humano está bien estructurado y es fácil de entender.
- Los escenarios de juego de roles proporcionan información precisa y detallada sobre la anatomía y fisiología del cuerpo humano.
- Las actividades en el entorno virtual ayudan a comprender mejor el funcionamiento de los sistemas corporales (digestivo, circulatorio, respiratorio, nervioso, inmunológico).
- Los juegos de roles fomentan una comprensión más profunda de cómo interactúan los diferentes sistemas del cuerpo humano.
- La información proporcionada durante las actividades de juego de roles está alineada con los objetivos de aprendizaje establecidos.

Dimensión impacto entre géneros

- El impacto entre géneros se analiza para identificar si existen discrepancias significativas en las evaluaciones de variables clave como la usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación y contenido educativo entre estudiantes hombres y mujeres.
- Este indicador es relevante porque permite comprender si un entorno de aprendizaje beneficia o afecta de manera distinta a los estudiantes según su género.

2.3 Procedimientos

- Implementación del Entorno Virtual: Se configuró un entorno virtual inmersivo para la enseñanza de anatomía y fisiología humana. Los estudiantes participaron en actividades dentro de este entorno, incluyendo juegos de roles y simulaciones interactivas.
- Aplicación del Cuestionario: Después de la experiencia con el entorno virtual, los estudiantes completaron el cuestionario diseñado. El tiempo promedio para completar el cuestionario fue de aproximadamente 20 minutos.
- Análisis de Datos: Los datos recolectados fueron procesados y analizados utilizando software estadístico. Se calcularon las frecuencias, medias y desviaciones estándar para cada ítem, y se realizaron comparaciones entre los géneros para detectar posibles diferencias en las percepciones de los estudiantes.

2.4 Actividades a desarrollar en entornos inmersivos

2.4.1. Simulación de Clase Virtual

Se utiliza la herramienta Unreal Engine para implementar una simulación de un aula virtual. Los estudiantes

interactúan con el entorno virtual como si estuvieran en una clase real. Después de la simulación, reciben retroalimentación inmediata sobre su participación, preguntas formuladas y habilidades de comunicación.

Procedimientos:

- Se proporciona a los estudiantes acceso a un entorno de realidad virtual que simula un aula.
- Antes de comenzar la simulación, se proporciona instrucciones claras sobre las expectativas y objetivos de la actividad.
- Durante la simulación, se observa la participación de los estudiantes y toma nota de sus interacciones dentro del entorno virtual.
- Después de la simulación, se organiza una sesión de retroalimentación donde se discuten con los estudiantes sus acciones, preguntas planteadas y habilidades de comunicación.
- Se utiliza la retroalimentación inmersiva para resaltar los puntos específicos y proporcionar sugerencias para mejorar en futuras interacciones en entornos virtuales.

2.4.2. Juegos de Roles Virtuales:

Se crea escenarios de aprendizaje basados en juegos de roles donde los estudiantes asumen roles específicos y toman decisiones en un entorno virtual. Utiliza la retroalimentación inmersiva para evaluar sus acciones y proporcionar comentarios sobre cómo podrían mejorar su desempeño en situaciones similares en el futuro.

Procedimientos:

- Se presenta a los estudiantes escenarios de aprendizaje basados en juegos de roles en un entorno virtual.
- Se asigna roles específicos a cada estudiante y presenta situaciones desafiantes que requieren toma de decisiones.
- Después de cada escenario, proporciona retroalimentación inmediata sobre las acciones de los estudiantes y discute las lecciones aprendidas.
- Se fomenta la reflexión sobre las decisiones tomadas y cómo podrían abordar situaciones similares en el futuro.

3 Análisis y recolección de datos:

El análisis de datos en esta investigación se llevó a cabo de manera detallada y en múltiples etapas, asegurando una alineación clara con los objetivos de evaluar las percepciones de los estudiantes sobre el entorno virtual inmersivo. En primer lugar, se realizó un análisis descriptivo inicial, calculando frecuencias, medias y desviaciones estándar para cada uno de los ítems del cuestionario. Este paso permitió identificar las tendencias generales en las respuestas de los estudiantes, ofreciendo una visión clara de la consistencia y las variaciones en sus percepciones. Las dimensiones evaluadas incluyeron usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación, contenido educativo e impacto entre géneros, fundamentales para comprender la experiencia global de los estudiantes.

Para identificar diferencias significativas entre grupos, se empleó el Análisis de Varianza (ANOVA), una técnica estadística robusta que permitió detectar variaciones en las percepciones entre los grupos de hombres y mujeres. Este enfoque fue esencial para explorar si existían discrepancias en cómo los estudiantes de distintos géneros evaluaron el entorno virtual, cumpliendo así con el objetivo de investigar las percepciones diferenciadas según variables demográficas.

Adicionalmente, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado, que permitió comparar las proporciones de respuestas entre los géneros en aspectos específicos. Esta prueba resultó clave para identificar diferencias significativas en ítems como la disposición de los elementos en pantalla y la preferencia por el uso futuro del entorno, áreas que son críticas para mejorar la experiencia del usuario y asegurar que el entorno sea inclusivo y efectivo para todos los estudiantes.

El uso de estas técnicas avanzadas permitió no solo obtener una comprensión profunda de las percepciones generales, sino también identificar áreas específicas que requieren mejoras. Esto facilitó la evaluación integral de la efectividad del entorno inmersivo en términos de su impacto educativo y su capacidad para comprometer a los estudiantes en un proceso de aprendizaje interactivo y significativo.

Tabla 1.

Distribución de frecuencias para las dimensiones: usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación y contenido educativo

Ítems	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
1	2	1	2	4	3	1	1	1	1	2	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	1	3	1	4	2	1	1	0	3	0	2	1	2	0	0	1	3	0	0	2	3	3	2	4	
3	8	5	10	7	11	9	11	6	7	14	9	11	10	11	8	6	6	5	10	5	11	6	5	5	4	
4	17	24	18	22	21	23	24	27	25	18	27	18	24	16	25	26	15	20	17	19	21	27	26	27	23	
5	15	13	11	10	5	9	7	9	11	7	7	12	8	12	10	11	21	15	16	19	9	7	9	9	12	

La Tabla 1 muestra que la mayoría de las respuestas de los participantes se concentran en los niveles 4 y 5 de la escala Likert, lo que indica una percepción generalmente positiva del entorno virtual inmersivo. Esto es particularmente evidente en ítems como el 4, 8, 10, 12, 14 y 23, donde más del 50% de los participantes manifestaron un alto grado de acuerdo. Sin embargo, algunos ítems como el 5, 21 y 22 presentan una mayor dispersión en las respuestas, con valores más equilibrados entre los niveles bajos y altos, lo que sugiere variabilidad en las percepciones de los estudiantes respecto a esos aspectos, señalando áreas potenciales de mejora, como la disposición de los elementos en pantalla y la funcionalidad del entorno. A pesar de estas variaciones, en general, las respuestas reflejan coherencia, ya que la mayoría de los ítems recibió valoraciones positivas, lo que sugiere que el entorno fue bien recibido por la mayoría de los estudiantes, aunque existen aspectos que podrían optimizarse para mejorar la experiencia educativa.

Tabla 2

Cálculo de las medias y desviaciones estándar para los ítems 1-13 que abarca las dimensiones: usabilidad, funcionalidad e interactividad

Ítem	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Media	3.48	3.56	3.14	3.76	3.00	3.96	3.92	4.08	4.12	3.36	4.24	3.64	3.88
Desviación Estándar	1.18	1.33	1.41	3.76	3.00	3.96	3.92	4.08	4.12	3.36	4.24	3.64	3.88

Tabla 3

Cálculo de las medias y desviaciones estándar para los ítems 14-15 que abarca las dimensiones: motivación y contenido educativo

Ítem	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Media	3.72	3.92	4.00	4.28	3.88	4.08	4.20	3.36	3.24	3.48	3.52	3.84
Desviación Estándar	3.72	3.92	4.00	4.28	3.88	4.08	4.20	3.36	3.24	3.48	3.52	3.84

Los resultados calculados muestran varias tendencias clave:

Percepción General Positiva: Las medias de la mayoría de los ítems oscilan entre 3.5 y 4.2, lo que indica que, en general, los participantes tienen una percepción favorable o de acuerdo con las afirmaciones presentadas en el cuestionario.

Consistencia en Respuestas: Las desviaciones estándar son generalmente bajas, alrededor de 0.8 a 1.3, lo que sugiere que la mayoría de los participantes tienen opiniones similares para muchos ítems. Esto indica una consistencia en la percepción de los participantes respecto a la evaluación del entorno virtual.

Ítems con Mayor Variabilidad: Algunos ítems presentan desviaciones estándar ligeramente más altas (cercasas a 1.3), lo que sugiere que existen ítems con mayor dispersión en las respuestas. Esto podría reflejar diferentes niveles de acuerdo o desacuerdo entre los participantes, posiblemente debido a experiencias variadas o interpretaciones diferentes del ítem.

Áreas de Mejora: Ítems con medias cercanas a 3.0 (como los ítems 5 y 21) y desviaciones estándar relativamente altas indican áreas donde las percepciones son más neutrales o varían más, lo que podría señalar oportunidades para mejorar o clarificar esos aspectos del entorno evaluado.

En resumen, los resultados sugieren que la percepción general del entorno es positiva, con algunas áreas específicas donde la variabilidad en las respuestas indica la necesidad de explorar más a fondo las experiencias de los participantes para realizar mejoras.

Análisis de Varianza (ANOVA)

A continuación, se desarrolla el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los géneros en las percepciones sobre el entorno virtual.

La mayoría de los ítems no presentan diferencias significativas en las percepciones entre los géneros ($p > 0.05$). Sin embargo, hay un ítem, "Preferiría utilizar el entorno virtual para otras actividades de aprendizaje en el futuro", que presenta una diferencia significativa entre géneros con un valor p de 0.0285.

Coefficiente Alpha de Cronbach

El Coeficiente Alfa de Cronbach se empleó en la investigación para evaluar la confiabilidad interna del cuestionario que se utilizó para medir las percepciones de los estudiantes sobre el entorno virtual inmersivo. Este cuestionario abarcaba cinco dimensiones clave: usabilidad (facilidad de uso y navegación dentro del entorno),

funcionalidad (capacidad del entorno para facilitar actividades educativas de manera efectiva), interactividad (grado de interacción entre los participantes y el entorno), motivación (impacto del entorno en el compromiso y el interés de los estudiantes) y contenido educativo (claridad y relevancia del material educativo sobre anatomía y fisiología). El valor obtenido del Alfa de Cronbach de 0.973 indica una muy alta consistencia interna entre los ítems del cuestionario, lo que asegura que las respuestas de los participantes fueron coherentes a lo largo de las diferentes dimensiones evaluadas. Esto refleja que el instrumento utilizado fue fiable para medir las percepciones de los estudiantes en relación con el entorno inmersivo en términos de su efectividad y calidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Análisis Comparativo entre Géneros

Para determinar si existen diferencias significativas en las percepciones entre géneros, se realiza la prueba estadística de Chi-cuadrado.

Después de realizar la prueba de Chi-cuadrado para comparar las percepciones entre géneros masculino y femenino en el cuestionario, se ha encontrado diferencias significativas en dos ítems:

"La disposición de los elementos en la pantalla es clara y comprensible."

- Estadístico Chi-cuadrado: 13.27
- p-valor: 0.010
- Grados de libertad: 4
- Las frecuencias esperadas sugieren que las mujeres y hombres difieren significativamente en cómo perciben la claridad de la disposición de los elementos en la pantalla.

"Preferiría utilizar el entorno virtual para otras actividades de aprendizaje en el futuro."

- Estadístico Chi-cuadrado: 12.58
- p-valor: 0.006
- Grados de libertad: 3
- Hay una diferencia significativa en la preferencia de uso futuro del entorno virtual entre hombres y mujeres.

Estos resultados indican que existen percepciones significativamente diferentes entre los géneros en estos aspectos del entorno virtual. Esto puede tener implicaciones para cómo se diseña y se implementa el entorno virtual para asegurar una experiencia positiva para todos los usuarios.

Resultados Esperados:

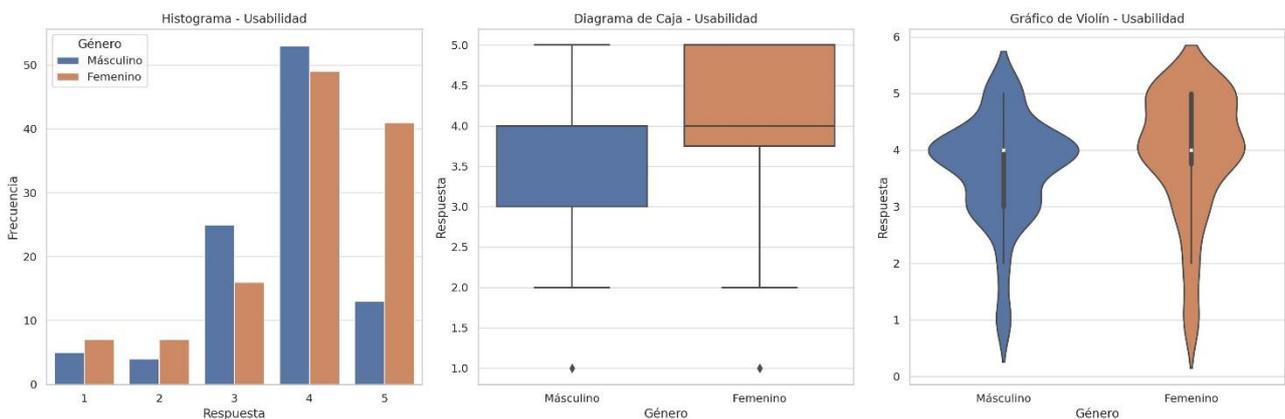


Figura 1. Histograma, Box-plot, Diagrama de Violín para la dimensión usabilidad

Histograma: La mayoría de los participantes, tanto hombres como mujeres, califican la usabilidad del entorno virtual entre 4 ("De acuerdo") y 5 ("Muy de acuerdo"). Hay una ligera tendencia hacia una percepción más favorable entre las mujeres.

Diagrama de Caja: El rango intercuartílico de respuestas es más alto en mujeres, con más consistencia en respuestas altas (valores de 4 y 5), mientras que los hombres muestran más variabilidad.

Gráfico de Violín: Las distribuciones son bastante similares, pero las mujeres tienden a concentrarse más en el valor 4, mientras que los hombres muestran una ligera dispersión hacia valores más bajos.

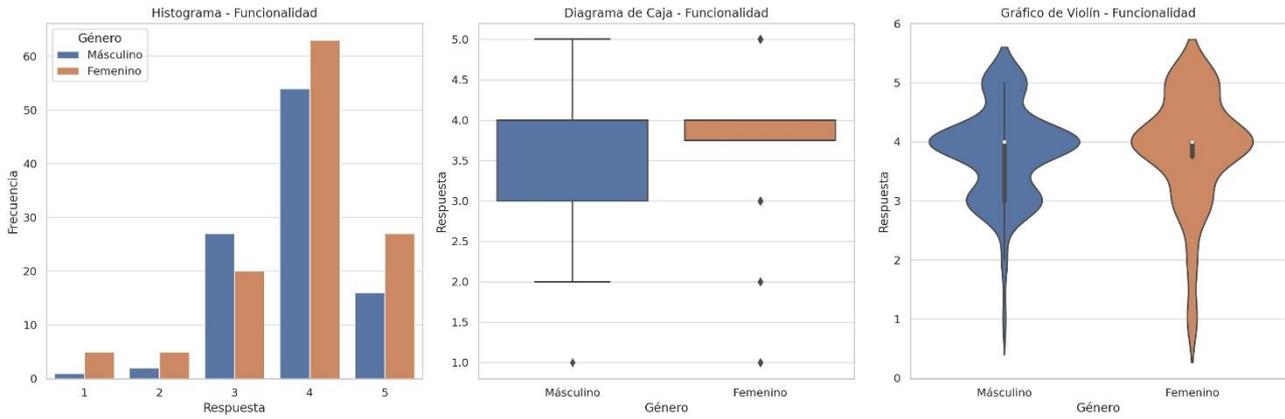


Figura 2. Histograma, Box-plot, Diagrama de Violin para la dimensión funcionalidad

Histograma: Similar a la usabilidad, la mayoría de las respuestas se concentran en valores de 4 y 5, con las mujeres mostrando una ligera tendencia a respuestas más altas.

Diagrama de Caja: Las mujeres muestran una mediana más alta, con menos dispersión hacia valores bajos. Los hombres tienen una mayor dispersión hacia respuestas medias y bajas.

Gráfico de Violín: Las mujeres presentan una distribución más concentrada alrededor de 4 y 5, mientras que los hombres tienen una distribución más amplia, con respuestas que se extienden más hacia valores bajos.

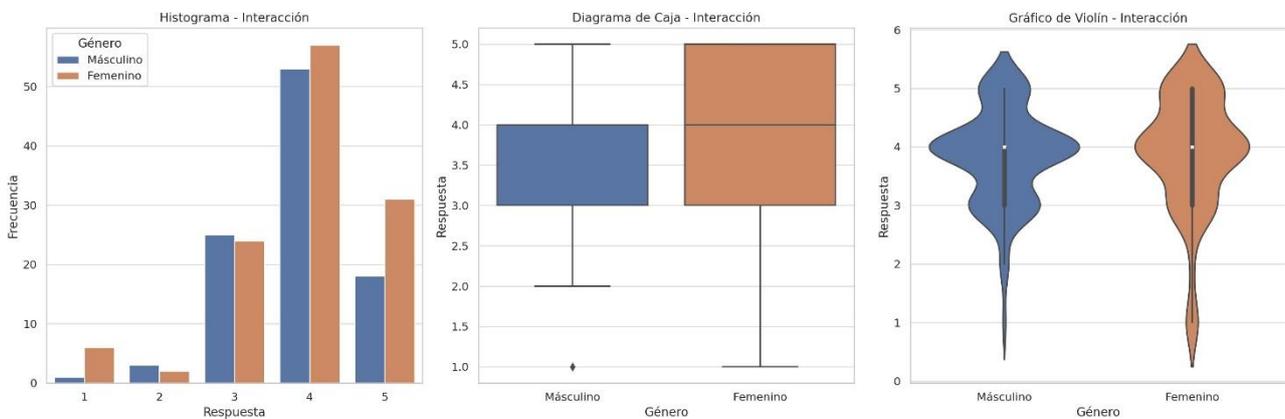


Figura 3. Histograma, Box-plot, Diagrama de Violin para la dimensión interacción

Histograma: De nuevo, la mayoría de los participantes reportan altos niveles de acuerdo (4 o 5) sobre la capacidad de interacción del entorno, con las mujeres un poco más inclinadas hacia el extremo superior.

Diagrama de Caja: Los hombres muestran una mayor dispersión de respuestas. Las mujeres tienden a concentrar sus respuestas en valores más altos.

Gráfico de Violín: Las mujeres tienen una distribución que se concentra más en 4 y 5, mientras que los hombres tienen una mayor variabilidad en sus respuestas.

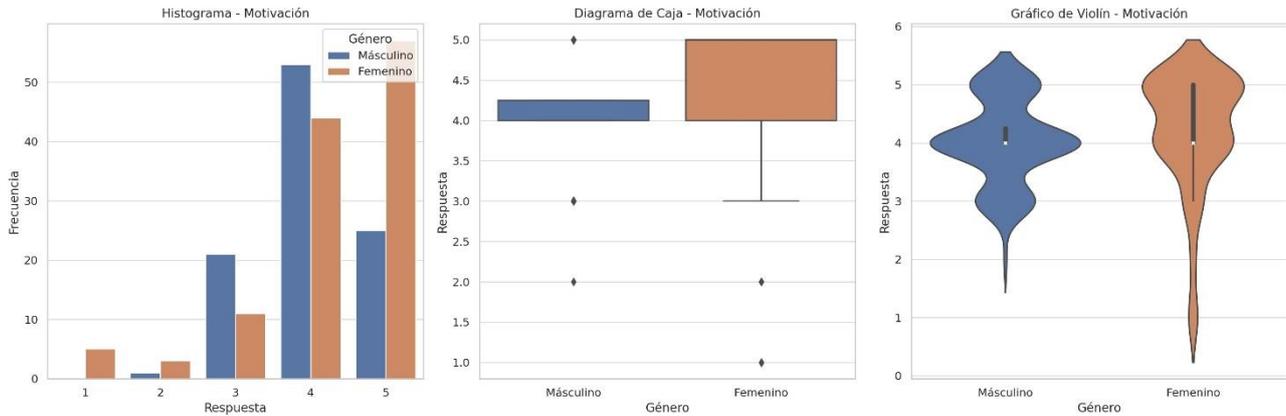


Figura 3. Histograma, Box-plot, Diagrama de Violin para la dimensión motivación

Histograma: En cuanto a motivación, tanto hombres como mujeres muestran una alta satisfacción, aunque nuevamente, las mujeres tienden a reportar ligeramente respuestas más positivas.

Diagrama de Caja: Las respuestas de los hombres son más dispersas, con valores atípicos más bajos. Las respuestas de las mujeres son más consistentes y se concentran en valores altos.

Gráfico de Violín: Las mujeres tienen una distribución muy concentrada en 4 y 5, mientras que los hombres muestran más variabilidad, con una mayor dispersión hacia valores más bajos.

En el análisis de las figuras 3 y 4, se utilizan como argumento los resultados obtenidos para mostrar las diferencias significativas en las percepciones de los estudiantes, especialmente entre géneros, en cuanto a la usabilidad, funcionalidad e interactividad del entorno virtual inmersivo. Se destacan elementos clave como la preferencia por el uso futuro del entorno virtual y la disposición de los elementos en pantalla. El análisis realizado refuerza la idea de que el entorno virtual fue generalmente percibido de manera positiva, pero también muestran variabilidad en algunos aspectos, lo que sugiere áreas de mejora en el diseño para optimizar la experiencia de los usuarios y asegurar una implementación más efectiva y equitativa.

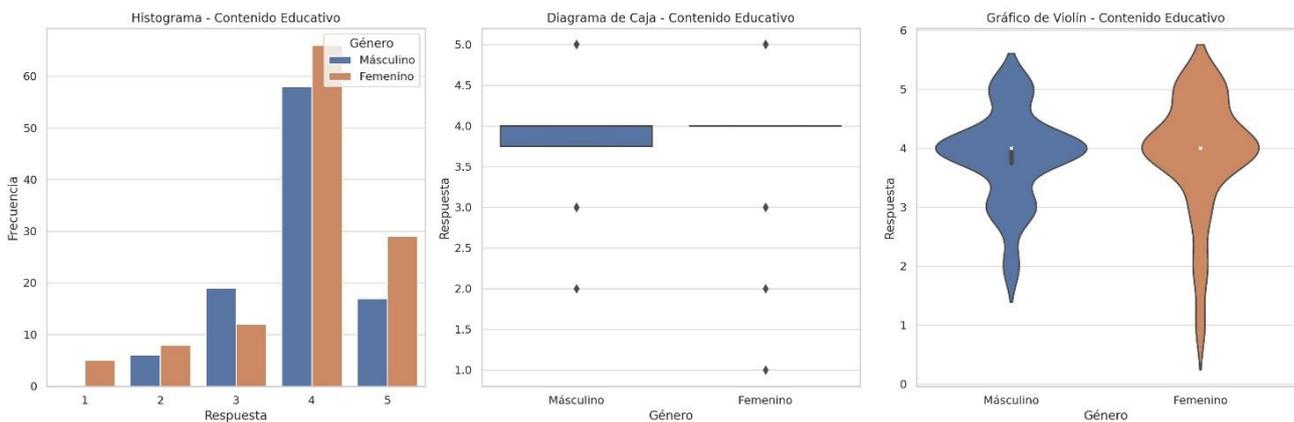


Figura 4. Histograma, Box-plot, Diagrama de Violin para la dimensión contenido educativo

Histograma: Ambos géneros tienden a calificar altamente el contenido educativo, pero las mujeres muestran una ligera inclinación hacia respuestas más positivas.

Diagrama de Caja: Las respuestas de las mujeres son más consistentemente altas, mientras que las de los hombres muestran una mayor variabilidad con algunos valores más bajos.

Gráfico de Violín: Las distribuciones siguen un patrón similar a las otras dimensiones, con las mujeres concentradas en valores altos y los hombres mostrando mayor dispersión.

En conclusión, las mujeres tienden a dar respuestas ligeramente más positivas en todas las dimensiones, con una menor dispersión en sus respuestas.

Los hombres presentan mayor variabilidad en sus respuestas, con más casos de desacuerdo o respuestas neutras, lo que sugiere una percepción menos uniforme del entorno virtual.

En general, ambas poblaciones perciben positivamente el entorno virtual, con respuestas predominantemente en

los niveles más altos (4 y 5) en todas las dimensiones.

Estos resultados sugieren que, aunque ambos géneros tienen una percepción positiva del entorno virtual, las mujeres tienden a valorarlo de manera ligeramente más positiva y con menos variabilidad en sus respuestas.

Discusión

La discusión de los resultados de esta investigación muestra que el uso de un entorno virtual inmersivo en la enseñanza de anatomía y fisiología humana tuvo un impacto positivo en la percepción de los estudiantes, con una tendencia general a valorar positivamente la usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación y contenido educativo. Estos hallazgos están en línea con estudios previos que destacan los beneficios de las tecnologías inmersivas en la educación. Por ejemplo, Knierim et al. (2017) resaltaron la efectividad de la retroalimentación inmersiva en entornos virtuales para proporcionar experiencias de aprendizaje más envolventes y realistas. Similarmente, la investigación de Tsirulnikov et al. (2023) demostró que las simulaciones de laboratorio virtual mejoran la motivación y los resultados de aprendizaje de los estudiantes, lo cual es coherente con nuestros hallazgos de una alta satisfacción en las dimensiones de interactividad y motivación. Por otro lado, Cabiria (2012) y Meccawy (2022) enfatizaron el potencial de la realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) para transformar la educación mediante la creación de entornos de aprendizaje más dinámicos y personalizados, lo cual se refleja en la percepción positiva general observada en nuestra investigación. Sin embargo, es importante destacar que, aunque la mayoría de los ítems muestran percepciones favorables, algunos ítems, como el relacionado con la preferencia por utilizar el entorno virtual en el futuro, mostraron diferencias significativas entre géneros ($p = 0.0285$), lo que coincide con los resultados mixtos reportados por Cevikbas (2023) en cuanto a la efectividad de AR/VR en la educación matemática. Además, al igual que lo señalado por Alzahrani (2020) y Najib et al. (2024), algunos desafíos asociados con la tecnología, como la variabilidad en la percepción de la disposición de los elementos en pantalla, podrían indicar áreas donde es necesario mejorar la experiencia del usuario. En resumen, esta investigación confirma los beneficios reportados en la literatura sobre la educación inmersiva, pero también identifica la necesidad de abordar las diferencias de género y mejorar ciertos aspectos del entorno virtual para maximizar su eficacia educativa.

Conclusiones

Las conclusiones de esta investigación indican que el entorno virtual inmersivo implementado en la enseñanza de anatomía y fisiología humana fue percibido de manera positiva por la mayoría de los estudiantes, cumpliendo así con el objetivo de analizar su efectividad y las percepciones de los usuarios.

Los resultados muestran que la usabilidad, funcionalidad, interactividad, motivación y contenido educativo fueron valorados con medias que oscilaron entre 3.5 y 4.2, lo que refleja un alto grado de satisfacción.

En particular, las dimensiones de interactividad y motivación destacaron con respuestas predominantemente en los niveles 4 y 5, lo que sugiere que el entorno virtual contribuyó significativamente al compromiso y aprendizaje de los estudiantes.

Sin embargo, se identificaron diferencias significativas entre géneros en la preferencia por el uso futuro del entorno virtual, con un p -valor de 0.0285, lo que indica la necesidad de considerar estos factores en el diseño e implementación de entornos educativos.

Además, la consistencia interna del cuestionario, con un Alpha de Cronbach de 0.973, respalda la fiabilidad de los resultados obtenidos. A pesar de los resultados mayoritariamente positivos, ciertos ítems, como los relacionados con la disposición de los elementos en pantalla, mostraron mayor variabilidad en las respuestas, lo que sugiere áreas de mejora.

La investigación confirma que el entorno virtual inmersivo es una herramienta efectiva para la enseñanza de anatomía y fisiología, mejorando la experiencia educativa de los estudiantes, aunque se requieren ajustes para optimizar su eficacia y asegurar una experiencia equitativa entre todos los usuarios.

Limitaciones y futuras recomendaciones

Una de las principales limitaciones de esta investigación es la utilización de una muestra no probabilística por conveniencia, lo que podría limitar la generalización de los resultados a otras poblaciones. Además, la muestra estuvo compuesta por un número relativamente pequeño de estudiantes (44 en total), lo que puede haber reducido la capacidad de detectar diferencias más sutiles en las percepciones entre subgrupos, como los géneros. Otra limitación es la dependencia de un solo punto de recolección de datos, lo que no permite observar cómo cambian las percepciones de los estudiantes a lo largo del tiempo o con el uso repetido del entorno virtual. Asimismo, aunque el cuestionario mostró una alta confiabilidad interna, el enfoque cuantitativo no permitió explorar en profundidad las razones detrás de las percepciones de los estudiantes, lo que podría proporcionar una comprensión más rica y

contextualizada de sus experiencias.

Para futuras investigaciones, se recomienda ampliar la muestra a diferentes contextos educativos y niveles de estudio, utilizando una muestra probabilística para mejorar la representatividad de los resultados. Además, sería beneficioso realizar estudios longitudinales que evalúen el impacto del entorno virtual a lo largo del tiempo y con usos repetidos. Complementar el enfoque cuantitativo con métodos cualitativos, como entrevistas o grupos focales, permitiría profundizar en las razones detrás de las percepciones y proporcionar información valiosa para mejorar el diseño del entorno virtual. Finalmente, se sugiere investigar más a fondo las diferencias de género identificadas en esta investigación, para ajustar y personalizar las experiencias de aprendizaje inmersivo de manera que sean igualmente efectivas para todos los estudiantes.

Referencias

- Alvarez, P., Gomez, L., & Ruiz, M. (2023). Designing effective feedback systems in immersive learning environments. *Journal of Educational Technology Research and Development*, 71(2), 205-226. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10113-x>
- Alzahrani, N. M. (2020). Augmented reality: A systematic review of its benefits and challenges in E-learning contexts. *Applied Sciences (Basel, Switzerland)*, 10(16), 5660. <https://doi.org/10.3390/app10165660>
- Barroso, K. (2022). La Realidad Aumentada en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje. *Technology Rain Journal*, 1(2), e6. <https://doi.org/10.55204/trj.v1i2.e6>
- Boud, D., & Molloy, E. (2013). *Feedback in Higher and Professional Education: Understanding it and doing it well*. Routledge. ISBN 9780415692298
- Cabiria, J. (2012). Augmenting engagement: Augmented reality in education. In *Increasing Student Engagement and Retention Using Immersive Interfaces: Virtual Worlds, Gaming, and Simulation* (pp. 225–251). Emerald Group Publishing Limited. [http://dx.doi.org/10.1108/S2044-9968\(2012\)000006C011](http://dx.doi.org/10.1108/S2044-9968(2012)000006C011)
- Cevikbas, M., Bulut, N., & Kaiser, G. (2023). Exploring the benefits and drawbacks of AR and VR technologies for learners of mathematics: Recent developments. *Systems*, 11(5), 244. <https://doi.org/10.3390/systems11050244>
- Deci, E. L., Ryan, R. M., & Koestner, R. (2022). Motivating students in digital learning environments: The role of intrinsic and extrinsic motivation. *Educational Psychology Review*, 34(2), 361-378. <https://doi.org/10.1007/s10648-021-09611-y>
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology*, 51(6), 2006–2033. <https://doi.org/10.1111/bjet.13030>
- Dörnyei, Z., & Ushioda, E. (2023). *Teaching and researching motivation*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003271965>
- Educadictos. (2017). *El Aprendizaje Inmersivo: Educación, Tecnología, Cursos, Docencia*. <https://www.educadictos.com/aprendizaje-inmersivo/>
- Hanggara, Y., Qohar, A., Sukoriyanto. (2024). The Impact of Augmented Reality-Based Mathematics Learning Games on Students' Critical Thinking Skills. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 18(7), pp. 173–187. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i07.48067>
- Hwang, W. Y., Huang, Y. M., & Cheng, S. C. (2022). Real-time feedback in immersive virtual learning environments: Effects on learner engagement and performance. *Educational Technology & Society*, 25(1), 42-54. https://www.j-ets.net/ETS/journals/25_1/5.pdf
- Johnson, L., & Levine, A. (2023). Challenges in virtual reality education: Balancing technological complexity with user accessibility. *Computers & Education*, 180, 104494. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104494>
- Jonsson, A. (2012). Facilitating productive use of feedback in higher education. *Active Learning in Higher Education*, 13(1), 63-76. <https://doi.org/10.1177/1469787412467125>
- Knierim, P., Kosch, T., Schwind, V., Funk, M., Kiss, F., Schneegass, S., & Henze, N. (2017). Tactile drones - providing immersive tactile feedback in virtual reality through quadcopters. *Proceedings of the 2017 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. <https://doi.org/10.1145/3027063.3050426>
- Korowajczenko, K. T. (2022). *Realidad aumentada sus desafíos y aplicaciones para el e-learning*. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.1464.5601>
- Maraza-Quispe, B., Alejandro-Oviedo, O. M., Llanos-Talavera, K. S., Choquehuanca-Quispe, W., Angel Choquehuayta-Palomino, S., & Cayturo-Silva, N. E. (2023). Towards the development of emotions through the use of Augmented Reality for the improvement of teaching-learning processes. *International Journal of Information and Education Technology (IJET)*, 13(1), 56–63. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2023.13.1.1780>
- Meccawy, M. (2022). Creating an immersive XR learning experience: A roadmap for educators. *Electronics*, 11(21), 3547. <https://doi.org/10.3390/electronics11213547>
- Najib Fahmi, M.I., Zubaidah, S., Mahanal, S., Setiawan, D. (2024). *Virtual Reality Laboratory Laws of*

Inheritance Enhancing Students' Technological Literacy. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (ijIM)*, 18(6), pp. 159–172. <https://doi.org/10.3991/ijim.v18i06.47945>

Patiño García, S. J., & Garzón, J. (2024). Efectos de un videojuego en el aprendizaje y la motivación de los alumnos en un curso de Ciencias Naturales. *Revista Virtual Universidad Católica Del Norte*, 71, 81–104. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n71a5>

Ryan, R. M., & Stiller, J. D. (2023). Intrinsic and extrinsic motivation in classrooms: Toward an integrative model. *Journal of Educational Psychology*, 115(2), 275-289. <https://doi.org/10.1037/edu0000684>

Sadler, D. R. (2010). Beyond feedback: Developing student capability in complex appraisal. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 35(5), 535-550. <https://doi.org/10.1080/02602930903541015>

Sánchez Castillo, G. (2023). Diseña experiencias sencillas de aprendizaje inmersivo utilizando tecnología. <https://repositorio.tec.mx/handle/11285/650192>

Smith, K., & Sanchez, D. (2024). Motivation and feedback in immersive learning: Designing for effective user experiences. *Learning and Instruction*, 79, 101573. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2023.101573>

Tsirulnikov, D., Suart, C., Abdullah, R., Vulcu, F., & Mullarkey, C. E. (2023). Game on: immersive virtual laboratory simulation improves student learning outcomes & motivation. *FEBS Open Bio*, 13(3), 396–407. <https://doi.org/10.1002/2211-5463.13567>

Wigfield, A., Gladstone, J., & Turci, L. (2023). *Handbook of motivation at school*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003203386>