

Eficacia de la realidad virtual en la adherencia del conocimiento técnico para trabajo en alturas un análisis pre-experimental en estudiantes de la asignatura Tareas de Alto Riesgo de UNIMINUTO Chinchiná

Laura cristina Ceballos Londoño ID 806981

Leidy Johana Quintero Pineda ID 815628

Corporación universitaria minuto de dios – UNIMINUTO

Facultad de ciencias empresariales

Programa de administración en seguridad y salud en el trabajo

Chinchiná, Caldas

2026

Tabla de contenido

Resumen.....	- 4 -
Abstract	- 5 -
Planteamiento del problema.....	- 6 -
Pregunta de investigación	- 7 -
Objetivos	- 8 -
Justificación	- 9 -
Limitaciones y alcance.....	- 11 -
Marco de referencia	- 13 -
Teorías.....	- 13 -
Marco Conceptual	- 16 -
Marco Legal	- 18 -
Antecedentes de investigación	- 21 -
Diseño metodológico	- 24 -
Análisis de los resultados.....	- 27 -
Evaluación de supuestos estadísticos.....	- 29 -
pruebas inferenciales.....	- 30 -
Prueba no paramétrica de Wilcoxon	- 32 -
Tamaño del efecto.....	- 33 -
Intervalo de confianza.....	- 34 -
Correlación entre mediciones	- 35 -
Ganancia normalizada de aprendizaje	- 36 -
Porcentaje de mejora.....	- 37 -
Resumen técnico consolidado	- 38 -
Discusión.....	- 39 -
Conclusiones	- 41 -
Recomendaciones	- 43 -
Referencias.....	- 45 -
Anexos	- 49 -

Índice de tablas

Tabla 1 Resultados descriptivos generales	- 27 -
Tabla 2 Resultados: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk	- 29 -
Tabla 3 Resultados pruebas inferenciales	- 30 -
Tabla 4 Resultados Prueba no paramétrica de Wilcoxon	- 32 -
Tabla 5 d de Cohen para muestras relacionadas	- 33 -
Tabla 6 Intervalo de confianza del 95 % para la diferencia promedio	- 34 -
Tabla 7 Correlación de Pearson:	- 35 -
Tabla 8 Resultados: Ganancia normalizada de aprendizaje.....	- 36 -
Tabla 9 Resultados: Porcentaje de mejora	- 37 -
Tabla 10 Resumen técnico	- 38 -

Resumen

Este proyecto de investigación se enfoca en la innovación educativa dentro del marco de la seguridad, utilizando la Realidad Virtual (RV) como una herramienta avanzada para la gestión del conocimiento técnico. La importancia del estudio reside en la necesidad de actualizar los procesos de enseñanza bajo la normativa vigente de Seguridad y Salud en el Trabajo en Colombia, específicamente la Resolución 4272 de 2021, buscando superar las barreras de los métodos tradicionales que a menudo resultan pasivos. El objetivo general es evaluar la eficacia de la realidad virtual como estrategia de adherencia del conocimiento técnico mediante un estudio cuantitativo de nivel explicativo en los estudiantes de la asignatura Tareas de Alto Riesgo de UNIMINUTO Chinchiná. La metodología se basa en un diseño pre-experimental de pre-test y post-test con un grupo de 16 estudiantes, orientado a medir la evolución del aprendizaje tras la intervención tecnológica. Como resultados más significativos, se pretende cuantificar la mejora en la curva de aprendizaje y la apropiación de estándares técnicos mediante el uso de entornos tridimensionales. En conclusión, esta investigación busca validar si la tecnología inmersiva funciona como un facilitador pedagógico que optimiza la transferencia de información técnica y la memoria procedimental, estableciendo un estándar moderno de formación académica.

Palabras clave: Realidad Virtual, Trabajo en Alturas, Adherencia de Conocimiento, Seguridad Laboral, Aprendizaje Inmersivo.

Abstract

This research project focuses on educational innovation within the safety framework, utilizing Virtual Reality (VR) as an advanced tool for technical knowledge management. The importance of the study lies in the need to update teaching processes under the current Occupational Health and Safety regulations in Colombia, specifically Resolution 4272 of 2021, seeking to overcome the barriers of traditional methods that often prove to be passive. The general objective is to evaluate the effectiveness of virtual reality as a strategy for technical knowledge adherence through a quantitative, descriptive, and analytical study involving students of the High-Risk Tasks course at UNIMINUTO Chinchiná. The methodology is based on a pre-experimental pre-test and post-test design with a group of 24 students, oriented toward measuring learning evolution following the technological intervention. As the most significant results, the study aims to quantify the improvement in the learning curve and the appropriation of technical standards through the use of three-dimensional environments. In conclusion, this research seeks to validate whether immersive technology functions as a pedagogical facilitator that optimizes technical information transfer and procedural memory, establishing a modern standard for academic.

Keywords: Virtual Reality, Work at Heights, Knowledge Adherence, Occupational Safety, Immersive Learning.

Planteamiento del problema

Identificación del problema

La formación técnica para el trabajo en alturas enfrenta un desafío en la transferencia de conocimientos desde el aula hasta la ejecución operativa. La problemática radica en que los métodos de enseñanza tradicionales, basados en la instrucción pasiva (charlas y videos) y prácticas en entornos físicos excesivamente controlados, no logran una adherencia profunda y duradera de los protocolos técnicos. Esta situación es altamente relevante y significativa para el programa de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo, ya que existe una brecha cognitiva donde el estudiante memoriza la norma para una evaluación, pero no logra una apropiación procedimental real que sea transferible a la complejidad del entorno laboral. La investigación es original al proponer la Realidad Virtual (RV) no como un sustituto de la práctica, sino como un facilitador pedagógico diseñado para maximizar la retención de estándares técnicos.

Contexto del problema

En Colombia, el ejercicio de labores en alturas está regido por la Resolución 4272 (2021), la cual exige una certificación técnica rigurosa. A nivel teórico, el aprendizaje experiencial de Kolb (2013) sugiere que el conocimiento se consolida mediante la vivencia directa; sin embargo, en los centros de entrenamiento convencionales, la imposibilidad de experimentar las consecuencias de un error técnico limita la carga cognitiva y el impacto emocional necesario para un aprendizaje significativo. Social y académicamente, instituciones como la UNIMINUTO buscan integrar tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial para cumplir con estándares

internacionales como la ISO 45001 (2018), que promueve el uso de herramientas innovadoras para la excelencia en la formación técnica.

Descripción del problema

El problema central se define como la limitación en la adherencia del conocimiento técnico y normativo debido a modelos pedagógicos estáticos.

Causas: Entre las causas principales se encuentra la baja densidad de práctica por estudiante debido a limitaciones logísticas, la falta de escenarios diversos que emulen la realidad laboral y la incapacidad de los métodos tradicionales para medir procesos internos como la velocidad en la toma de decisiones bajo presión.

Efectos: Esto deriva en una baja percepción de la complejidad técnica, una rápida curva de olvido de los protocolos normativos y una notable dificultad para aplicar los conocimientos teóricos en situaciones de estrés o entornos de alta exigencia operativa.

Pregunta de investigación

¿En qué medida la implementación de un modelo de capacitación inmersivo con realidad virtual mejora la adherencia del conocimiento técnico y normativo sobre trabajo en alturas en los estudiantes de la asignatura Tareas de Alto Riesgo de UNIMINUTO Chinchiná?

Objetivos

General

Evaluar la eficacia de la realidad virtual como estrategia de adherencia del conocimiento, mediante un estudio cuantitativo de alcance descriptivo y analítico basado en la aplicación de instrumentos de pre-test y post-test al grupo de estudiantes de la asignatura Tareas de Alto Riesgo, determinando el impacto del modelo inmersivo en el fortalecimiento de las competencias técnicas en trabajo en alturas.

Específicos

Revisar proyectos y antecedentes investigativos sobre el uso de la realidad virtual con el fin de identificar las metodologías y los niveles de efectividad alcanzados en experiencias previas.

Determinar el nivel inicial de conocimientos técnicos y normativos sobre trabajo en alturas en los estudiantes de la asignatura Tareas de Alto Riesgo mediante la aplicación de un instrumento de pre-test para el establecimiento de una línea base que permita medir el progreso cognitivo tras la intervención inmersiva.

Implementar escenarios de aprendizaje inmersivo mediante el uso de programas de realidad virtual con el grupo de estudiantes para la observación del desempeño procedimental y la apropiación de protocolos de seguridad en entornos simulados de alto riesgo.

Comparar los resultados cuantitativos obtenidos en las mediciones de pre-test y post-test del grupo de estudiantes para la determinación del nivel de eficacia de la realidad virtual en la transferencia, permanencia y adherencia del conocimiento técnico.

Justificación

La presente investigación se fundamenta en la necesidad de evolucionar los modelos de transferencia de conocimiento en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), específicamente en lo que respecta a las tareas de alto riesgo como el trabajo en alturas. La importancia de este estudio radica en que la formación técnica actual, aunque cumple con los requisitos mínimos legales, enfrenta una barrera pedagógica significativa: la pasividad del aprendizaje. Los métodos tradicionales, basados predominantemente en la instrucción teórica y la observación, no logran consolidar una memoria procedimental que permita al estudiante aplicar de manera automática y precisa los protocolos normativos en el entorno laboral. Por lo tanto, este problema merece ser estudiado para validar nuevas herramientas que garanticen que el conocimiento no sea solo una información retenida temporalmente, sino una competencia técnica adherida permanentemente.

Desde una perspectiva de Soporte Teórico, la investigación se sustenta en la Teoría del Aprendizaje Experiencial de David Kolb, según en el estudio de Gómez (2021) apoya esta teoría diciendo que el conocimiento se crea a través de la transformación de la experiencia. En el contexto del trabajo en alturas, la Realidad Virtual (RV) permite cerrar la brecha entre la teoría y la práctica al proporcionar un entorno simulado donde el estudiante puede experimentar situaciones de alta complejidad técnica sin los riesgos inherentes a la práctica física inicial. Según Rovira (2025), el aprendizaje se facilita cuando existe una reflexión sobre la experiencia directa; la RV potencia este ciclo al permitir una repetición intensiva de protocolos, lo que fortalece la curva de aprendizaje de forma exponencial en comparación con los métodos estáticos.

En cuanto a la Utilidad Técnica y Pedagógica, la relevancia de este estudio se alinea con la necesidad de implementar lo que se denomina "Aprendizaje Inmersivo". A diferencia de los centros de entrenamiento físicos, donde la logística y los tiempos limitan la cantidad de repeticiones efectivas por trabajador, la tecnología inmersiva permite aumentar la "densidad de práctica". Esto es significativo porque permite al estudiante enfrentarse a escenarios tridimensionales que emulan la realidad laboral, facilitando la identificación de puntos ciegos en su formación y mejorando la atención selectiva ante peligros concurrentes, sin que esto implique una exposición real. Investigaciones previas, como las de LUDO Prevención (2023), han demostrado que la RV no solo aumenta la motivación del estudiante, sino que genera una mayor retención del conocimiento técnico al involucrar múltiples canales sensoriales.

Finalmente, el impacto de esta investigación tiene una dimensión Institucional y Social de gran relevancia. Para la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO, este proyecto posiciona al programa de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo a la vanguardia de la Cuarta Revolución Industrial en Colombia. Al alinearse con la Resolución 4272 de 2021, la cual establece los requisitos mínimos de seguridad para realizar trabajos en alturas, la universidad no solo cumple con la norma, sino que lidera la innovación en la formación académica de futuros profesionales. Socialmente, el estudio contribuye a dignificar la labor técnica mediante el uso de estándares tecnológicos globales, como los promovidos por la ISO 45001, fomentando una cultura de excelencia en la formación que es directamente transferible al sector productivo. En conclusión, estudiar la eficacia de la RV es un paso necesario para transformar la educación técnica en un proceso dinámico, eficiente y altamente efectivo en la retención de estándares de seguridad.

Limitaciones y alcance

Alcance:

El alcance de esta investigación es de carácter descriptivo y analítico con un enfoque cuantitativo. Se circunscribe específicamente a la evaluación de la eficacia de la Realidad Virtual (RV) como herramienta pedagógica para la transferencia y retención de conocimientos técnicos en el módulo de trabajo en alturas. El estudio se llevará a cabo con la totalidad de la población estudiantil de la asignatura Tareas de Alto Riesgo del programa de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo de UNIMINUTO, sede Chinchiná, la cual consta de 16 estudiantes.

El proyecto abarcará desde el diagnóstico inicial de conocimientos (pre-test) hasta la medición posterior a la intervención inmersiva (post-test), buscando determinar el grado de apropiación de los estándares establecidos en la Resolución 4272 de 2021. Geográficamente, el estudio se limita a las instalaciones de la universidad y los resultados obtenidos proporcionarán una base empírica para validar la integración de tecnologías 4.0 en el currículo académico de la institución, sin pretender generalizar los hallazgos a otros sectores industriales o poblaciones externas fuera del ámbito académico mencionado.

Limitaciones:

Dentro de las limitaciones identificadas para el desarrollo del proyecto se encuentran:

Tamaño de la muestra: Al trabajar con un grupo único de 16 estudiantes (diseño pre-experimental), los resultados son representativos exclusivamente para este grupo académico, lo que limita la capacidad de generalización estadística a gran escala.

Tiempo de observación: La investigación mide la adherencia del conocimiento en un lapso inmediato y de corto plazo (post-test); por lo tanto, no se evaluará la retención de la información a largo plazo (meses o años después de la intervención).

Factores fisiológicos: El uso de hardware de Realidad Virtual puede generar efectos secundarios menores en algunos participantes, como cinetosis (mareo por movimiento) o fatiga visual, lo que podría influir de manera subjetiva en la experiencia de aprendizaje de dichos individuos.

Entorno controlado: Al ser un entorno de simulación, existe la limitación del "realismo absoluto", ya que, aunque la inmersión es alta, los estudiantes son conscientes de que están en un entorno seguro, lo que podría modificar ligeramente su comportamiento en comparación con una situación real en campo.

Marco de referencia

Teorías

Teoría del Aprendizaje Experiencial - David Kolb

El sustento pedagógico de esta investigación se apoya de manera fundamental en la Teoría del Aprendizaje Experiencial desarrollada por David Kolb, la cual propone que el conocimiento no es una entidad estática que se transmite de forma pasiva, sino un proceso dinámico que surge a través de la transformación de la experiencia vivida (Gómez, 2021; Rovira, 2025). Bajo esta perspectiva, el aprendizaje se entiende como un ciclo continuo que inicia con una experiencia concreta, la cual, en el contexto del trabajo en alturas, se ve potenciada significativamente por la Realidad Virtual al permitir que el estudiante de Seguridad y Salud en el Trabajo se sumerja en escenarios hiperrealistas. Esta inmersión inicial es crucial ya que proporciona una base sensorial y emocional que los métodos tradicionales de aula no pueden replicar debido a las limitaciones de riesgo físico. Una vez que el estudiante ha experimentado el entorno virtual, el proceso avanza hacia la observación reflexiva, donde el individuo tiene la oportunidad de analizar su desempeño y las decisiones tomadas durante la simulación técnica.

Esta fase de reflexión es lo que permite que la vivencia se convierta en aprendizaje consciente, conectando directamente con la etapa de conceptualización abstracta, donde el aprendiz integra la experiencia práctica con los lineamientos técnicos de la Resolución 4272 de 2021 y otros marcos normativos. De este modo, la Realidad Virtual actúa como un facilitador que permite al estudiante pensar y razonar sobre la norma mientras visualiza su aplicación en un entorno tridimensional. Finalmente, el ciclo se cierra con la experimentación activa, etapa en la que el estudiante regresa al simulador para poner a prueba sus nuevas comprensiones y corregir errores procedimentales de forma repetitiva. Esta capacidad de iteración constante en un

ambiente seguro es lo que garantiza una adherencia del conocimiento técnica muy superior, ya que transforma la teoría en una habilidad motora y cognitiva duradera, cumpliendo así con el postulado de Kolb sobre la creación de conocimiento mediante la acción y la reflexión integrada (Gómez, 2021).

Teoría de la Carga Cognitiva - John Sweller

Complementando esta visión experiencial, la Teoría de la Carga Cognitiva de John Sweller aporta una base científica esencial para entender por qué la tecnología inmersiva optimiza la retención de estándares técnicos. Al respecto Sweller (2021) argumenta que el aprendizaje se ve obstaculizado cuando la memoria de trabajo se ve superada por una cantidad excesiva de información nueva o por una presentación inadecuada de la misma. En la formación técnica tradicional, el estudiante suele enfrentarse a una carga extrínseca elevada debido a la necesidad de interpretar manuales complejos o diagramas planos que requieren un gran esfuerzo mental para ser traducidos a la realidad física. La Realidad Virtual mitiga esta problemática al gestionar de manera eficiente la carga cognitiva intrínseca, permitiendo que las tareas complejas de anclaje, uso de conectores y progresión en alturas se presenten de forma segmentada y visualmente intuitiva.

Al interactuar con un entorno que imita fielmente las condiciones laborales, el cerebro del estudiante puede dedicar sus recursos mentales a la carga germana, que es el esfuerzo constructivo necesario para crear esquemas mentales a largo plazo. Al eliminar las distracciones del entorno físico del aula y centrar la atención selectiva mediante el aislamiento sensorial que proporcionan los visores, se logra que el procesamiento de la información técnica sea más fluido y natural. En consecuencia, la unión de estas dos teorías permite concluir que la Realidad Virtual no solo facilita el "aprender haciendo" que propone Kolb, sino que lo hace respetando los límites

biológicos del procesamiento humano descritos por Sweller. Esta correlación teórica justifica que el uso de modelos inmersivos resulte en una mayor eficiencia pedagógica, asegurando que los futuros profesionales de SST no solo conozcan la norma, sino que la tengan plenamente adherida a su comportamiento técnico y procedimental.

Marco Conceptual

Para comprender la naturaleza de esta investigación, se definen los siguientes cinco conceptos clave:

Adherencia del Conocimiento: Según Zubiría Samper (2009). se define como la capacidad del individuo para retener, recordar y aplicar de manera efectiva la información técnica recibida durante un proceso formativo, incluso tras transcurrir un tiempo considerable. Este concepto trasciende la simple memorización, ya que busca la integración de la norma en el comportamiento habitual del estudiante de Seguridad y Salud en el Trabajo. En la formación técnica, la adherencia es el indicador principal de éxito, pues garantiza que los protocolos se conviertan en actos conscientes que perduran en la estructura cognitiva. Superar la curva de olvido es el reto principal de esta variable, asegurando que el aprendizaje sea funcional y transferible a la realidad.

Realidad Virtual (RV) Inmersiva: según Fernández (2025) se define como una herramienta digital que utiliza visores de alta fidelidad para aislar los estímulos sensoriales del usuario de su entorno físico inmediato. Al bloquear la visión y el oído del mundo real, la tecnología transporta al estudiante a un espacio tridimensional de 360 grados que emula con precisión los escenarios de trabajo en alturas. Esta inmersión total es fundamental porque permite al cerebro procesar la simulación como una experiencia real, facilitando que el aprendizaje se realice bajo una sensación de presencia. La interacción sensorio-motriz con objetos y equipos simulados reduce la brecha entre la teoría digital y la ejecución operativa técnica.

Aprendizaje Inmersivo: según Reales, J. M. (2025) se establece como la estrategia pedagógica central que utiliza entornos tridimensionales para situar al aprendiz de manera protagónica en el centro de la experiencia educativa. A diferencia de la instrucción tradicional, esta metodología promueve activamente el principio de aprender haciendo mediante la exposición a escenarios que serían inaccesibles por motivos de seguridad o logística. Al permitir que el estudiante tome decisiones en tiempo real y observe las consecuencias en un entorno seguro, se estimula una comprensión profunda de los procesos técnicos laborales. Esta metodología resulta en un fortalecimiento de la confianza individual y en una internalización más rápida de los estándares normativos, optimizando la gestión del conocimiento.

Memoria Procedimental: según Francia (2021) representa la dimensión cognitiva de largo plazo encargada de almacenar y automatizar la información relacionada con las habilidades motoras y destrezas físicas necesarias para tareas complejas. En esta investigación, se refiere al saber cómo ejecutar de forma fluida actividades críticas como realizar nudos de seguridad o el anclaje correcto de una línea de vida. La importancia de esta memoria radica en que, una vez consolidada mediante la práctica repetitiva en el simulador virtual, permite que el trabajador actúe con precisión técnica sin necesidad de pensar conscientemente en cada paso. Esto es vital en entornos de alta exigencia donde la atención debe centrarse en el mantenimiento constante de la seguridad personal.

Trabajo en Alturas: según el ministerio del trabajo (2021) se define como cualquier actividad laboral que deba ser realizada por un trabajador en la cual exista el riesgo de caer a una distancia de dos metros o más. Este concepto es la base operativa del proyecto y exige una formación especializada debido a la complejidad de las fuerzas físicas involucradas y la precisión requerida en el uso de equipos. Al entender el trabajo en alturas como una condición de

riesgo técnico regulado, la investigación justifica el uso de la realidad virtual para que el estudiante comprenda la magnitud de la altura. El cumplimiento estricto de los protocolos exigidos por la ley nacional es el objetivo final de esta capacitación técnica.

Marco Legal

Decreto 1072 de 2015 : ministerio del trabajo (2015) Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo es el eje central de la normativa laboral en Colombia. Para esta investigación, su relevancia radica en el Capítulo 6, el cual obliga a las organizaciones a implementar un Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Específicamente, el artículo 2.2.4.6.11 establece que el empleador debe definir un programa de capacitación que proporcione conocimiento para identificar peligros y controlar riesgos. La profundidad de este decreto sustenta la necesidad de buscar métodos de formación que garanticen que la información no sea solo transmitida, sino retenida, validando así el uso de herramientas como la Realidad Virtual para cumplir con los estándares de competencia exigidos por el sistema de gestión.

Resolución 4272 de 2021 : ministerio del trabajo (2021) esta resolución establece los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajos en alturas en Colombia. Su importancia en el marco de la adherencia del conocimiento se encuentra en la obligatoriedad de la capacitación y el entrenamiento práctico. La norma exige que los procesos de formación incluyan componentes teóricos y prácticos donde el trabajador demuestre habilidades técnicas. Esta investigación se alinea con la resolución al proponer la Realidad Virtual como una estrategia que potencia el entrenamiento práctico, permitiendo que el estudiante interactúe con los sistemas de ingeniería, protección activa y puntos de anclaje definidos en la norma, logrando una transferencia de conocimiento más eficaz antes de la práctica en campo real.

NTC 6072 de 2014 (ICONTEC) La Norma Técnica Colombiana 6072 es fundamental para garantizar la calidad en los centros de capacitación y entrenamiento en protección contra caídas. Esta norma establece los requisitos de infraestructura, talento humano y procesos

pedagógicos. Al profundizar en este estándar, se identifica que la calidad de la formación depende directamente de los recursos didácticos utilizados. El uso de simuladores inmersivos se integra perfectamente en este marco, ya que complementa los requisitos de los escenarios de entrenamiento, permitiendo una evaluación más precisa de la apropiación de conceptos técnicos por parte del estudiante en un entorno controlado que cumple con parámetros de calidad nacional.

ISO 45001 de 2018: Organización Internacional de Normalización (2018) Como estándar internacional para los sistemas de gestión de SST, la ISO 45001 promueve una cultura de mejora continua y participación activa. En sus apartados sobre competencia (7.2) y toma de conciencia (7.3), la norma exige que las organizaciones aseguren que los trabajadores sean competentes basándose en la educación, formación o experiencia adecuadas. Esta norma sustenta el uso de tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial, como la Realidad Virtual, al verlas como facilitadores que mejoran la comprensión de los protocolos operativos. La implementación de la RV en la formación técnica responde a la visión global de utilizar métodos innovadores para asegurar que el trabajador comprenda y adhiera los estándares de seguridad de manera proactiva.

ANSI/ASSP Z359.2 de 2017: American National Standards Institute (2017) a nivel mundial define los requisitos mínimos para los programas integrales de protección contra caídas administrados. La norma Z359.2 hace especial énfasis en la competencia de los trabajadores, definiendo que la formación debe ser impartida por personas calificadas y que debe incluir una evaluación de la retención del conocimiento. Al incluir este estándar en el marco legal, se justifica la necesidad de utilizar simulaciones de alta fidelidad, ya que la norma internacional

sugiere que la formación más efectiva es aquella que imita las condiciones reales de trabajo, lo cual es el objetivo principal de la Realidad Virtual en esta investigación.

Antecedentes de investigación

La fundamentación de la presente investigación se sustenta en un análisis cronológico de estudios que validan la transición de la capacitación técnica tradicional hacia modelos inmersivos mediados por tecnologías emergentes.

Desarrollo Cronológico de la Evidencia Científica

En el panorama internacional de 2022, el estudio de Castilla-Molina et al. examinó el uso de la Realidad Virtual Inmersiva (RVI) para mitigar riesgos psicosociales. Este trabajo es fundamental para el proyecto, ya que demuestra que la RV modifica la percepción del usuario, permitiendo que un cerebro menos estresado procese mejor los protocolos de seguridad. Complementariamente, González-Lara y Delgado-Algarra (2022) introdujeron el concepto de "aprendizaje experiencial" a través de simuladores gamificados. Sus hallazgos sugieren que, al transformar la teoría en una "experiencia vivida", se elimina la apatía y se facilita la asimilación de conceptos complejos.

A nivel regional, la consultora LUDO Prevención (2023) aportó cifras críticas sobre la formación en SST en Latinoamérica. Su estudio evidenció que la RV puede reducir el tiempo de formación en un 40% y aumentar la retención de información hasta en un 70%. En esta misma línea, Pérez Rubio et al. (2023) validaron metodológicamente el diseño de Pre-test y Post-test aplicado a un grupo de intervención. Este antecedente es el respaldo directo para esta investigación, demostrando que el valor científico reside en cuantificar el avance de un mismo grupo tras la mediación tecnológica.

Durante el año 2024, la investigación nacional cobró relevancia. Lancheros-Bohórquez y Vesga-Bravo (UPTC) realizaron una revisión sistemática que posiciona a la RV como una

tendencia global consolidada para mejorar la visualización de fenómenos abstractos. Por su parte, Gutiérrez y Gonzalez (2024) aplicaron la RV en la formación técnica profesional, demostrando una "curva de aprendizaje acelerada" al evaluar al mismo grupo antes y después de la intervención.

Desde una perspectiva neurocientífica y clínica, Royo et al. (2024) y Piquer et al. (2024) explicaron los mecanismos biológicos del aprendizaje inmersivo. El primero demostró que el cerebro responde con mayor intensidad a estímulos virtuales, potenciando la neuroplasticidad ; el segundo introdujo la "inhibición de estímulos estresores", validando que la RV permite aprender protocolos sin las barreras psicológicas del miedo o estrés. Finalmente, Rozalén Puebla (2024) destacó la importancia de la "retroalimentación inmediata", lo que permite al investigador observar cómo el estudiante corrige su técnica en tiempo real dentro del visor. Asimismo, Casas et al. (2024) subrayaron que el éxito de un simulador reside en la "presencia virtual", exigiendo software de alta fidelidad para asegurar la carga cognitiva necesaria en tareas de alto riesgo.

Finalmente, las investigaciones publicadas en 2025 consolidan el marco de necesidad de este estudio. Rincón-Morantes et al. validaron el uso de la RV en el Ejército Nacional de Colombia para protocolos críticos, otorgando respaldo institucional al uso de esta tecnología en la educación técnica nacional. Reina Moreno y Becerra Flórez (2025) identificaron, mediante análisis documental, los vacíos de la formación tradicional en SST, señalando que la teoría por sí sola no garantiza la competencia laboral.

En el ámbito regional de Colombia, Rosa et al. (2025) demostraron que los simuladores actúan como catalizadores del aprendizaje significativo en instituciones técnicas. En el área de la salud, Herrera-Sánchez et al. (2025) probaron que la RV mejora la retención de pasos procedimentales y reduce la ansiedad frente a la tarea real. Finalmente, Gonzales et al. (2025)

concluyeron que la RV optimiza la carga mental, potenciando la atención sostenida sin generar fatiga excesiva.

Articulación con la Investigación

La integración de estos 15 antecedentes permite concluir que la implementación de Realidad Virtual en la asignatura de Tareas de Alto Riesgo de la UNIMINUTO Chinchiná no es solo una innovación tecnológica, sino una respuesta científica a la necesidad de mejorar la adherencia del conocimiento técnico. La literatura reciente (2022-2025) apoya unánimemente el uso de diseños de Pre-test y Post-test para demostrar que la RV es efectiva para asegurar que el estudiante no solo aprenda la norma, sino que la interiorice como un saber técnico aplicado.

Diseño metodológico

Enfoque de Investigación: La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo. Este enfoque permitió realizar la recolección de datos, el uso de mediciones numéricas y la aplicación de análisis estadísticos inferenciales con el propósito de evaluar de manera objetiva el impacto de la intervención educativa implementada. A través de este método, se buscó establecer patrones de comportamiento en el aprendizaje y validar la efectividad de la herramienta didáctica mediante el contraste de datos empíricos.

Tipo de Estudio y Diseño: El estudio corresponde a una investigación de tipo aplicada, con un diseño cuasiexperimental de medidas repetidas de tipo pretest-posttest con muestras relacionadas. Este diseño se seleccionó debido a que se realizaron mediciones antes (pretest) y después (posttest) de la intervención al mismo grupo de participantes, lo que facilitó la evaluación del cambio o ganancia en el conocimiento, aunque sin la asignación aleatoria estricta propia de un experimento puro.

Población y Muestra: La población objeto de estudio estuvo constituida por los estudiantes matriculados en la asignatura de Tareas de Alto Riesgo, pertenecientes al programa profesional de Administración en Seguridad y Salud en el Trabajo.

La muestra definitiva fue de $n = 16$ estudiantes, cuyos datos fueron los utilizados para el análisis estadístico de la investigación.

Procedimiento: El desarrollo práctico de la investigación se estructuró de manera secuencial y cronológica a través de las siguientes fases metodológicas:

1.Evaluación Inicial (Pretest): En primer lugar, se impartió una sesión académica magistral bajo el modelo de clase tradicional, centrada en los lineamientos técnicos y normativos de la Resolución 4272 de 2021 (reglamento de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas). Inmediatamente después de finalizar esta sesión, se procedió a la aplicación del instrumento de evaluación inicial (pretest) con el fin de establecer la línea base del nivel de conocimientos teóricos adquiridos por los estudiantes.

2.Intervención Didáctica Inmersiva: Posteriormente, se ejecutó la fase experimental mediante la implementación de la estrategia pedagógica innovadora. Esta consistió en una experiencia inmersiva utilizando entornos de Realidad Virtual (RV), diseñada específicamente para simular escenarios reales de riesgo en alturas. El objetivo de esta intervención fue fijar el conocimiento mediante el aprendizaje vivencial y la interacción en entornos virtuales seguros.

3.Evaluación Final (Postest): Una vez concluida la experiencia inmersiva con realidad virtual, se administró el instrumento de evaluación final (postest) al grupo de participantes. Esta segunda medición tuvo como propósito cuantificar y evaluar el nivel de asimilación, fijación y retención del conocimiento técnico a corto plazo en comparación con la medición inicial.

4.Consolidación y Depuración de Datos: Recogida la información de ambas pruebas, se procedió a la organización, tabulación y limpieza de los datos en una matriz digital. En esta etapa se realizó el proceso de emparejamiento (matching) nominal para asegurar que cada registro correspondiera estrictamente al mismo estudiante en ambas pruebas, descartando datos incompletos y consolidando la muestra final de análisis.

5. Análisis Estadístico: Finalmente, la base de datos depurada se sometió a un procesamiento estadístico sistemático. Se aplicaron análisis de estadística descriptiva para caracterizar los puntajes obtenidos y, posteriormente, se ejecutaron pruebas de estadística inferencial para muestras relacionadas, lo que permitió determinar si las diferencias de rendimiento entre el pretest y el posttest eran estadísticamente significativas.

Variables de Estudio: Para operativizar el alcance del diseño cuasi-experimental, se definieron y estructuraron las siguientes variables:

Variable Independiente (VI): Corresponde al factor manipulado o introducido en el estudio, definido como la implementación de la estrategia educativa inmersiva mediante tecnología de Realidad Virtual. Esta variable actúa como el estímulo pedagógico cuyo impacto se desea medir en el proceso de formación sobre seguridad en alturas.

Variable Dependiente (VD): Es la variable de respuesta o efecto, definida como la retención de conocimiento técnico. Esta variable fue operativizada y medida cuantitativamente a través de las calificaciones y puntajes directos obtenidos por los estudiantes en los cuestionarios evaluativos aplicados antes y después de la intervención, fundamentados estrictamente en la normativa de la Resolución 4272 de 2021.

Análisis de los resultados

Estadística descriptiva

Tabla 1

Resultados descriptivos generales

	Pre test	Pos test
Número de participantes	16	16
Promedio	15,63	21,75
Moda	18	25
Desviación estándar	4,73	3,51
Coeficiente de variación	30,3 %	16,1 %

Nota: Elaboración propia

Los datos obtenidos a partir de los instrumentos de evaluación revelan un impacto positivo y un incremento considerable en el desempeño académico de los estudiantes tras la ejecución de la intervención pedagógica. Al analizar el comportamiento de las calificaciones antes y después de la experiencia inmersiva, se identificaron transformaciones importantes en las métricas de tendencia central y de dispersión.

En primera instancia, el promedio general de las calificaciones experimentó un aumento notable, pasando de un valor inicial de 15,63 puntos en el pretest a un promedio de 21,75 puntos en el postest. Este desplazamiento positivo representa una ganancia cognitiva promedio de 6,13 puntos por estudiante. Este incremento sugiere que el uso del entorno interactivo en realidad virtual actuó de manera efectiva como un elemento facilitador en la asimilación de los conceptos

técnicos y normativos de la Resolución 4272 de 2021, superando los niveles de retención alcanzados únicamente con la sesión magistral tradicional.

Adicionalmente, se observó un comportamiento favorable en los indicadores de variabilidad del grupo:

- Mayor homogeneidad: La desviación estándar registró una disminución evidente en la evaluación posterior a la intervención.
- Reducción de la brecha de aprendizaje: Esta contracción en la dispersión estadística indica que los puntajes del postest se agruparon de forma más compacta alrededor del nuevo promedio.

En términos prácticos, una menor desviación estándar demuestra que los resultados individuales fueron más homogéneos entre sí. Esto significa que la estrategia inmersiva no solo benefició a unos pocos alumnos, sino que promovió una apropiación del conocimiento mucho más uniforme y equitativa dentro del aula de clases, nivelando hacia arriba el rendimiento académico general de la muestra.

Evaluación de supuestos estadísticos

- Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk:

Con el fin de determinar la pertinencia de utilizar pruebas paramétricas, se evaluó la normalidad de las diferencias entre el pre test y el pos test.

Resultados:

Tabla 2

Resultados: Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Estadístico	Valor
W de Shapiro-Wilk	0,971
Valor p	0,858

Nota: Elaboración propia

Debido a que el valor de significancia obtenido fue superior al umbral establecido ($p > 0,05$), no se rechaza la hipótesis nula de normalidad. Esto demuestra que las diferencias entre los puntajes del pretest y posttest siguen una distribución normal. En consecuencia, se cumple el supuesto metodológico necesario para justificar el uso de pruebas estadísticas paramétricas (como la prueba t de Student) en el posterior contraste de hipótesis.

pruebas inferenciales

Prueba t de Student para muestras relacionadas

Hipótesis:

Hipótesis nula (H0):

No existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del pre test y el pos test.

Hipótesis alternativa (H1):

Existen diferencias estadísticamente significativas entre los resultados del pre test y el pos test.

Tabla 3

Resultados pruebas inferenciales

Estadístico	Valor
t	7,703
Grados de libertad	15
Valor p	0,00000137

Nota: Elaboración propia

Tras realizar el contraste estadístico entre las evaluaciones aplicadas, se halló que el valor de significancia analítica (p-valor) obtenido es notablemente inferior al nivel de alfa crítico establecido de 0,05 ($p < 0,05$). En el ámbito de la estadística inferencial, este resultado proporciona evidencia empírica suficiente para rechazar de manera categórica la hipótesis nula

(H₀) —la cual planteaba que no existían variaciones entre los puntajes— y aceptar en su lugar la hipótesis de trabajo o de investigación (H₁).

Por lo tanto, se concluye con un alto nivel de confianza que existen diferencias estadísticas altamente significativas entre las mediciones del pretest y del posttest.

Este hallazgo matemático tiene una implicación pedagógica fundamental: demuestra de forma objetiva que el cambio en las calificaciones no se debió al azar, sino que la implementación de la estrategia educativa inmersiva mediante Realidad Virtual produjo un impacto positivo y una mejora significativa en la asimilación y retención de conocimiento por parte de los estudiantes. En términos prácticos, la experiencia interactiva y vivencial facilitó la fijación de la normativa técnica de la Resolución 4272 de 2021 de una manera mucho más eficaz que los métodos de enseñanza tradicionales.

Prueba no paramétrica de Wilcoxon

Con el fin de fortalecer la robustez metodológica del estudio, se consideró adicionalmente la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Tabla 4

Resultados Prueba no paramétrica de Wilcoxon

Estadístico	Resultado
Wilcoxon	Significativo
Valor p	< 0,001

Nota: Elaboración propia

Al aplicar la prueba estadística no paramétrica, los resultados obtenidos confirman de manera contundente la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre los puntajes registrados en el pretest y el posttest ($p < 0,05$). La relevancia metodológica de este hallazgo radica en que, al tratarse de un análisis no paramétrico, la validez del contraste no depende del cumplimiento de supuestos de distribución, lo que demuestra que el incremento en el rendimiento académico de los estudiantes es un efecto real y directamente atribuible a la intervención pedagógica, incluso sin necesidad de asumir la normalidad en el comportamiento de los datos recolectados.

Tamaño del efecto

Tabla 5

d de Cohen para muestras relacionadas

Indicador	Valor
d de Cohen	1,93

Nota: Elaboración propia

Para evaluar la magnitud del impacto de la realidad virtual, se tomaron como referencia los criterios estándar propuestos por Cohen (1988):

- **0.20:** Representa un efecto pequeño.
- **0.50:** Representa un efecto mediano.
- **0.80:** Representa un efecto grande.

En este estudio, el valor obtenido fue de $d = 1.93$, lo que supera ampliamente el umbral convencional y se clasifica como un tamaño del efecto extremadamente grande.

Este resultado demuestra que la realidad virtual no solo tuvo un impacto estadístico, sino una relevancia pedagógica muy alta, logrando una mejora drástica y altamente significativa en la retención del conocimiento de los estudiantes en comparación con el método tradicional.

Intervalo de confianza

Tabla 6

Intervalo de confianza del 95 % para la diferencia promedio

Medida	Valor
Diferencia promedio	6,13 puntos
IC inferior	4,43
IC superior	7,82

Nota: Elaboración propia

Con un nivel de confianza del 95%, se estima que la mejora promedio real en las puntuaciones de los estudiantes tras la intervención se sitúa en el rango de 4.43 a 7.82 puntos.

El hecho de que este intervalo de confianza no incluya el valor cero (0) es un hallazgo estadísticamente crucial. Al encontrarse ambos límites en terreno positivo, se descarta la posibilidad de que la intervención no haya tenido impacto o de que haya empeorado el rendimiento. Por lo tanto, este resultado refuerza de manera sólida la evidencia estadística de que el uso de la realidad virtual genera un efecto verdaderamente favorable y significativo en el aprendizaje.

Correlación entre mediciones

Tabla 7

Correlación de Pearson:

Indicador	Resultado
r	0,72

Nota: Elaboración propia

Los resultados muestran la existencia de una correlación positiva fuerte entre las mediciones iniciales y posteriores a la intervención. Esto indica que existe una tendencia lineal clara y directa en el rendimiento de los alumnos: aquellos estudiantes que obtuvieron las calificaciones más altas en la evaluación diagnóstica inicial (pre-test) tendieron a registrar también los mejores desempeños en la evaluación final (post-test).

Este hallazgo sugiere que, si bien la metodología implementada generó un avance generalizado, las competencias previas o el nivel de conocimiento base de los estudiantes siguen siendo un factor predictor importante en su rendimiento posterior, manteniendo una consistencia positiva a lo largo del proceso educativo.

Ganancia normalizada de aprendizaje

Fórmula de Hake:

$$g = \frac{Post - Pre}{100 - Pre}$$

Tabla 8

Resultados: Ganancia normalizada de aprendizaje

Indicador	Valor
Ganancia normalizada	0,73

Nota: Elaboración propia

Para determinar la efectividad del aprendizaje lograda por los estudiantes, se utilizó el índice de ganancia conceptual (o ganancia de Hake), el cual evalúa el progreso real de los alumnos en relación con el margen de mejora que tenían disponible. De acuerdo con la clasificación estándar de Hake, los rangos de efectividad se estructuran de la siguiente manera:

- Ganancia baja: Valores menores a 0.30.
- Ganancia media: Valores comprendidos entre 0.30 y 0.70.
- Ganancia alta: Valores superiores a 0.70.

El resultado obtenido en este estudio se ubicó en el rango superior, lo que indica de manera sólida una ganancia alta de aprendizaje. Este hallazgo demuestra que la estrategia pedagógica implementada logró que los estudiantes asimilaran los contenidos de forma óptima, maximizando el potencial de mejora entre la evaluación inicial y la final.

Porcentaje de mejora

Fórmula:

$$\% \text{ Mejora} = \frac{\text{Post} - \text{Pre}}{\text{Pre}} \times 100$$

Tabla 9

Resultados: Porcentaje de mejora

Indicador	Valor
Mejora promedio	39,2 %

Nota: Elaboración propia

Interpretación:

La implementación de realidad virtual produjo un incremento promedio aproximado del 39,2 % respecto al desempeño inicial de los estudiantes.

Resumen técnico consolidado

Tabla 10

Resumen técnico

Análisis	Resultado
Diseño	Pretest-postest pareado
Participantes analizados	16
Normalidad	Cumplida
Prueba principal	t de Student pareada
Valor t	7,703
Valor p	0,00000137
Wilcoxon	Significativo
Diferencia significativa	Sí
Tamaño del efecto	1,93
Magnitud del efecto	Extremadamente grande
Ganancia normalizada	0,73
Mejora promedio	39,2 %
Potencia estadística	> 0,99
Impacto de la realidad virtual	Positivo y significativo

Nota: Elaboración propia

Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la implementación de la Realidad Virtual en la formación de trabajo en alturas favorece significativamente la comprensión y adherencia de los estándares técnicos establecidos para los estudiantes de Seguridad y Salud en el Trabajo. Estos hallazgos guardan una relación directa con los planteamientos de la Teoría del Aprendizaje Experiencial de David Kolb, la cual sostiene que el conocimiento se construye a partir de la experiencia práctica, la reflexión y la aplicación activa.

Los resultados demostraron que los estudiantes lograron una mayor apropiación de los procedimientos técnicos cuando interactuaron en entornos simulados inmersivos, ya que pudieron experimentar situaciones similares a las reales sin exponerse a riesgos físicos. Lo anterior coincide con la propuesta de Kolb, quien afirma que el aprendizaje se fortalece cuando el individuo participa activamente en experiencias concretas y posteriormente reflexiona sobre ellas para generar conocimiento significativo, también la posibilidad de repetir ejercicios dentro del simulador permitió que los participantes corrigieran errores y reforzaran habilidades procedimentales, aspecto que se relaciona con la fase de experimentación activa planteada por esta teoría.

Se identifica que los hallazgos obtenidos también son coherentes con la Teoría de la Carga Cognitiva de John Sweller. Durante la investigación se evidenció que los estudiantes comprendieron con mayor facilidad conceptos técnicos relacionados con anclajes, conectores, medidas preventivas y desplazamientos seguros en alturas cuando estos fueron presentados mediante simulaciones visuales e interactivas, en comparación con metodologías tradicionales basadas únicamente en explicaciones teóricas o manuales escritos. Esto respalda el

planteamiento de Sweller, quien sostiene que el aprendizaje mejora cuando la información es presentada de manera organizada y visualmente intuitiva, reduciendo la sobrecarga de la memoria de trabajo.

Además, el entorno inmersivo permitió disminuir distracciones externas y centrar la atención de los estudiantes en las tareas específicas, favoreciendo el procesamiento cognitivo y la retención de información técnica. Por consiguiente, los resultados de la investigación no discrepan con las teorías analizadas; por el contrario, las fortalecen y validan dentro del contexto de la formación en Seguridad y Salud en el Trabajo.

En conclusión, la investigación confirma que la Realidad Virtual constituye una herramienta pedagógica eficaz para la enseñanza del trabajo en alturas, debido a que integra el aprendizaje basado en la experiencia descrito por Kolb y optimiza los procesos cognitivos explicados por Sweller. De esta manera, se demuestra que las tecnologías inmersivas no solo incrementan la motivación y participación del estudiante, sino que también favorecen una mayor adherencia de los estándares técnicos y procedimentales requeridos en escenarios laborales de alto riesgo.

Conclusiones

La implementación de la Realidad Virtual como estrategia pedagógica generó diferencias estadísticamente significativas en la retención del conocimiento relacionado con la Resolución 4272 de 2021, evidenciando su efectividad en los procesos de formación en trabajo en alturas.

Los resultados obtenidos demostraron un incremento considerable en el desempeño académico de los participantes, reflejado en el aumento del promedio grupal de 15,63 a 21,75 puntos después de la intervención inmersiva, lo que indica una mayor comprensión y apropiación de los contenidos técnicos.

La aplicación de la prueba t para muestras relacionadas confirmó la existencia de diferencias significativas entre las mediciones inicial y final ($p < 0,001$), permitiendo validar estadísticamente el impacto positivo de la estrategia implementada.

El tamaño del efecto obtenido ($d = 1,93$) evidencia que la Realidad Virtual produjo un impacto pedagógico extremadamente alto, fortaleciendo no solo la adquisición del conocimiento, sino también la capacidad de retención y aplicación de los procedimientos técnicos en escenarios simulados.

La metodología inmersiva favoreció tanto el mejoramiento del rendimiento académico como una mayor homogeneidad en el aprendizaje de los estudiantes, reduciendo brechas en la comprensión de los estándares técnicos asociados al trabajo seguro en alturas.

Los hallazgos de la investigación respaldan la incorporación de tecnologías inmersivas en los procesos formativos de Seguridad y Salud en el Trabajo, debido a que facilitan el aprendizaje experiencial, optimizan la carga cognitiva y fortalecen la adherencia a los procedimientos establecidos en la normativa vigente.

Finalmente, se concluye que la Realidad Virtual representa una herramienta innovadora y efectiva para la enseñanza del trabajo en alturas, al permitir que los estudiantes desarrollen competencias técnicas y procedimentales en ambientes seguros, controlados y cercanos a las condiciones reales de trabajo.

Recomendaciones

Implementar estrategias basadas en Realidad Virtual dentro de los procesos formativos relacionados con tareas de alto riesgo, especialmente en programas de Seguridad y Salud en el Trabajo, con el fin de fortalecer la apropiación de conocimientos técnicos y la práctica segura de procedimientos operativos.

Desarrollar estudios longitudinales que permitan evaluar la permanencia y retención del conocimiento a mediano y largo plazo, con el propósito de determinar la efectividad sostenida de las tecnologías inmersivas en los procesos de aprendizaje.

Ampliar el tamaño de la muestra en futuras investigaciones para obtener resultados con mayor nivel de representatividad y permitir una mejor generalización de los hallazgos en distintos contextos educativos y laborales.

Incorporar variables adicionales de análisis, tales como percepción del riesgo, motivación, satisfacción, confianza y nivel de participación del estudiante, con el objetivo de comprender de manera más integral el impacto de la Realidad Virtual en la formación técnica.

Comparar diferentes niveles de inmersión tecnológica, así como distintas metodologías pedagógicas activas, para identificar cuáles generan mejores resultados en términos de aprendizaje, retención del conocimiento y desarrollo de competencias procedimentales.

Promover la integración de herramientas tecnológicas inmersivas en los planes de formación institucionales, considerando su potencial para reducir errores operativos y fortalecer la cultura de prevención en actividades de alto riesgo.

Fomentar nuevas investigaciones orientadas a evaluar el impacto de la Realidad Virtual en otros escenarios de riesgo laboral, como espacios confinados, riesgo eléctrico o atención de emergencias, ampliando así las posibilidades de innovación pedagógica en el área de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Referencias

- American National Standards Institute & American Society of Safety Professionals. (2017). *ANSI/ASSP Z359.2-2017. Requisitos mínimos para un programa administrado de protección contra caídas*. ASSP. <https://www.assp.org/>
- Casas, I. N., Gilaberte, R. L., & Casero, J. G. (2023). *Diseño de experiencias de realidad virtual para pacientes oncológicos* [Trabajo de fin de grado, Universidad de Zaragoza]. Repositorio Institucional de la Universidad de Zaragoza.
- Castilla-Molina, E., Castilla-Molina, E. E., Ferrer-Añel, M., & Ovallos-Gazabon, D. (2022). Uso de la realidad virtual inmersiva para reducir el riesgo psicosocial en el contexto laboral. *Información Tecnológica*, 33(6), 1-10. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642022000600001>
- De Zubiría Samper, J. (2009). *Cómo investigar en educación*. Cooperativa Editorial Magisterio.
- Fernández, Y. (2025, 18 de diciembre). *Realidad virtual: qué es, cómo entrar y todo lo que puedes hacer*. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/realidad-virtual-que-como-entrar-todo-que-puedes-hacer>
- Francia, G. (2021, 16 de junio). *Memoria procedimental: qué es, tipos y ejercicios para mejorarla*. Psicología-Online. <https://www.psicologia-online.com/memoria-procedimental-que-es-tipos-y-ejercicios-para-mejorarla-5801.html>
- Gómez Pawelek, J. (2021). *El aprendizaje experiencial por David Kolb*. Colegio Alberto Rodríguez. <https://colegiorodriguezalberto.com/wp-content/uploads/2022/05/APRENDIZAJE-EXPERIENCIAL.pdf>

Gonzales, S. B. T., Tinco-Túpac, S. T., & Quispe, B. M. (2025). Análisis de la carga de trabajo mental producida por experiencias utilizando la Realidad Aumentada y Realidad Virtual en estudiantes de Educación Básica Regular. *International Journal of Emerging Technologies for E-Learning*, 4(1), 15-28.

González-Lara, A., & Delgado-Algarra, E. J. (2022). El uso de la realidad virtual y los videojuegos para el aprendizaje de las civilizaciones griega, egipcia y vikinga en el aula. *Clío: History and History Teaching*, (48), 182-204.

Gutiérrez, S. G., & Gonzalez, M. A. R. (2024). Innovación educativa: Aprendizaje basado en la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada para el estudio de la Anatomía Humana, en el Ciclo de Grado Medio de Cuidados Auxiliares de Enfermería. *Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 2(1), 22-31.

Herrera-Sánchez, P. J., López-Cudco, L. L., & Mina-Villalta, G. Y. (2025). Uso de realidad virtual en la formación de habilidades clínicas en estudiantes de enfermería. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(2), 1-14.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. (2014). *Centros de formación y entrenamiento en protección contra caídas para trabajo en alturas: Requisitos* (NTC 6072). <https://tienda.icontec.org/>

International Organization for Standardization. (2018). *Occupational health and safety management systems — Requirements with guidance for use* (ISO Standard No. 45001:2018). <https://www.iso.org/standard/63787.html>

Lancheros-Bohorquez, W. F., & Vesga-Bravo, G. J. (2024). Uso de la realidad aumentada, la realidad virtual y la inteligencia artificial en educación secundaria:

una revisión sistemática. *Revista de Investigación, Desarrollo e Innovación*, 14(1), 95-110.

Ludo Prevención Perú. (2023, 4 de enero). *Realidad Virtual Aplicada a la Seguridad y Salud en el Trabajo*. <https://ludoprevencionperu.com/2023/01/04/realidad-virtual-aplicada-a-la-seguridad-y-salud-en-el-trabajo/>

Ministerio del Trabajo de Colombia. (2021, 27 de diciembre). *Resolución 4272 de 2021. Por la cual se establecen los requisitos mínimos de seguridad para el desarrollo de trabajo en alturas*. <https://www.mintrabajo.gov.co/>

Pérez Rubio, M. T., González Ortiz, J. J., López Guardiola, P., Petronila Mireia, A. A., Soto Castellón, M. B., Ocampo Cervantes, A. B., & Pardo Ríos, M. (2023). Realidad virtual para enseñar reanimación cardiopulmonar en el Grado de Educación Primaria. Estudio comparativo. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(2), 245-263.

Piquer, R. G., Jiménez, Y. M., Marí, M. E., Peris, A. P., Donet, P. S., Lledó, N. G., & Fernández, N. P. (2024). Utilidad de la realidad virtual en el manejo del dolor asociado a venopunción: ensayo clínico aleatorizado multicéntrico. *Anales de Pediatría*, 100(1), 25-33.

Presidencia de la República de Colombia. (2015, 26 de mayo). *Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*. Departamento Administrativo de la Función Pública. <https://www.funcionpublica.gov.co/>

Reales, J. M. (2025, 26 de junio). *Aprendizaje inmersivo: qué es y por qué está revolucionando la formación.* EvolMind.

<https://www.evolmind.com/blog/aprendizaje-inmersivo-que-es-por-que-esta-revolucionando-la-formacion/>

Reina Moreno, W. B., & Becerra Flórez, Y. P. (2025). *Análisis documental sobre la integración de la seguridad y salud en el trabajo en la formación técnica en recursos humanos* [Trabajo de grado, Institución Universitaria]. Repositorio Institucional.

Rincón-Morantes, J. F., Torres, W. J. C., García-Rodríguez, C. C., & Molina-Martínez, D. F. (2025). Realidad virtual como herramienta para el entrenamiento ante amenazas híbridas en el Ejército Nacional de Colombia. *Revista EIA*, 22(43), Art. 4315.

Rosa, E. L., Norberto, M. H., & Andrés, C. D. M. (2025). *Fortalecimiento del aprendizaje de la geografía a través de simuladores virtuales, como estrategia pedagógica* [Trabajo de grado, Universidad Surcolombiana]. Repositorio Institucional.

Rovira, I. (2025, 24 de noviembre). *El Modelo de Kolb sobre los 4 estilos de aprendizaje.* Psicología y Mente. <https://psicologiymente.com/desarrollo/modelo-de-kolb-estilos-aprendizaje>

Royo, E. P., Orihuela, A. D. C. D., Rodríguez, M. J. R., & Rodríguez, M. V. (2024). Beneficios del uso de la realidad virtual en la capacidad cognitiva en personas con demencia: revisión sistemática. *Revista Sanitaria de Investigación*, 5(9), 176-185.

Rozalén Puebla, M. (2024). *Influencia de la inclusión de la Realidad Virtual en niños con Parálisis Cerebral Infantil: un estudio comparativo entre dos protocolos de intervención* [Tesis de Máster, Universidad Complutense de Madrid]. Docta Complutense.

Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2021). *Teoría de la carga cognitiva*. *Psicología del Aprendizaje y la Motivación*, 55, 37-76.

Anexos

Anexo 1. Instrumento

[INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCION DE DATOS](#)

Anexo 2. Consentimiento informado

[Consentimiento informado para participación en investigación](#)

Anexo 3. Fichas RAE:

[Fichas RAE](#)