



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

**FACULTAD DE INFORMÁTICA, CIENCIAS DE LA
COMPUTACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

CARRERA DE REALIDAD VIRTUAL Y VIDEJUEGOS

**Evaluación de un entorno inmersivo de realidad virtual para el
entrenamiento en emergencias prehospitalarias: un estudio
observacional**

**PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO DE REALIDAD
VIRTUAL Y VIDEJUEGOS**

AUTOR: ANTHONY MARCOS CONTRERAS URGILES

DIRECTOR: DIS. TATIANA ALEXANDRA CABRERA SILVA, MSC

CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

FACULTAD DE INFORMÁTICA, CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

CARRERA DE REALIDAD VIRTUAL Y VIDEJUEGOS

Evaluación de un entorno inmersivo de realidad virtual para el
entrenamiento en emergencias prehospitalarias: un estudio observacional

PROYECTO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN REALIDAD VIRTUAL Y VIDEJUEGOS

AUTOR: ANTHONY MARCOS CONTRERAS URGILES

DIRECTOR: DIS. TATIANA ALEXANDRA CABRERA SILVA, MSC
CUENCA - ECUADOR

2026

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO

Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Anthony Marcos Contreras Urgiles portador(a) de la cédula de ciudadanía N.º **0350270054**. Declaro ser el autor de la obra: “Evaluación de un entorno inmersivo de realidad virtual para el entrenamiento en emergencias prehospitalarias: un estudio observacional”, sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Cuenca, **de julio de 2026**

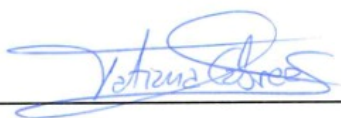

F:

Anthony Marcos Contreras Urgiles

C.I. 0350270054

Certificado

Certifico que el presente trabajo de investigación fue desarrollado por **Anthony Marcos Contreras Urgiles**, portador(a) de la cedula de ciudadanía N.º **0350270054** con el tema “Evaluación de un entorno inmersivo de realidad virtual para el entrenamiento en emergencias prehospitalarias: un estudio observacional”, bajo mi supervisión.



MSc. Tatiana Alexandra Cabrera Silva

DIRECTORA DEL TRABAJO INVESTIGATIVO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Dedicatoria

Dedico este trabajo de tesis, con profundo amor y gratitud, a mis padres, el Sr. Germán Contreras y la Sra. Nelly Urgiles, quienes han sido mi mayor ejemplo de esfuerzo, sacrificio y perseverancia. Gracias a su apoyo constante, sus consejos y su confianza, hoy puedo cumplir una meta muy importante en mi vida: graduarme como ingeniero. El sueño de ver a todos sus hijos convertidos en profesionales se hace realidad, y este logro también les pertenece a ustedes.

De manera especial, dedico también este trabajo a mi pareja, Mayrovi Aguayza, el amor de mi vida, por acompañarme durante este camino, por brindarme su apoyo, paciencia y motivación en cada etapa de mi carrera. Gracias por creer en mí y por estar presente en los momentos más importantes. Este logro también es parte de todo el amor, la confianza y la fuerza que me has dado.

Agradecimiento

A Dios, en primer lugar, por concederme la fortaleza, perseverancia y guía necesarias para culminar este proceso académico. A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor, sacrificio y apoyo incondicional; y a mis hermanos, por su compañía y motivación. A mi pareja, por su paciencia, consejos y respaldo constante en los momentos más importantes. A la Mgs. Tatiana Cabrera, mi tutora, por su orientación, retroalimentación y experiencia durante este proyecto. Finalmente, agradezco a la Universidad Católica de Cuenca y a la carrera de Ingeniería en Realidad Virtual y Videojuegos por mi formación profesional, con orgullo, esfuerzo y gratitud.

Resumen

La formación en emergencias médicas prehospitalarias requiere recursos que permitan practicar de forma segura y repetible a situaciones reales previo contacto con pacientes. En este contexto, la presente investigación analizó el funcionamiento y aporte del modelado tridimensional y las animaciones en un simulador de emergencias médicas prehospitalarias mediante realidad virtual. El estudio tuvo un enfoque evaluativo y descriptivo, con predominio cuantitativo. Se trabajó con 22 estudiantes de Enfermería de la Universidad Católica de Cuenca, quienes utilizaron el simulador y posteriormente respondieron un cuestionario Likert de 10 preguntas. Además, se aplicó una ficha de observación técnica durante la experiencia. Los resultados evidenciaron una aceptación aproximada del 85 %, con una media descriptiva de 4,23 sobre 5. El 86,4 % de los participantes valoró positivamente la claridad de objetos, personajes, animaciones y acciones. De igual manera, el 95,5 % no presentó problemas visuales durante la prueba, mientras que el 31,8 % manifestó incomodidad leve sin abandonar la experiencia. Se concluye que el modelado tridimensional y las animaciones aportan favorablemente a la comprensión del escenario, la interacción con objetos y el refuerzo percibido del procedimiento, aunque el simulador debe entenderse como un recurso complementario y no como sustituto de la práctica clínica presencial.

Palabras Clave: Realidad virtual, modelado 3D, animación, simulación.

Abstract

Training in prehospital emergency care requires resources that allow for safe and repeatable practice in real-life situations before actual patient contact. In this context, this study analyzed the functioning and contributions of three-dimensional modeling and animations in a virtual reality-based prehospital emergency care simulator. The study employed an evaluative and descriptive approach, with a predominantly quantitative focus. The study involved 22 Nursing students from the Catholic University of Cuenca, who used the simulator and subsequently completed a 10-question Likert-scale questionnaire. In addition, a technical observation form was used during the simulation experience. The results showed an acceptance rate of approximately 85%, with a descriptive mean of 4.23 out of 5. A total of 86.4% of the participants rated the clarity of objects, characters, animations, and actions positively. Similarly, 95.5% did not experience any visual problems during the test, while 31.8% reported mild discomfort without discontinuing the experience. It is concluded that 3D modeling and animations contribute positively to the understanding of the scenario, interaction with objects, and the perceived reinforcement of the procedure, although the simulator should be viewed as a complementary resource rather than a substitute for face-to-face clinical practice.

Keywords: *Virtual reality, 3D modeling, animation, simulation.*

Evaluación de un entorno inmersivo de realidad virtual
para el entrenamiento en emergencias prehospitalarias:
un estudio observacional

*Evaluation of a simulated virtual reality environment
for prehospital emergency training: an observational
study*

Introducción

El tema de esta investigación es la formación en atención de emergencias prehospitalarias para desarrollar en los estudiantes competencias que van más allá de la comprensión teórica de los procedimientos clínicos. Durante una emergencia médica, la demora en la toma de decisiones, una secuencia incorrecta de acciones o la identificación errónea de un elemento clínico pueden comprometer la seguridad del paciente. Por lo tanto, los estudiantes de profesiones de la salud requieren entornos de formación preparatorios que les permitan experimentar escenarios clínicos antes de interactuar con pacientes reales. Estos entornos deben ser seguros, controlados y repetibles, lo que permite a los estudiantes practicar, cometer errores y corregirlos sin poner en riesgo a los pacientes durante sus experiencias formativas iniciales [1], [2].

En este contexto, la realidad virtual ha surgido como una herramienta potencialmente valiosa para la formación en atención sanitaria. Sin embargo, la eficacia de una experiencia de realidad virtual no depende únicamente del uso de un visor o de una aplicación inmersiva. Investigaciones previas sugieren que sus resultados también están asociados con el diseño de la experiencia, la claridad de la interacción, la usabilidad, el realismo, la retroalimentación y la alineación entre el entorno virtual y los objetivos educativos previstos [3], [4].

Al desarrollar un simulador de realidad virtual para la enseñanza y el aprendizaje de la atención de emergencias prehospitalarias, evaluar únicamente su rendimiento técnico es insuficiente. Es necesario determinar si sus recursos visuales facilitan la comprensión de los usuarios, el reconocimiento de los suministros clínicos y la capacidad de seguir una secuencia adecuada de acciones, promoviendo así la fidelidad del usuario dentro del entorno. Por lo

tanto, el diseño visual del entorno, los personajes y los elementos interactivos desempeña un papel importante en la experiencia inmersiva general.

El aprendizaje en el simulador de emergencias prehospitalarias no se produce exclusivamente mediante instrucciones escritas. También implica un diseño instruccional que favorece la interpretación de pacientes virtuales, objetos, heridas, equipos, medicamentos, estructuras anatómicas, señales visuales y movimientos integrados en un entorno tridimensional. Un diseño visual adecuado puede facilitar la identificación de elementos relevantes y ayudar a los usuarios a orientarse dentro del entorno virtual, fortaleciendo su seguridad psicológica antes de enfrentarse directamente a contextos y pacientes reales. Del mismo modo, las animaciones pueden representar acciones clínicas y secuencias procedimentales que podrían ser más difíciles de comprender cuando se presentan mediante objetos estáticos, ayudando así a los usuarios a realizar la actividad simulada.

El valor educativo de los entornos tridimensionales se ha documentado en campos como la radiografía, la bioquímica médica, la oftalmología y la exploración celular. En estas áreas, los recursos inmersivos han ayudado a representar fenómenos difíciles de observar directamente y han facilitado la comprensión anatómica, espacial y conceptual. No obstante, la fidelidad visual debe considerarse con cautela, ya que un mayor realismo no garantiza necesariamente mejores resultados educativos [5], [6].

Las simulaciones inmersivas de realidad virtual se alinean con los enfoques de aprendizaje experiencial al permitir que los estudiantes participen en escenarios clínicos auténticos, reflexionen sobre su desempeño e integren nuevos conocimientos en su práctica futura. Según la teoría del aprendizaje experiencial de Kolb, el aprendizaje significativo se produce mediante un ciclo continuo de experiencia concreta, observación reflexiva, conceptualización abstracta y experimentación activa. En consecuencia, los entornos de

simulación inmersiva constituyen una estrategia adecuada para desarrollar habilidades de razonamiento clínico y toma de decisiones en la formación de enfermería.

Este estudio se guió por la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida la fidelidad visual y las animaciones procedimentales facilitan la usabilidad, la orientación espacial, el reconocimiento de elementos clínicos y la comprensión de secuencias procedimentales en el simulador de realidad virtual para una formación eficaz en emergencias prehospitalarias? Este estudio se guió por la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué medida la fidelidad visual y las animaciones procedimentales facilitan la usabilidad, la orientación espacial, el reconocimiento de elementos clínicos y la comprensión de secuencias procedimentales en el simulador inmersivo de realidad virtual para la formación en emergencias prehospitalarias? El objetivo de este estudio fue evaluar la viabilidad y la utilidad educativa percibida del simulador mediante las percepciones de los usuarios sobre sus componentes visuales y animados, centrándose en el reconocimiento de suministros clínicos, la orientación dentro del entorno virtual, la usabilidad y la comprensión de secuencias procedimentales.

Metodología

Este estudio observacional transversal utilizó un enfoque cuantitativo, descriptivo y exploratorio. La presentación del estudio se guió por la declaración *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) y su extensión para investigaciones basadas en simulación [7], [8]. Se utilizó una evaluación posterior a la simulación con un solo grupo, sin grupo de comparación, para examinar la viabilidad, la usabilidad, la claridad visual percibida, la orientación espacial, el reconocimiento de objetos y el apoyo percibido para comprender secuencias procedimentales.

El estudio evaluó la capacidad para comprender entornos y objetos destinados al aprendizaje práctico sin riesgos mediante el simulador, previamente diseñado e implementado para la formación en emergencias prehospitalarias. La evaluación se centró en las percepciones e interacciones de los participantes en relación con su comprensión de los contenidos de aprendizaje, incluidos los modelos tridimensionales, los objetos clínicos, los escenarios virtuales, las señales visuales y las animaciones procedimentales del simulador. Estos componentes se examinaron en relación con la usabilidad, el realismo percibido, la orientación espacial, la interacción con objetos virtuales y el apoyo educativo percibido.

El escenario de simulación se diseñó de acuerdo con las mejores prácticas reconocidas internacionalmente para la simulación en atención sanitaria, incluidos objetivos de aprendizaje claramente definidos, orientación de los participantes, ejecución estandarizada del escenario y una evaluación estructurada posterior a la simulación, en concordancia con los Estándares de Mejores Prácticas en Simulación Sanitaria.

El estudio incluyó a 22 estudiantes de cuarto semestre de la carrera de Enfermería de la Universidad Católica de Cuenca. Fueron seleccionados con base en los contenidos de su plan de estudios y la temática abordada en ese nivel académico, y fueron reclutados mediante

muestreo por conveniencia. Los criterios de inclusión fueron estar matriculado en el programa de Enfermería, aceptar participar voluntariamente, completar toda la experiencia de realidad virtual y responder el cuestionario posterior a la simulación. Se excluyó del análisis a los participantes que no pudieron completar la experiencia debido a molestias físicas, mareo intenso o fatiga visual.

Debido al carácter piloto y de factibilidad del estudio, no se realizó un cálculo formal del tamaño de la muestra. Se incluyó a la totalidad de los 22 estudiantes elegibles y disponibles del curso durante el periodo de evaluación, con el propósito de obtener evidencia preliminar sobre la viabilidad, la usabilidad y el funcionamiento del simulador antes de realizar investigaciones con muestras más amplias.

Antes de la evaluación, cada participante recibió una orientación sobre el uso del visor Meta Quest 3 y los controladores manuales. Posteriormente, los participantes completaron sesiones individuales que incluyeron procedimientos y escenarios relacionados con la atención de emergencias prehospitalarias. Cada sesión de realidad virtual tuvo una duración aproximada de 20 minutos.

Antes de cada sesión, se verificaron el funcionamiento del visor, la ejecución correcta del software de simulación, la disponibilidad del área física de evaluación y la ausencia de obstáculos. Estas comprobaciones se realizaron para reducir los riesgos de seguridad y minimizar los factores técnicos o ambientales que pudieran afectar la experiencia de los participantes o la interpretación de los resultados [4], [9].

Después de completar la simulación, los participantes respondieron un cuestionario anónimo de 10 ítems mediante una escala Likert de 5 puntos. El cuestionario evaluó dominios relacionados con el reconocimiento de objetos, la claridad visual, la orientación espacial, las

animaciones procedimentales, la interacción, el realismo percibido y la contribución percibida del simulador a la comprensión de la secuencia de acciones.

Durante cada sesión de simulación también se completó un formulario de observación del investigador. El formulario registró cinco dominios observables: comprensión del uso básico del visor y los controladores manuales, orientación espacial dentro del entorno virtual, identificación e interacción con los principales objetos virtuales, presencia de problemas técnicos o visuales y signos visibles de incomodidad, mareo o fatiga visual. El formulario de observación complementó las respuestas autoinformadas de los participantes al documentar su interacción con el entorno virtual y su capacidad para completar la experiencia [10], [11].

Tabla 1

Variables del estudio y métodos de medición

Variable	Tipo	Método de medición
Reconocimiento de objetos	Principal	Escala Likert
Orientación espacial	Principal	Escala Likert + observación
Interacción con objetos	Principal	Observación
Claridad visual	Secundaria	Escala Likert
Desempeño técnico	Secundaria	Observación
Comodidad	Secundaria	Observación

Nota. Las variables se evaluaron mediante una escala Likert de cinco puntos y observación directa.

El cuestionario y el formulario de observación del investigador fueron sometidos a una revisión de contenido por dos expertos, seleccionados por su experiencia en realidad virtual y atención prehospitalaria. La revisión consideró la pertinencia, claridad, coherencia y correspondencia de los ítems con los objetivos y las variables del estudio. Los comentarios y recomendaciones de los expertos fueron incorporados antes de la aplicación definitiva de los instrumentos. No se calculó un índice formal de validez de contenido ni se realizó una

evaluación psicométrica, por lo que los instrumentos se utilizaron como herramientas exploratorias en el contexto de un estudio piloto de factibilidad.

Para reducir el sesgo de recuerdo y la posible influencia de otros participantes, el cuestionario se administró de forma anónima inmediatamente después de la experiencia de realidad virtual. Las respuestas al cuestionario y los registros de observación del investigador se recopilaron sin identificadores individuales de los participantes. En consecuencia, las dos fuentes de datos no pudieron vincularse a nivel individual y se analizaron como conjuntos de datos complementarios. Sin embargo, también se realizó una sesión de *debriefing* mediante una conversación directa con los participantes, la cual se utilizó para validar y contrastar las respuestas obtenidas mediante los otros instrumentos.

Se realizaron análisis estadísticos descriptivos mediante frecuencias absolutas, porcentajes, medias aritméticas, desviaciones estándar y distribuciones de respuestas por ítem. Las medias y desviaciones estándar se calcularon para cada uno de los 10 ítems de la escala Likert de cinco puntos. No se realizaron pruebas estadísticas inferenciales ni análisis multivariantes debido al carácter piloto, descriptivo y de factibilidad del estudio.

Los datos obtenidos mediante el formulario de observación del investigador se resumieron utilizando frecuencias y porcentajes para las siguientes categorías: nivel de asistencia requerida, orientación espacial, interacción con objetos virtuales, incidentes técnicos o visuales y presencia o ausencia de incomodidad. Debido a que las respuestas al cuestionario y los registros de observación se recopilaron de forma anónima y no se vincularon mediante identificadores de los participantes, no se realizaron comparaciones individuales ni tablas de contingencia entre ambos instrumentos.

El estudio se llevó a cabo de acuerdo con los principios de la Declaración de Helsinki. Todos los participantes recibieron información sobre el propósito y los procedimientos del

estudio y otorgaron voluntariamente su consentimiento informado antes de participar. Los datos se utilizaron exclusivamente con fines académicos y de investigación, y la privacidad y confidencialidad de los participantes se mantuvieron durante todo el estudio.

Tabla 2

Características técnicas del simulador.

Característica	Descripción
Motor gráfico	Unity 6000
Dispositivo	Meta Quest 3
Plataforma de ejecución	Autónoma en Meta Quest 3
Tipo de simulación	Realidad virtual inmersiva
Interacción	Controladores manuales
Método de desplazamiento	Desplazamiento continuo
Lógica de interacción	Escenarios seleccionados guiados mediante secuencias lineales de acciones
Escenarios	RCP, uso de DEA, control de hemorragias, administración de medicamentos y aplicación de torniquetes
Duración de la sesión	Aproximadamente 20 minutos
Retroalimentación	Visual, interactiva y orientada al aprendizaje
SDK de realidad virtual	XR Interaction Toolkit

Nota. El simulador incluyó escenarios prehospitalarios con retroalimentación visual e interactiva; RCP: reanimación cardiopulmonar; DEA: desfibrilador externo automático.

Uso de inteligencia artificial generativa

Durante la preparación del manuscrito, los autores utilizaron ChatGPT (GPT-5.6 Thinking; OpenAI; consultado el 4 de agosto de 2026) para la traducción del español al inglés estadounidense, la edición lingüística y la revisión organizativa del manuscrito. Esta herramienta no se utilizó para generar, recopilar ni analizar los datos del estudio, realizar análisis estadísticos ni crear figuras. Todo el contenido generado mediante inteligencia artificial fue revisado críticamente, verificado con los datos originales y las fuentes citadas,

y corregido por los autores, quienes asumen la responsabilidad total por la exactitud, originalidad e integridad del manuscrito final.

Resultados

Los 22 participantes completaron la simulación de realidad virtual y el cuestionario posterior a la simulación. Ningún participante se retiró debido a molestias, fallos técnicos importantes o incapacidad para utilizar el visor.

La mayoría de los participantes no tenía experiencia previa con tecnología inmersiva. Quince de los 22 participantes (68,2 %) informaron que nunca habían utilizado un dispositivo de realidad virtual, mientras que 7 de 22 (31,8 %) informaron tener experiencia previa. De manera similar, 18 de 22 participantes (81,8 %) no habían utilizado previamente el simulador clínico, mientras que 4 de 22 (18,2 %) informaron tener experiencia previa con este tipo de herramienta de formación.

Después de la orientación inicial, 17 de 22 participantes (77,3 %) utilizaron el visor y los controladores sin asistencia, mientras que 5 de 22 (22,7 %) requirieron asistencia mínima.

En cuanto a la interacción con objetos virtuales, 15 de 22 participantes (68,2 %) identificaron y utilizaron los elementos principales sin dificultad. Los 7 participantes restantes (31,8 %) requirieron orientación ocasional. Ningún participante presentó dificultades persistentes ni incapacidad para interactuar con los controladores o los objetos virtuales.

La orientación espacial fue el aspecto que requirió el mayor ajuste inicial. Diez de 22 participantes (45,5 %) navegaron por el entorno virtual sin dificultad, mientras que 12 de 22 (54,5 %) mostraron incertidumbre inicial. Sin embargo, todos los participantes completaron la simulación en un solo día de práctica y no requirieron una intervención adicional, lo que respaldó la factibilidad operativa y la utilidad percibida del simulador como recurso educativo complementario.

El cuestionario de 10 ítems con escala Likert mostró valoraciones favorables en los dominios relacionados con el reconocimiento visual, la orientación espacial, la interacción, la secuenciación procedimental y el desempeño técnico. Al combinar las respuestas «de acuerdo» y «totalmente de acuerdo», se obtuvieron 187 respuestas positivas de un total de 220 respuestas posibles, correspondientes al 85,0 %. La puntuación media global fue de 4,23 sobre 5. Las medias por ítem oscilaron entre 4,18 y 4,27, con desviaciones estándar entre 1,37 y 1,56, lo que evidenció una valoración generalmente favorable del simulador, aunque con variabilidad en las respuestas de los participantes.

Diecinueve de los 22 participantes (86,4 %) valoraron positivamente la claridad de los objetos, los personajes y el entorno virtuales. Dieciocho de los 22 participantes (81,8 %) valoraron positivamente la claridad de los instrumentos y suministros clínicos. Durante el debriefing, los participantes describieron favorablemente la claridad de los instrumentos y su utilidad percibida para comprender las acciones representadas durante la experiencia. Diecinueve de los 22 participantes (86,4 %) valoraron positivamente los movimientos y las animaciones procedimentales en relación con su claridad y la facilidad para seguir la secuencia de acciones.

Veintiuno de los 22 participantes (95,5 %) no experimentaron problemas técnicos ni visuales durante la simulación. Quince de los 22 participantes (68,2 %) no mostraron signos visibles de incomodidad, mientras que 7 de 22 (31,8 %) experimentaron incomodidad leve. Ningún participante interrumpió la experiencia debido a molestias.

Tabla 3

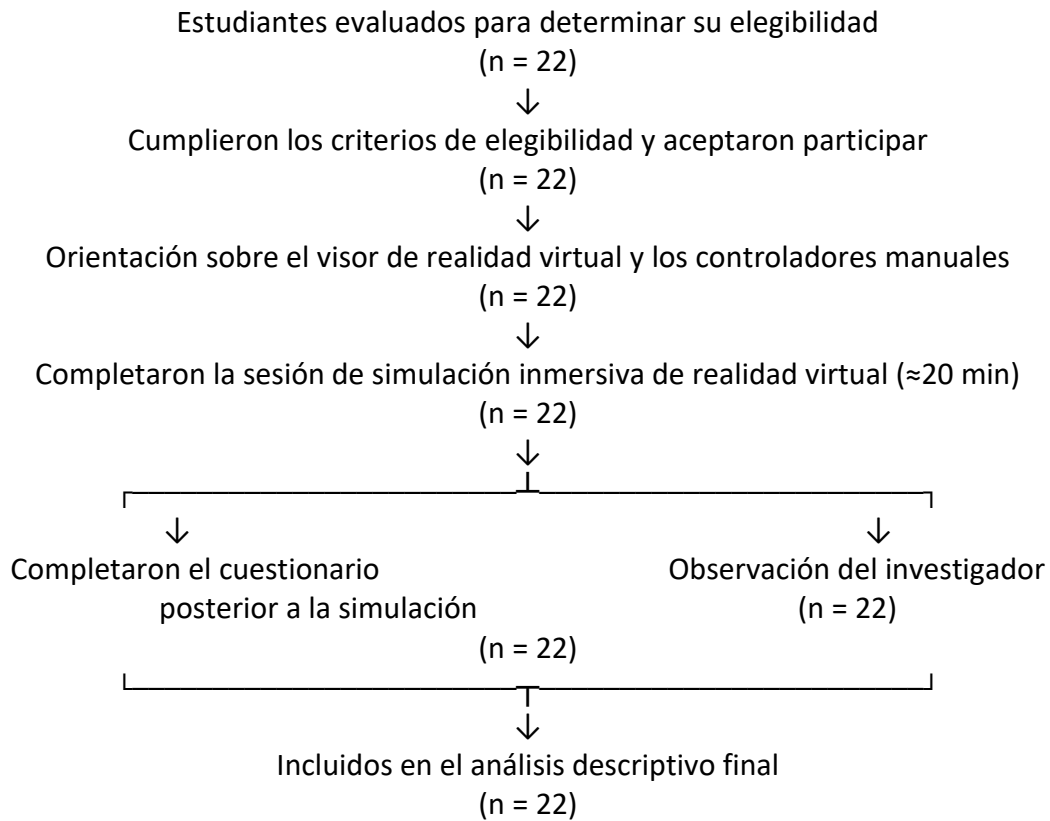
Resumen de los resultados del cuestionario y de la observación.

Variable	Resultado, n (%)
Completaron la simulación y el cuestionario	22 (100,0)
Sin experiencia previa en realidad virtual	15 (68,2)
Sin experiencia previa en simulación clínica	18 (81,8)
Utilizaron el visor y los controladores sin asistencia	17 (77,3)
Interactuaron con objetos virtuales sin dificultad	15 (68,2)
Navegaron por el entorno virtual sin dificultad	10 (45,5)
Respuestas positivas al cuestionario	85,0 %
Valoración positiva de la claridad visual	19 (86,4)
Valoración positiva de los instrumentos y suministros clínicos	18 (81,8)
Valoración positiva de las animaciones procedimentales	19 (86,4)
Sin problemas técnicos ni visuales	21 (95,5)
Rango de medias por ítem	4,18–4,27
Rango de desviaciones estándar por ítem	1,37–1,56

Nota. Los porcentajes se calcularon sobre 22 participantes; las respuestas positivas agruparon «de acuerdo» y «totalmente de acuerdo», y las desviaciones estándar corresponden a los resultados obtenidos por ítem.

Figura 1

Flujo de participantes durante el estudio.



Nota. Los 22 participantes completaron todas las etapas del estudio, sin exclusiones, abandonos ni datos perdidos.

Discusión

Este estudio observacional transversal proporciona evidencia preliminar sobre la viabilidad, la usabilidad y la experiencia del usuario de el simulador para la formación en emergencias prehospitalarias. La mayoría de los participantes no tenía experiencia previa con dispositivos de realidad virtual ni con simulación clínica; sin embargo, todos completaron la actividad y la mayoría pudo utilizar el visor y los controladores manuales de manera independiente o con asistencia mínima. Los participantes también identificaron los principales elementos clínicos y siguieron las secuencias procedimentales guiadas sin dificultades técnicas importantes.

Las percepciones favorables de los participantes observados en este estudio también pueden interpretarse desde la perspectiva de la teoría del aprendizaje experiencial. El entorno inmersivo proporcionó a los estudiantes experiencias clínicas auténticas que fomentaron la participación activa y la toma de decisiones contextualizada, lo que corresponde a la etapa de experiencia concreta de Kolb. Aunque los resultados del aprendizaje no se evaluaron objetivamente, la simulación generó oportunidades para la reflexión posterior y la integración de conocimientos, en concordancia con las recomendaciones actuales para la educación basada en simulación.

Estos hallazgos deben interpretarse como evidencia de usabilidad inicial, aceptabilidad y apoyo procedimental percibido, más que como evidencia de una mejora en el aprendizaje o la competencia clínica. Investigaciones previas también han sugerido que el valor educativo de la realidad virtual depende no solo de la tecnología en sí, sino también de la usabilidad, la interactividad, la claridad del entorno, la retroalimentación, la coherencia de la experiencia y la alineación con los objetivos educativos previstos [3], [4].

La proporción media de respuestas positivas al cuestionario fue de aproximadamente el 85 %, y la puntuación media general de los ítems fue de 4,23 sobre 5. Uno de los principales hallazgos estuvo relacionado con el diseño visual del simulador. Diecinueve de los 22 participantes (86,4 %) valoraron positivamente la claridad de los objetos, los personajes y el entorno virtuales. Este hallazgo sugiere que los modelos tridimensionales no funcionaron únicamente como componentes gráficos, sino que también proporcionaron información contextual que ayudó a los participantes a reconocer elementos relevantes y orientarse dentro del escenario de emergencia simulado.

Esta interpretación concuerda con los hallazgos de entornos de aprendizaje inmersivos utilizados en radiografía, bioquímica médica y exploración celular, en los que los recursos tridimensionales han facilitado la representación de estructuras anatómicas, relaciones espaciales y fenómenos que pueden resultar difíciles de comprender utilizando únicamente materiales bidimensionales [5], [12].

En el presente estudio, el modelado tridimensional contribuyó principalmente a crear un contexto visualmente comprensible para la acción guiada. Sin embargo, la claridad de los instrumentos y suministros clínicos recibió una valoración positiva ligeramente inferior a la del entorno general, con 18 de 22 participantes (81,8 %) que proporcionaron respuestas positivas. Aunque este resultado continuó siendo favorable, identifica un área potencial de mejora. La escala, la textura, el contraste, la ubicación y la señalización visual de determinados objetos clínicos pueden influir en la rapidez y precisión con que se reconocen dentro del entorno virtual.

La fidelidad visual en la simulación sanitaria no debe entenderse únicamente como un aumento del detalle gráfico. Su valor también depende de si el entorno visual facilita la orientación, la interacción y la realización de la tarea prevista. Investigaciones previas han

advertido que un realismo excesivo o los estímulos visuales innecesarios pueden contribuir a la distracción o la sobrecarga cognitiva cuando no están adecuadamente alineados con los objetivos educativos [13], [14]. Por lo tanto, las futuras versiones del simulador deberían priorizar la claridad funcional de los objetos clínicos y las señales del entorno, en lugar de centrarse exclusivamente en aumentar el detalle gráfico.

Las animaciones procedimentales y las señales visuales también fueron valoradas positivamente. Diecinueve de los 22 participantes (86,4 %) indicaron que los movimientos eran claros y les permitían seguir la secuencia de acciones. Estos hallazgos sugieren que las animaciones pudieron haber funcionado como una guía visual durante procedimientos en los que el orden de las acciones es particularmente importante, como la reanimación cardiopulmonar, el uso del desfibrilador externo automático, la administración de medicamentos y el control de hemorragias.

En la formación procedimental basada en realidad virtual, las referencias espaciales, la retroalimentación visual y la interacción guiada pueden ayudar a los usuarios a comprender la relación entre sus acciones, los instrumentos clínicos disponibles y el paciente simulado [15], [16]. Esta interpretación concuerda con estudios sobre realidad virtual aplicada a la formación en reanimación, triaje y emergencias, en los que se han utilizado representaciones interactivas de procedimientos basados en protocolos para facilitar la comprensión, la participación y las respuestas ante situaciones clínicas simuladas [17], [18].

La coherencia del escenario simulado también puede considerarse desde la perspectiva de la fidelidad funcional. En general, los participantes percibieron el entorno virtual y sus señales visuales como suficientemente coherentes para guiarlos durante toda la actividad. Esto sugiere que la integración de pacientes virtuales, suministros clínicos,

movimientos procedimentales y señales del entorno proporcionó un marco comprensible para completar la tarea propuesta.

En la respuesta ante desastres, el triaje de víctimas masivas y la formación en emergencias, la representación de pacientes, riesgos, recursos disponibles y acciones esperadas es importante para interpretar una situación simulada [19], [20]. De manera similar, estudios realizados con profesionales de atención sanitaria de emergencias han informado que la viabilidad de la formación inmersiva depende, en parte, de que el escenario represente claramente los riesgos, los recursos y las respuestas esperadas pertinentes [15], [21].

Además, varios componentes de la simulación virtual estuvieron alineados con los Estándares de Mejores Prácticas en Simulación Sanitaria, particularmente aquellos relacionados con la preparación de los estudiantes, el realismo del escenario, los objetivos educativos claramente definidos y las experiencias centradas en los participantes. Las futuras versiones deberían incorporar sesiones de *debriefing* estructuradas y facilitadas para lograr una mayor alineación con las recomendaciones internacionales de mejores prácticas.

Sin embargo, el presente estudio no evaluó la fidelidad clínica completa, el comportamiento fisiológico del paciente virtual, el cumplimiento de los protocolos clínicos ni el desempeño de los participantes bajo presión. Por lo tanto, los hallazgos deben entenderse como evidencia preliminar de la coherencia funcional del entorno virtual, más que como evidencia de precisión clínica o competencia procedimental.

Las observaciones del investigador complementaron los hallazgos del cuestionario. Diecisiete de los 22 participantes (77,3 %) utilizaron el visor y los controladores sin asistencia, mientras que los 5 participantes restantes (22,7 %) requirieron únicamente apoyo mínimo. Estos hallazgos indican que la mayoría de los participantes pudo operar el sistema

después de una breve orientación introductoria, a pesar de su limitada experiencia previa con tecnologías inmersivas.

La orientación espacial requirió un mayor ajuste inicial. Doce de los 22 participantes (54,5 %) mostraron incertidumbre al comienzo de la experiencia, aunque esto no les impidió completar la simulación. Esta dificultad inicial puede reflejar las exigencias de familiarización asociadas con el uso de un entorno inmersivo por primera vez, más que una incapacidad persistente para navegar por la aplicación.

Se observó incomodidad leve en 7 de los 22 participantes (31,8 %). Sin embargo, ningún participante interrumpió la experiencia debido a incomodidad, problemas visuales o mareo por movimiento. Las futuras implementaciones podrían beneficiarse de una fase de familiarización estructurada, la calibración individualizada del visor, breves ejercicios preliminares, pausas programadas, opciones de locomoción cómodas y apoyo inicial del facilitador. Estas medidas podrían mejorar la orientación y la tolerabilidad, particularmente entre quienes utilizan la realidad virtual por primera vez.

Los hallazgos deben interpretarse considerando varias limitaciones. En primer lugar, el estudio utilizó un muestreo por conveniencia e incluyó únicamente a 22 estudiantes de Enfermería de una sola universidad. Este tamaño de muestra es coherente con el carácter piloto y de factibilidad del estudio; sin embargo, limita la precisión de las estimaciones y la generalización de los resultados a otros estudiantes de Enfermería, profesionales de la salud o personas involucradas en la atención de emergencias prehospitalarias.

En segundo lugar, las respuestas al cuestionario y los registros de observación del investigador se recopilaron de manera anónima y sin identificadores individuales de los participantes. Por lo tanto, las respuestas individuales al cuestionario no pudieron vincularse con los hallazgos de observación correspondientes.

En tercer lugar, aunque los instrumentos fueron sometidos a una revisión de contenido por expertos, no se calculó un índice formal de validez de contenido ni se realizó una evaluación psicométrica adicional. En consecuencia, no se establecieron la fiabilidad, la consistencia interna ni la validez de constructo del cuestionario y del formulario de observación. Esta limitación debe considerarse al interpretar los resultados y deberá abordarse mediante procesos formales de validación en futuras investigaciones.

En cuarto lugar, el estudio utilizó un diseño de un solo grupo posterior a la simulación y no incluyó una prueba previa, una prueba posterior, un grupo de comparación, asignación aleatoria, un Examen Clínico Objetivo Estructurado ni medidas objetivas del desempeño clínico. El estudio tampoco evaluó los tiempos de respuesta, los errores críticos, los pasos procedimentales omitidos, la toma de decisiones clínicas independiente ni la transferencia de habilidades a entornos clínicos reales.

En consecuencia, los hallazgos no demuestran mejoras en el conocimiento, la competencia procedimental, la toma de decisiones clínicas ni el desempeño en la práctica clínica. Reflejan las percepciones de los participantes, la interacción observada con el simulador, la usabilidad inicial y la contribución percibida de los elementos visuales y animados a la comprensión procedimental guiada.

Los estudios futuros también deberían incorporar instrumentos validados para evaluar la usabilidad, la carga cognitiva, la presencia, la inmersión y los síntomas asociados con el uso de la realidad virtual. La evaluación de la participación y la confianza de los participantes puede proporcionar información adicional sobre la forma en que los escenarios inmersivos pueden integrarse en la formación clínica [22], [23]. Estudios recientes sobre herramientas de realidad virtual para estudiantes de Medicina y Enfermería también han destacado la importancia de evaluar no solo la experiencia del usuario, sino también la viabilidad, la

integración pedagógica, las barreras de implementación y las exigencias cognitivas [24], [25].

En general, los hallazgos respaldan el perfeccionamiento y la evaluación continuos del simulador inmersivo como recurso complementario para la formación guiada en emergencias prehospitalarias. El diseño visual y las animaciones procedimentales parecen proporcionar un marco comprensible para el reconocimiento de objetos, la orientación y la realización de secuencias procedimentales guiadas. Sin embargo, se requieren investigaciones controladas adicionales que utilicen medidas objetivas del desempeño educativo y clínico antes de poder establecer conclusiones sobre la eficacia del aprendizaje o el desarrollo de competencias.

Conclusiones

Este estudio proporcionó evidencia preliminar sobre la viabilidad, la usabilidad y el apoyo procedimental percibido de el simulador para la formación en emergencias prehospitalarias. Entre los 22 estudiantes de Enfermería, los participantes pudieron reconocer elementos clínicos, interactuar con objetos virtuales clave, elegibles orientarse dentro del entorno y seguir secuencias procedimentales guiadas después de una breve orientación. El diseño visual facilitó la identificación de pacientes, espacios, objetos y materiales clínicos, mientras que las animaciones procedimentales parecieron facilitar la comprensión de la secuencia de acciones. La mayoría de los participantes utilizó el visor y los controladores con poca o ninguna asistencia.

Sin embargo, estos hallazgos no deben interpretarse como evidencia de una mejora en el aprendizaje o la competencia clínica. El desarrollo futuro debería centrarse en mejorar la claridad de determinados materiales clínicos, la orientación espacial inicial y la comodidad del usuario. Se necesitan estudios controlados que utilicen medidas objetivas de desempeño para determinar la eficacia educativa del simulador.

Referencias

- [1] S. Kavanagh, A. Luxton-Reilly, B. Wuensche, and B. Plimmer, “A systematic review of Virtual Reality in education,” 2017.
- [2] D. F. Angel-Urdinola, C. Castillo-Castro, and A. Hoyos, “Meta-Analysis Assessing the Effects of Virtual Reality Training on Student Learning and Skills Development,” 2021. [Online]. Available: <http://www.worldbank.org/prwp>.
- [3] H. M. Nagdy, F. T. Massoud, S. A. Moheyeldin, M. Y. Basha, S. M. Hassan, and M. El-Kassas, “Incorporating virtual reality in undergraduate internal medicine education: a scoping review of current evidence and implementation strategies,” *BMC Med. Educ.*, vol. 26, no. 1, Dec. 2026, doi: 10.1186/s12909-025-08536-2.
- [4] M. Bernabei *et al.*, “Enhancing Occupational Safety and Health Training: A Guideline for Virtual Reality Integration,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 154349–154364, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3481668.
- [5] L. Rainford *et al.*, “Student perceptions of the use of three-dimensional (3-D) virtual reality (VR) simulation in the delivery of radiation protection training for radiography and medical students,” *Radiography*, vol. 29, no. 4, pp. 777–785, Jul. 2023, doi: 10.1016/j.radi.2023.05.009.
- [6] I. Dajani, M. C. Esteban, and A. Chaari, “Immersive virtual reality for teaching hemoglobin structure in preclinical medical biochemistry education: a mixed-methods study of student self-reported perceptions,” *BMC Med. Educ.*, vol. 26, no. 1, Dec. 2026, doi: 10.1186/s12909-026-08736-4.
- [7] E. von Elm, D. G. Altman, M. Egger, S. J. Pocock, P. C. Gøtzsche, and J. P. Vandenbroucke, “The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies,” *J. Clin. Epidemiol.*, vol. 61, no. 4, pp. 344–349, Apr. 2008, doi: 10.1016/j.jclinepi.2007.11.008.
- [8] A. Cheng *et al.*, “Reporting guidelines for health care simulation research,” Aug. 01, 2016, *Lippincott Williams and Wilkins*. doi: 10.1097/SIH.0000000000000150.
- [9] J. Kubr, A. Lochmannová, and P. Hořejší, “Immersive Virtual Reality Training in Industrial Settings: Effects on Memory Retention and Learning Outcomes,” *IEEE Access*, vol. 12, pp. 168270–168282, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3496760.
- [10] I. Dubovi, “Cognitive and emotional engagement while learning with VR: The perspective of multimodal methodology,” *Comput. Educ.*, vol. 183, Jul. 2022, doi: 10.1016/j.compedu.2022.104495.
- [11] J. Gårdling, C. Viseu, E. Hettinger, P. Jildenstål, and A. Augustinsson, “The effects of virtual reality (VR) on clinical skills training in undergraduate radiography education: A systematic review,” May 01, 2025, *W.B. Saunders Ltd*. doi: 10.1016/j.radi.2025.102911.
- [12] N. de Jong, H. E. Popeijus, T. C. Adam, T. van den Beucken, and S. Jongen, “Immersive VR exploration of human cells: Experiences of second-year Bachelor of Health Sciences students using 360-degree video in PBL,” *Computers and Education: X Reality*, vol. 6, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.cexr.2025.100095.
- [13] C. Larmuseau, L. De Leersnijder, T. Rotsaert, C. Boel, J. Demanet, and T. Schellens, “Beyond realism: Rethinking VR design for optimal learning in technical and vocational secondary education,” *Computers and Education: X Reality*, vol. 6, Jun. 2025, doi: 10.1016/j.cexr.2025.100098.
- [14] D. Lopez-Fernandez, J. Mayor, J. Perez, and A. Gordillo, “Learning and Motivational Impact of Using a Virtual Reality Serious Video Game to Learn Scrum,” *IEEE Trans. Games*, vol. 15, no. 3, pp. 430–439, Sep. 2023, doi: 10.1109/TG.2022.3213127.
- [15] E. W. K. Yuen, I. Mohd Saiboon, M. J. Jaafar, I. Z. Zaini, and M. H. Isa, “Virtual Reality for Disaster Response Training: Feasibility and Impact on Emergency Healthcare Professionals,” *Education in Medicine Journal*, vol. 18, no. 1, pp. 149–160, 2026, doi: 10.21315/eimj2026.18.1.11.
- [16] M. C. Arango-Granados and M. T. Gómez Lozano, “Enhancing competence in cardiopulmonary resuscitation: Evaluating the impact of virtual reality in Medical students’ training,” *Educacion Medica*, vol. 26, no. 5, Sep. 2025, doi: 10.1016/j.edumed.2025.101062.
- [17] C. H. Yang, S. F. Liu, C. Y. Lin, and C. F. Liu, “Immersive Virtual Reality-Based Cardiopulmonary Resuscitation Interactive Learning Support System,” *IEEE Access*, vol. 8, pp. 120870–120880, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.3006280.

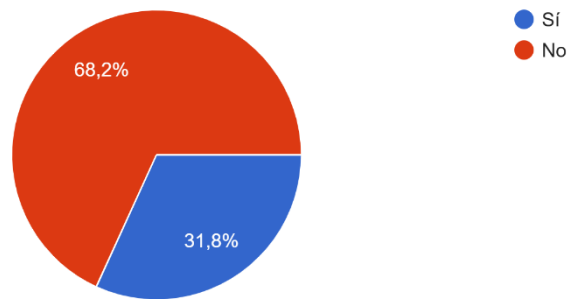
- [18] Z. Li *et al.*, “Effectiveness of VR and traditional training in medical education for mass casualty management: an OSCE-based randomized controlled trial,” *BMC Med. Educ.*, vol. 26, no. 1, Dec. 2026, doi: 10.1186/s12909-026-08759-x.
- [19] N. Kman *et al.*, “Virtual Reality Simulation for Assessment of Hemorrhage Control and SALT Triage Performance: A Comparison of Prehospital to In-Hospital Emergency Responders,” *Prehosp. Disaster Med.*, vol. 40, no. 4, pp. 191–198, Aug. 2025, doi: 10.1017/S1049023X25101349.
- [20] K. Chumvanichaya, C. Yuksen, P. Nuanprom, and K. Aramvanitch, “A comparison of SIEVE, SORT, and START triage training effectiveness between immersive interactive 3D learning materials using virtual reality (VR-SSST) and traditional methods in mass casualty incidents,” *Int. J. Emerg. Med.*, vol. 18, no. 1, Dec. 2025, doi: 10.1186/s12245-025-00850-2.
- [21] J. Yu, S. Lee, M. Kim, J. Lee, and Y. J. Jung, “Evaluating medical students’ engagement and confidence across three simulation-based education methods: standardized patient, high fidelity simulator, and virtual reality,” *BMC Med. Educ.*, vol. 26, no. 1, Dec. 2026, doi: 10.1186/s12909-026-08634-9.
- [22] W. J. Waldock *et al.*, “The effectiveness of virtual reality simulated scenarios at improving medical students’ confidence and engagement in clinical communication: an observational cohort study,” *BMC Med. Educ.*, Jan. 2026, doi: 10.1186/s12909-025-08384-0.
- [23] S. Tajran, A. Ferris, J. Flood, and R. Vasaiwala, “Enhancing ophthalmology education using virtual reality: an experiential simulation lab curated for medical students by medical students,” *J. Model. Ophthalmol.*, vol. 1, no. 1, Aug. 2025, doi: 10.35119/aivo.v1i1.141.
- [24] H. A. A. Röwer *et al.*, “Innovations in communication training for medical and nursing students: Virtual reality communication tool for application and evaluation with key stakeholders and students (VR-TALKS) – a study protocol,” *PEC Innovation*, vol. 7, Dec. 2025, doi: 10.1016/j.pecinn.2025.100426.
- [25] C. A. Lopez Lopez *et al.*, “Can immersive virtual reality assess hypothermia resuscitation decision-making? A cross-sectional study in a civil-military disaster management context,” *BMJ Open*, vol. 16, no. 3, p. e113246, Mar. 2026, doi: 10.1136/bmjopen-2025-113246.

Anexos

1. Análisis de uso de aplicativo simulador médico prehospitalario

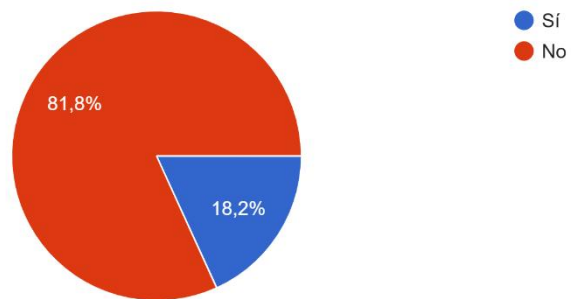
¿Has usado antes realidad virtual?

22 respuestas



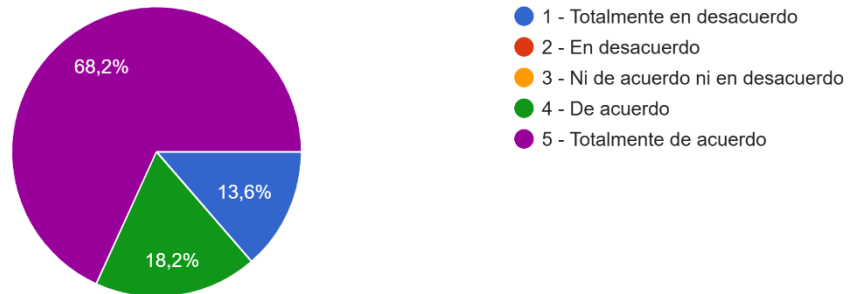
¿Has usado antes simuladores clínicos?

22 respuestas



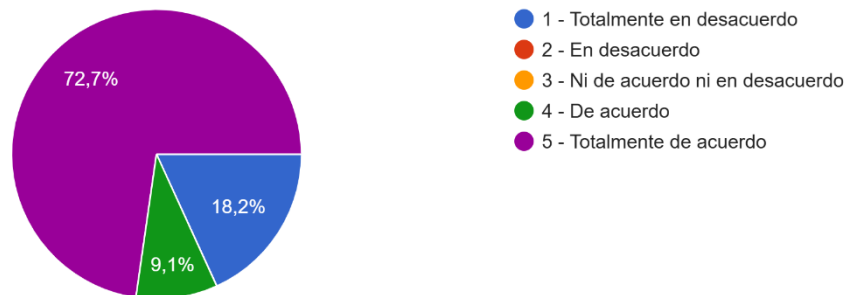
Los objetos, personajes y espacios del simulador fueron fáciles de reconocer y entender visualmente.

22 respuestas



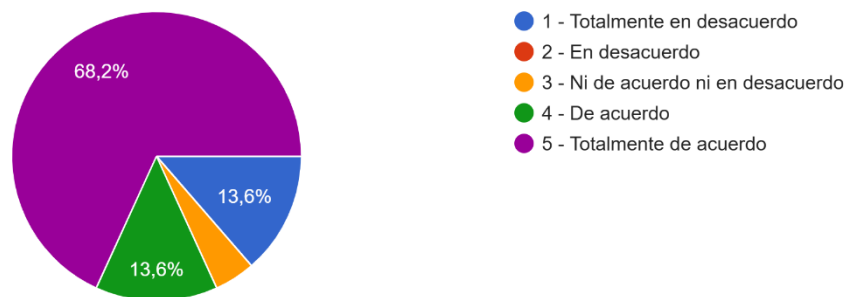
Los instrumentos, insumos médicos y elementos importantes del escenario se distinguieron con claridad.

22 respuestas



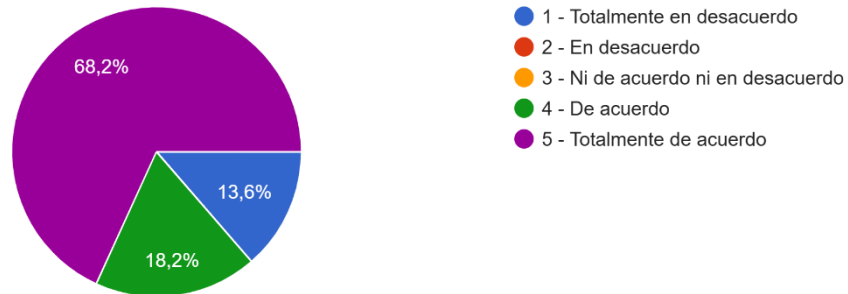
El tamaño y la ubicación de los objetos ayudaron a orientarme dentro del entorno virtual.

22 respuestas



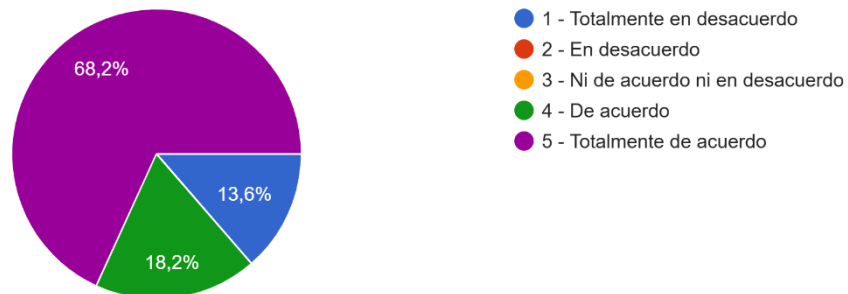
Los movimientos o animaciones fueron claros y ayudaron a comprender lo que ocurría en el procedimiento.

22 respuestas



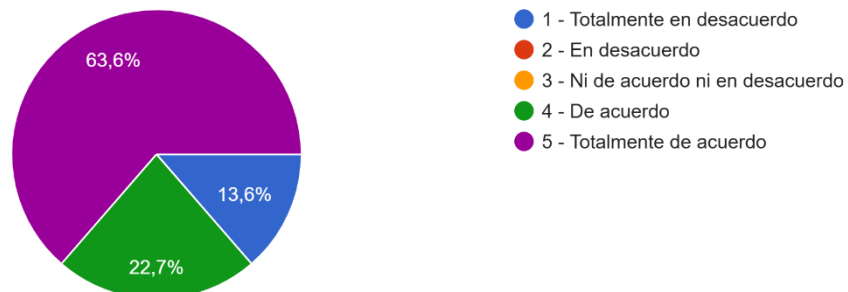
Los movimientos del simulador ayudaron a seguir el orden de las acciones que debían realizarse.

22 respuestas



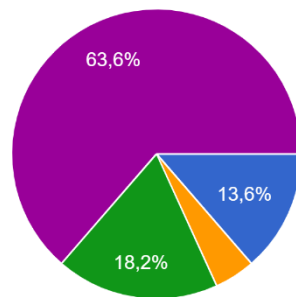
El escenario se sintió coherente y relacionado con una situación de emergencia médica.

22 respuestas



Fue fácil identificar qué objetos podía usar y cómo interactuar con ellos dentro del simulador.

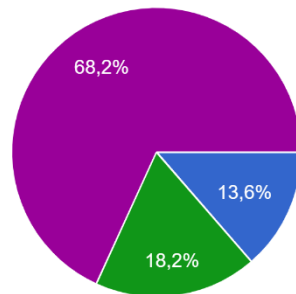
22 respuestas



- 1 - Totalmente en desacuerdo
- 2 - En desacuerdo
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 - De acuerdo
- 5 - Totalmente de acuerdo

Las señales visuales y la organización del escenario me ayudaron a avanzar en la actividad sin mucha dificultad.

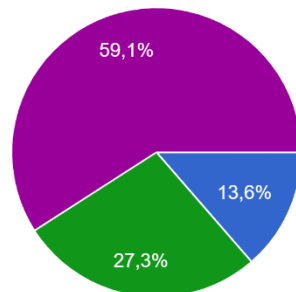
22 respuestas



- 1 - Totalmente en desacuerdo
- 2 - En desacuerdo
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 - De acuerdo
- 5 - Totalmente de acuerdo

La experiencia me ayudó a comprender o reforzar mejor el procedimiento presentado.

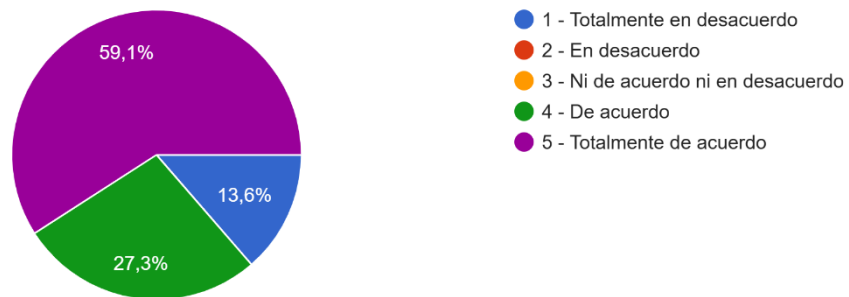
22 respuestas



- 1 - Totalmente en desacuerdo
- 2 - En desacuerdo
- 3 - Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 4 - De acuerdo
- 5 - Totalmente de acuerdo

Los objetos, la imagen y los movimientos funcionaron correctamente durante la experiencia.

22 respuestas



2. Observación de uso de gafas realidad virtual y alpicativo

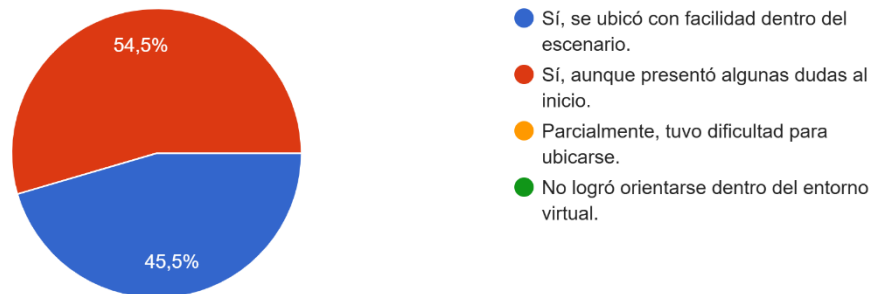
¿El participante comprendió el uso básico del visor y los controles después de la inducción?

22 respuestas



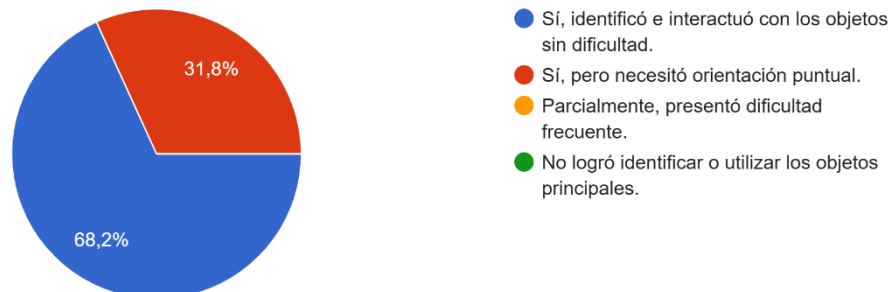
¿El participante logró orientarse dentro del escenario virtual?

22 respuestas



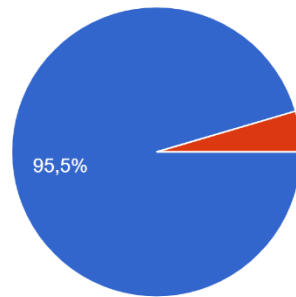
¿El participante pudo identificar e interactuar con los objetos principales del simulador?

22 respuestas



¿Se observaron problemas técnicos o visuales durante la experiencia?

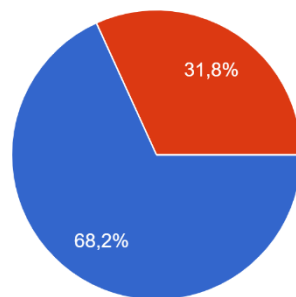
22 respuestas



- No se observaron problemas técnicos o visuales.
- Sí, problemas leves que no afectaron la actividad.
- Sí, problemas moderados que afectaron parcialmente la experiencia.
- Sí, problemas graves que impidieron continuar con normalidad.

¿El participante presentó señales visibles de incomodidad, mareo o fatiga visual?

22 respuestas



- No presentó señales visibles de incomodidad.
- Presentó incomodidad leve, pero continuó la actividad.
- Presentó incomodidad moderada y requirió pausa o asistencia.
- Presentó incomodidad intensa y fue necesario detener la experiencia.

Anexos 2





