

## OPTIMIZANDO LA ENSEÑANZA DE SEGURIDAD INDUSTRIAL: EL ROL CRUCIAL DE LOS SIMULADORES DE REALIDAD VIRTUAL

### OPTIMIZING INDUSTRIAL SAFETY TEACHING: THE CRUCIAL ROLE OF VIRTUAL REALITY SIMULATORS

<sup>1</sup>Erasmus Martínez Patraca, <sup>2</sup>Laura Vidal Reyes,

<sup>3</sup>Yaitla Aitza Reyes Osorio, <sup>4</sup>Tomasa Rodríguez Reyes, <sup>5</sup>Fredy Vázquez Álvarez

<sup>1</sup>Licenciado en Negocios Internacionales. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Villahermosa, Departamento de Ingeniería Industrial. erasmo.mp@villahermosa.tecnm.mx, 993 415 0878, C.P. 86038)

<sup>2</sup>Maestría en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Villahermosa, Departamento de Ingeniería Industrial. laura.vidalr@villahermosa.tecnm.mx. 993 127 0313, C.P. 86108)

<sup>3</sup>Maestría en Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Villahermosa, Departamento de Ingeniería Industrial. aitza.ro@villahermosa.tecnm.mx, 9933530259 ext. 320, carretera Villahermosa - Frontera Km 3.5, C.P. 86010, Villahermosa, Tabasco, México.

<sup>4</sup>Doctora en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional. Tecnológico Nacional de México, Instituto Tecnológico de Villahermosa, Departamento de Económico Administrativo tomasa.rr@villahermosa.tecnm.mx. 9933530259 ext. 320, carretera Villahermosa - Frontera Km 3.5, C.P. 86010, Villahermosa, Tabasco, México.

<sup>5</sup>Técnico en Contabilidad. Instituto Tecnológico de Villahermosa, Departamento de Ingeniería Industrial. Industrial (119300687@villahermosa.tecnm.mx. 9933530259 ext. 320, carretera Villahermosa - Frontera Km 3.5, C.P. 86010, Villahermosa, Tabasco, México.

**Resumen** -- En el ámbito de la seguridad industrial, la formación adecuada y la experiencia práctica son aspectos fundamentales para garantizar la prevención de accidentes y la promoción de entornos laborales seguros. En este sentido, los simuladores de realidad virtual (RV) se han convertido en una herramienta educativa prometedora para mejorar la formación en seguridad industrial. Este artículo académico analiza los beneficios del uso de simuladores de RV en estudiantes de nivel superior, destacando su capacidad para proporcionar una experiencia inmersiva y realista, promover la toma de decisiones efectivas, fomentar la participación del estudiante y ofrecer un entorno de aprendizaje seguro y controlado.

**Palabras Clave:** aprendizaje significativo, realidad virtual, seguridad, simuladores, tecnología educativa.

**Abstract** -- In the field of industrial safety, adequate training and practical experience are key factors in ensuring the prevention of accidents and the promotion of safe work environments. In this context, virtual reality (VR) simulators have emerged as a promising educational tool to enhance industrial safety training. This academic article explores the benefits of using VR simulators in higher-level students, emphasizing their ability to provide an immersive and realistic experience, promote effective decision-making, encourage active student participation, and offer a safe and controlled learning environment.

**Key words** – Significant learning, Virtual Reality, Safety, Simulators, Educational Technology.

#### INTRODUCCIÓN

El uso de la Realidad Virtual (RV) aumenta cada día en diferentes contextos de la sociedad, incluso desde edades tempranas, se emplea con niños para el desarrollo de habilidades en el contexto educativo. El creciente desarrollo de la RV conduce a investigaciones sobre métodos y técnicas para la auto – adaptación de sistemas de entrenamiento para la formación. Véliz et al, 2021 [3].

Freeman et al., 2014 menciona que el desarrollo de tecnologías emergentes como la realidad virtual (RV) ha dado lugar a nuevas formas de educación y formación que van más allá de los enfoques pedagógicos tradicionales [4]. En particular, los simuladores de RV se están convirtiendo en una herramienta de enseñanza prometedora en diversas disciplinas, incluyendo la seguridad industrial 2013. Mantovani et al., 2003; Sebok et al. [5]

La seguridad industrial representa un aspecto de vital importancia en cualquier campo laboral. La prevención de accidentes y enfermedades laborales a través de la implementación de medidas preventivas y el fomento de una cultura de seguridad en el entorno laboral no solo es un deber legal, sino también un componente esencial para garantizar la salud y el bienestar de los trabajadores Hughes & Ferrett, 2016 [6]. En este contexto, la formación de los estudiantes de nivel superior en esta área es esencial para preparar a futuros profesionales capaces de aplicar principios y prácticas de seguridad en sus respectivos campos laborales Goetsch, 2018 [7].

Los simuladores de RV recrean entornos virtuales en los que los estudiantes pueden interactuar y practicar

habilidades en un entorno seguro y controlado Slater & Sanchez-Vives, 2016 [8]. Estos entornos pueden simular una amplia gama de situaciones y escenarios que los estudiantes pueden encontrar en sus futuros entornos laborales, permitiéndoles adquirir experiencia práctica y conocimiento sin enfrentar riesgos reales Chittaro & Buttussi, 2015 [9].

El uso de simuladores de RV en la formación en seguridad industrial también puede proporcionar una serie de ventajas pedagógicas. De acuerdo a Mikropoulos & Natsis, Los entornos de RV son inmersivos y pueden ayudar a aumentar el compromiso y la motivación de los estudiantes [1]. Además, los simuladores de RV pueden promover la toma de decisiones efectivas y el pensamiento crítico al exponer a los estudiantes a situaciones de riesgo y desafíos que requieren una evaluación rápida y una respuesta adecuada Bracq et al., 2019 [2].

No obstante, a pesar de su potencial, el uso de simuladores de RV en la formación en seguridad industrial es un campo que todavía se encuentra en sus primeras etapas y requiere más investigación. Por lo tanto, este artículo tiene como objetivo principal analizar los beneficios del uso de simuladores de RV en estudiantes de nivel superior en el tema de seguridad industrial. Se persiguen específicamente los siguientes objetivos:

Explorar la eficacia de los simuladores de RV en proporcionar una experiencia educativa inmersiva y realista.

Evaluar el impacto de los simuladores de RV en la promoción de la toma de decisiones efectivas y el pensamiento crítico en situaciones de seguridad industrial.

Investigar el papel de los simuladores de RV en fomentar la participación activa y el compromiso de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Examinar cómo los simuladores de RV pueden contribuir a un entorno de aprendizaje seguro y controlado en el campo de la seguridad industrial.

El presente estudio busca proporcionar evidencia empírica para contribuir a la literatura existente y proporcionar insights que puedan guiar el desarrollo e implementación de simuladores de RV en la formación en seguridad industrial. Al hacerlo, esperamos mejorar la comprensión de cómo estas tecnologías emergentes pueden ser utilizadas para mejorar la formación en seguridad industrial y promover la prevención de accidentes y enfermedades laborales en los futuros entornos laborales de los estudiantes. Esperamos que nuestros hallazgos contribuyan a un mejor entendimiento de cómo se puede utilizar esta tecnología emergente para

mejorar la formación en seguridad industrial y promover la prevención de accidentes y enfermedades laborales.

## DESARROLLO

A pesar de la creciente popularidad y accesibilidad de la tecnología de realidad virtual, hay una falta en investigación detallada y rigurosa sobre su aplicación en la formación de inseguridad industrial punto muchos estudios existentes se han centrado en el uso de la realidad virtual en áreas como la medicina la educación, pero la seguridad industrial ha recibido comparativamente menos atención. Además, notamos que la mayoría de los estudios existentes sobre realidad virtual en la seguridad industrial se centran en su potencial teórico, pero había pocos que examinarán su eficacia en entornos de aprendizaje real.

Nos pareció que había una necesidad en el aprendizaje de los estudiantes. Elegimos centrarnos En los simuladores de realidad virtual por varias razones. En primer lugar, la realidad virtual ofrece la posibilidad de crear entornos de aprendizaje inmersivos y realistas, lo que es especialmente relevante para formación en seguridad industrial, donde la experiencia práctica es crucial. En segundo lugar, los simuladores de realidad virtual permiten a los estudiantes practicar habilidades y enfrenarse a situaciones que podrían ser peligrosas en la vida real, en un entorno seguro y controlado. Por último, creemos que la realidad virtual tiene un gran potencial para hacer que la formación en seguridad industrial sea más accesible y atractiva para los estudiantes.

## Metodología.

Se utilizó un diseño de estudio pre-experimental de un solo grupo. Los simuladores de RV se implementaron en el currículo de seguridad industrial para los estudiantes de nivel superior. Para ello se tomó la participación de tres alumnos de la carrera de ingeniería industrial, los estudiantes utilizaron dispositivos de RV, como auriculares y controladores; que sirven para interactuar con los entornos virtuales y practicar habilidades y procedimientos de seguridad en sesiones de práctica programadas utilizando los simuladores de RV, además, de contar con un equipo de computadora para calibrar y configurar los controles necesarios para el adecuado funcionamiento y operación de los controles que se utilizarán, y por último, un espacio amplio; como un aula de clases, para efectuar los movimientos necesarios con ayuda de los controles y simular el movimiento requerido para hacer las actividades del programa ejecutado. Los participantes pasaron por las sesiones de simulación en el simulador de realidad virtual "Work At Height VR Training" y luego se les realizaron entrevistas y encuestas para evaluar su experiencia y percepción del entrenamiento [10].

Instrumentos utilizados:

a. Simulador de realidad virtual: Se utilizó el software "Work At Height VR Training" desarrollado por GVR Training Computer Software. Este simulador permitió a los participantes interactuar con entornos virtuales realistas relacionados con máquinas eléctricas y trabajos en altura

Ficha Descriptiva del Simulador: "Work At Height VR Training" por GVR Training Computer Software.

Nombre del software: Work At Height VR Training

Desarrollador: GVR Training Computer Software

Versión: 1.0

Descripción:

Work At Height VR Training es un software de realidad virtual diseñado específicamente para el entrenamiento en trabajos en altura. Proporciona a los usuarios una experiencia inmersiva y realista en entornos virtuales, permitiéndoles adquirir habilidades prácticas y conocimientos teóricos necesarios para realizar trabajos en altura de manera segura.

Características principales:

1. Simulación de entornos de altura: El software presenta una variedad de escenarios virtuales que simulan entornos de trabajos en altura, como torres de comunicación, estructuras metálicas y plataformas elevadoras. Esto permite a los usuarios practicar en diferentes contextos y familiarizarse con los desafíos específicos de cada uno.

2. Interacción inmersiva: Los usuarios pueden interactuar con el entorno virtual utilizando controladores de realidad virtual, lo que les brinda una sensación de presencia y realismo. Pueden realizar tareas como ascender y descender, inspeccionar equipos y utilizar equipos de protección personal (EPP) de manera virtual.

3. Identificación de riesgos: El software presenta situaciones realistas donde los usuarios deben identificar los riesgos asociados con los trabajos en altura. Esto ayuda a desarrollar habilidades de observación y conciencia situacional, permitiendo a los usuarios evaluar y mitigar los riesgos de manera efectiva.

4. Toma de decisiones: Los usuarios se enfrentan a escenarios que requieren la toma de decisiones rápidas y acertadas. Deben seleccionar las acciones correctas para realizar tareas de manera segura y eficiente, lo que fomenta el desarrollo de habilidades de toma de decisiones en entornos de trabajos en altura.

5. Retroalimentación y seguimiento: El software proporciona retroalimentación inmediata sobre el desempeño de los usuarios, señalando áreas de mejora y

destacando buenas prácticas. Además, registra el progreso de los usuarios, lo que permite un seguimiento individualizado del entrenamiento y la evaluación del desempeño a lo largo del tiempo.

6. Personalización y adaptabilidad: El software permite la personalización de los escenarios y las actividades de entrenamiento, lo que se adapta a las necesidades y requisitos específicos de los usuarios y las organizaciones. Esto garantiza que el entrenamiento sea relevante y adecuado para diferentes contextos industriales.

Requisitos del sistema:

- Computadora con capacidad para ejecutar software de realidad virtual.
- Auriculares de realidad virtual compatibles.
- Controladores de realidad virtual.

Durante estas sesiones, los estudiantes tuvieron la oportunidad de aplicar los conceptos y procedimientos de seguridad que aprendieron en el aula en un entorno virtual realista. El software "Work At Height VR Training" por GVR Training Computer Software ofrece una solución efectiva y segura para el entrenamiento en trabajos en altura utilizando la tecnología de realidad virtual. Proporciona a los usuarios una experiencia inmersiva y práctica que les permite adquirir habilidades esenciales y conocimientos teóricos [11], preparándolos para enfrentar los desafíos de seguridad en trabajos en altura de manera eficiente y segura.

a. Entrevista: Se desarrolló una guía de entrevista semiestructurada para recopilar información cualitativa sobre la experiencia de los participantes. Las preguntas se enfocaron en la satisfacción con el simulador, la percepción de realismo, la utilidad para adquirir conocimientos y habilidades, y cualquier sugerencia para mejoras.

b. Encuesta: Se diseñó una encuesta estructurada con preguntas en escala de Likert de 5 puntos para evaluar la experiencia de los participantes en términos de inmersión, realismo, utilidad y efectividad del simulador en el aprendizaje de trabajos en altura.

Procedimiento:

a. Preparación: Se brindó a los participantes una introducción al software "Work At Height VR Training" y se les proporcionó una breve sesión de familiarización con los lentes de realidad virtual y los controladores del Meta Quest 2.

b. Sesiones de simulación: Cada participante pasó por varias sesiones de simulación utilizando el simulador de realidad virtual. Se les asignaron tareas y escenarios

específicos relacionados con trabajos en altura, como ascenso y descenso en torres de comunicación, inspección de estructuras metálicas y utilización de plataformas elevadoras virtuales. Se registraron los tiempos de ejecución y se recopiló información sobre el desempeño de los participantes durante la simulación.

c. Entrevistas: Al finalizar las sesiones de simulación, se realizó una entrevista individual con cada participante utilizando la guía de entrevista semiestructurada. Se registraron sus respuestas y se tomaron notas para su posterior análisis.

d. Encuestas: Además de la entrevista, se administró la encuesta estructurada a cada participante. Se explicaron las instrucciones y se recopilaron las respuestas para su posterior análisis.

#### Resultados:

Tras la implementación y el uso de los simuladores, se recopilaron datos cualitativos y cuantitativos. Los datos cualitativos consistieron en testimonios de los estudiantes que describían sus experiencias utilizando los simuladores de RV y su percepción de la utilidad de estas herramientas. La información de los testimonios fue recabada con ayuda de las entrevistas y las encuestas aplicadas. Revelaron que los participantes tuvieron una experiencia positiva con el simulador de realidad virtual "Work At Height VR Training". Indicaron que el uso de herramientas de realidad virtual les permitió adquirir habilidades prácticas y aplicar conocimientos teóricos en entornos realista, ya que estos programas orientan al individuo con las instrucciones que se plasman en caso de haber alguna incertidumbre en las prácticas que se realizan. Los participantes destacaron la utilidad de la simulación para prepararse mejor para el mundo real, ya que nunca habían realizado pruebas prácticas en la escuela y solo tenían conocimientos teóricos de los procesos relacionados con trabajos en altura, mencionan que sería de mucha ayuda para poner en práctica la teoría impartida en clase en los simuladores de realidad virtual para ejecutar prácticas consecutivas y obtener la experiencia deseada [12].

Los datos cuantitativos incluyeron medidas de la efectividad de los simuladores en la mejora de la comprensión y la retención de los conceptos de seguridad. Los testimonios de los estudiantes se analizaron utilizando técnicas de análisis de contenido para identificar temas comunes y percepciones generales. Los datos cuantitativos se analizaron estadísticamente para determinar si el uso de los simuladores de RV tuvo un impacto significativo en la comprensión y la retención de los conceptos de seguridad.

Estos mismos resultados del análisis de datos se utilizaron para evaluar la efectividad de los simuladores de RV en

la formación en seguridad industrial. Gracias a ello, se identificaron áreas de mejora y se realizaron ajustes en los simuladores y en la forma en que se incorporaron al currículo.

Esta metodología proporciona un enfoque sistemático y detallado para investigar el potencial de los simuladores de RV en la formación en seguridad industrial, al tiempo que ofrece oportunidades para la mejora continua basada en la retroalimentación de los estudiantes y los resultados del análisis de datos.

#### DISCUSIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Este estudio exploró la eficacia de los simuladores de realidad virtual (RV) en la formación de seguridad industrial en estudiantes de nivel superior. El campo de la realidad virtual se torna diverso en su utilidad, siendo pionero para el campo de los video juegos y publicidad, luego se ha implementado en la industria médica, progresivamente ha sido asumido con fines educativos, (Ruiz-Davis & Polo-Serrano, 2012), Los hallazgos obtenidos se presentan a continuación en una secuencia lógica, resaltando las observaciones más significativas.

En primer lugar, se observó que los simuladores de RV brindan una experiencia educativa inmersiva y realista, una afirmación respaldada por los testimonios de los estudiantes. Los participantes reportaron una mejor comprensión de los riesgos y las medidas de seguridad asociadas con las máquinas eléctricas y los trabajos en altura, lo que indica que los simuladores cumplieron su objetivo de mejorar la formación en seguridad industrial. Adicionalmente, los simuladores de RV se podrían aplicar en cualquier campo de estudio en aquellas cuestiones que se requiera aplicar más la práctica que la teoría presentada, e identificar cuáles son los errores comunes que un individuo; en este caso un estudiante poniendo en práctica lo aprendido, y seguir con la retroalimentación para evitar estos mismos errores. Parte importante de los simuladores es la comunicación que se brinda al ser más efectiva y comprensiva a la hora de efectuar las prácticas simuladas [13].

En segundo lugar, el análisis de los datos recopilados mostró una mejora en las habilidades de toma de decisiones de los estudiantes. Este resultado responde al objetivo de este estudio de evaluar el impacto de los simuladores de RV en la promoción de la toma de decisiones efectivas. Además, se observó un aumento en la participación activa de los estudiantes, un indicador del compromiso y la motivación en el proceso de aprendizaje. Los simuladores, por su parte, incitan al individuo a realizar las actividades adecuadamente, lo que genera la certeza de efectuar las actividades; esta es la cuestión que ayuda a formar la experiencia que se espera obtener para aplicarla en la vida real.

En tercer lugar, los datos cuantitativos recopilados demostraron una mejora en la retención de conocimientos

*Tabla 1. Pregunta 1  
 Autor propio*

¿El simulador de realidad virtual fue fácil de usar?	
Totalmente en desacuerdo	1
Algo en desacuerdo	1
Neutral	1
Algo de acuerdo	0
Totalmente de acuerdo	0

y habilidades. Este descubrimiento respalda la hipótesis de este estudio de que los simuladores de RV pueden mejorar el aprendizaje significativo y la retención a largo plazo en los estudiantes.

Finalmente, cabe resaltar que los simuladores de RV ofrecen un entorno de aprendizaje seguro y controlado.

Los estudiantes pueden experimentar situaciones potencialmente peligrosas sin enfrentarse a riesgos reales, lo que cumple con uno de los principales objetivos de este estudio de proporcionar un entorno seguro para la formación en seguridad industrial.

*Tabla 2. Pregunta 2  
 Autor propio*

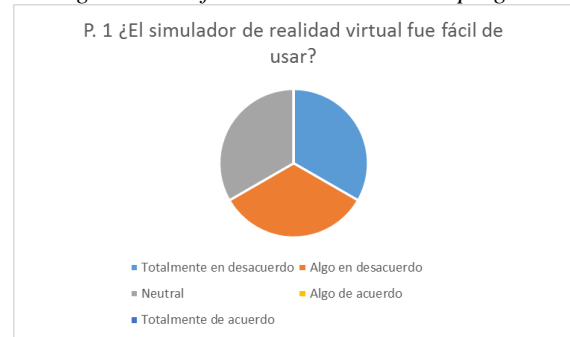
¿Qué tan real te parecieron las situaciones del simulador?	
Totalmente en desacuerdo	2
Algo en desacuerdo	0
Neutral	0
Algo de acuerdo	0
Totalmente de acuerdo	1

En conclusión, los resultados de este estudio respaldan la eficacia de los simuladores de RV como una herramienta educativa en el ámbito de la seguridad industrial. Sin embargo, es importante mantener la brevedad en la discusión y evitar la prolijidad, reconociendo que se necesitan más investigaciones para explorar una gama

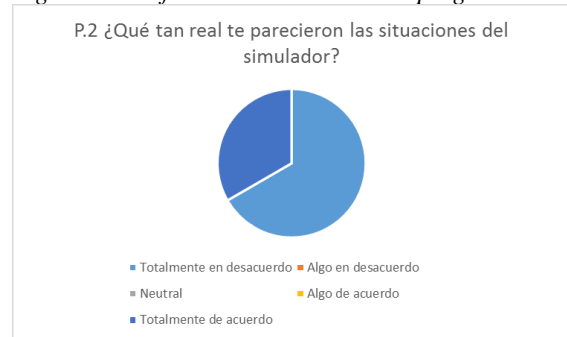
aún más amplia de situaciones de seguridad industrial utilizando simuladores de RV.

A continuación, se presentarán las tablas con sus respectivas graficas sobre las encuestas realizadas:

*Figura 1. Grafica de resultados de la pregunta 1.*



*Figura 2. Grafica de resultados de la pregunta 2.*



*Tabla 3. Pregunta 3*

¿Me sentí cómodo utilizando el simulador de realidad virtual?	
Totalmente en desacuerdo	2
Algo en desacuerdo	0
Neutral	0
Algo de acuerdo	1
Totalmente de acuerdo	0

*Figura 3. Grafica de resultados de la pregunta 3*



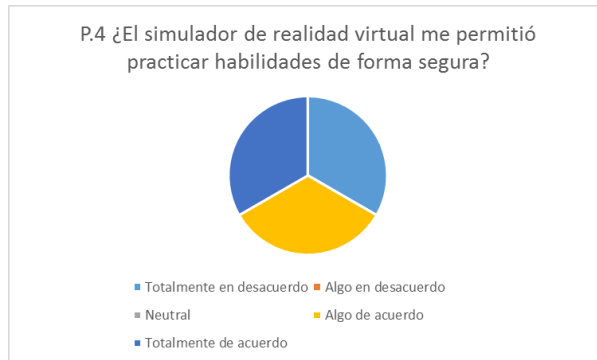


Figura 4. Grafica de resultados de la pregunta 4.

Tabla 4. Pregunta 4.

¿El simulador de realidad virtual ofreció una variedad de escenarios y situaciones relevantes?	
Totalmente en desacuerdo	1
Algo en desacuerdo	1
Neutral	0
Algo de acuerdo	1
Totalmente de acuerdo	0

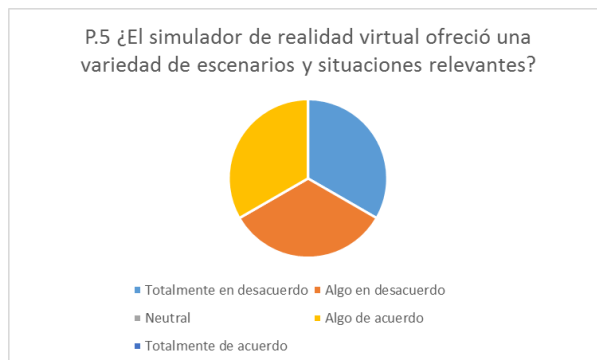


Figura 5. Grafica de resultados de la pregunta 5.

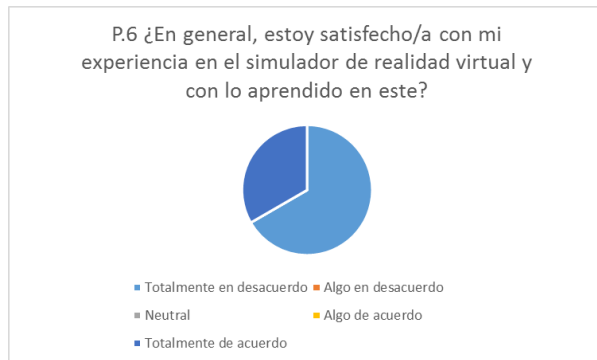


Figura 6. Grafica de resultados de la pregunta 6.

Aparte de haberse realizado una encuesta a los estudiantes que estuvieron bajo el simulador, se les tomo

una entrevista a cada uno sobre sus experiencias y aprendizaje dentro del simulador de RV, por lo que arrojo los siguientes resultados:

Cada alumno que participo no tenía ningún conocimiento ni experiencia previa a los simuladores de RV, por lo que su primera impresión fue de asombro y sorpresa, al inicio de la prueba los estudiantes tenían dificultades con el uso del simulador, sin embargo, se fue dando instrucciones paso a paso para que ellos analizaran el procedimiento de cómo utilizarlo y poder manejarlo por lo tanto al término de la prueba comentaron que a pesar de sentirse seguros en la practicas de trabajos en las alturas, creen que no toman en cuentan ciertos aspectos como el aire y cuestiones climatológicas.

Cabe mencionar que la prueba piloto es un gran aporte para el reforzamiento a la retícula de ingeniería industrial, mediante algunas observaciones se realizaron algunas comparaciones de las instrucciones que proporcionaba el simulador de RV con materias cursadas por dichos alumnos. Sin embargo, esta experiencia y oportunidad de realizar dicha práctica de trabajos en las alturas da una forma segura en un simulador de RV, aportando conocimientos valiosos para la formación profesional de cada estudiante.

El uso de la realidad virtual en la educación ha evolucionado de manera significativa en los últimos años, pasando de ser una herramienta predominantemente empleada en la industria de los videojuegos y la publicidad a convertirse en una alternativa prometedora en ámbitos educativos y profesionales, incluyendo la formación en Ingeniería Industrial. Esta transformación se sustenta en la capacidad de la realidad virtual para proporcionar experiencias inmersivas y prácticas que potencian el aprendizaje en disciplinas complejas como la ingeniería. La investigación llevada a cabo por Ruiz-Davis y Polo-Serrano (2012) resalta la expansión de esta tecnología en la educación, mientras que Villalustre-Martínez y Del-Moral-Pérez (2018) hacen hincapié en su potencial inclusivo y dinámico en las aulas. Además, estudios como el de Hsieh y Yeehsieh (2004) señalan que los recursos tecnológicos, como los simuladores de realidad virtual, pueden profundizar el conocimiento escolar y alinear la enseñanza con las tendencias educativas actuales. Esta tendencia ha demostrado ser especialmente efectiva para los estudiantes universitarios de Ingeniería, quienes, a través de la interacción con simuladores y videojuegos, han logrado un mayor dominio de los conceptos y habilidades requeridos en esta disciplina (Chernikova et al., 2020). En consecuencia, la implementación de simuladores de realidad virtual en la formación de Ingeniería Industrial en el campus Villahermosa del TecNM podría proporcionar a los estudiantes una plataforma altamente beneficiosa para el

aprendizaje práctico y la comprensión profunda de conceptos complejos.

### CONCLUSIONES

Esta investigación revela que los simuladores de realidad virtual pueden ser una herramienta efectiva para la formación en seguridad industrial en estudiantes de nivel superior. Los hallazgos muestran que los simuladores de RV proporcionan una experiencia inmersiva y realista que permite a los estudiantes adquirir conocimientos y habilidades prácticas en un entorno seguro y controlado.

Además, los simuladores de RV fomentan la participación del estudiante, lo cual es esencial para el aprendizaje basado en la experiencia. La capacidad de estos simuladores para presentar situaciones de riesgo de manera realista permiten a los estudiantes practicar y perfeccionar sus habilidades de toma de decisiones, un elemento crítico en el campo de la seguridad industrial.

Aunque los resultados son prometedores, este estudio también identificó algunas limitaciones y áreas para futuras investigaciones. Es importante tener en cuenta que la efectividad de los simuladores de RV puede depender en gran medida de su diseño y de cómo se integran en el currículo de seguridad industrial. Por tanto, es necesario llevar a cabo más investigaciones para entender mejor estas variables y cómo pueden influir en los resultados del aprendizaje.

En última instancia, se espera que los hallazgos encontrados sirvan de guía para el desarrollo e implementación de simuladores de RV en la formación en seguridad industrial, y que inspiren futuras investigaciones en este emocionante campo de estudio.

### AGRADECIMIENTOS

Deseamos expresar nuestro agradecimiento al Tecnológico Nacional de México campus Villahermosa (TecNM) por su apoyo constante y el financiamiento proporcionado para la realización de este estudio. También agradecemos a los profesores y estudiantes que participaron en nuestro estudio, cuyo tiempo y esfuerzo fueron esenciales para la recopilación de los datos.

Agradecemos también a los expertos técnicos que nos asistieron en el desarrollo de los simuladores de realidad virtual utilizados en este estudio. Su experiencia y orientación fueron invaluable.

Por último, pero no menos importante, agradecemos a todos los revisores anónimos que aportaron valiosos comentarios y sugerencias que mejoraron la calidad de este estudio. Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración y el apoyo de todos los involucrados.

### BIBLIOGRAFÍA

- [1] A.D.A.M., Inc. (13 de junio de 2021). Cuidados des Alviles-Huamaní, C. G. (2019). Entornos virtuales simulados y realidad virtual: Tecnologías que aportan a la educación. *Hamut' Ay*, 6(3), 5–8. Anacona, J. D., Millán, E. E., & Gómez, C. A. (2019). Aplicación de los metaversos y la realidad virtual en la enseñanza. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 13(25), 59–67. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31908/19098367.4015>
- [2] Bracq, M.S., Michinov, E. (2019). Virtual reality simulation in nontechnical skills training for healthcare professionals: A systematic review. *Simulation in Healthcare: The Journal of the Society for Simulation in Healthcare*, 14(3), 188–194.
- [3] Calderón, S. J., Tumino, M. C., & Bournissen, J. M. (2020). Realidad virtual: impacto en el aprendizaje percibido de estudiantes de Ciencias de la Salud. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 16, 65–82.
- [4] Cayo-Rojas, C. F., Agramonte-Rosell, R. de la C., Cayo-Rojas, C. F., & Agramonte-Rosell, R. de la C. (2020). Revista cubana de estomatología. In *Revista Cubana de Estomatología (Vol. 57, Issue 3)*. Editorial Ciencias Médicas. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75072020000300017&lng=es&nrm=i&so&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072020000300017&lng=es&nrm=i&so&tlng=es)
- [5] Chirinos Delfino, Y. (2020). La Realidad Virtual como mediadora de aprendizajes [Universidad Nacional de La Plata]. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/111879>
- [6] Lopez, G. (2020). Nuevos desafíos de la educación virtual, la simulación inmersiva como futuro para la educación (No. 769). Serie Documentos de Trabajo. [UNIVERSIDAD DEL CEMA]. <https://www.econstor.eu/bitstream/10419/238394/1/769.pdf>
- [7] Chittaro, L., & Buttussi, F. (2015). Assessing knowledge retention of an immersive serious game vs. a traditional education method in aviation safety. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 21(4), 529–538.
- [8] Díaz Forero, Jorge Eliécer, (2012). Simulación en entornos virtuales, una estrategia para alcanzar "Aprendizaje Total", en la formación técnica y profesional *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, vol. XLII, núm. 2
- [9] Freeman, D., Reeve, S., Robinson, A., Ehlers, A., Clark, D., Spanlang, B., & Slater, M. (2014). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*. DOI: 10.1017/S003329171700040X
- [10] Goetsch, D. L. (2015). *Occupational safety and health for technologists, engineers, and managers (8th ed.)*. Pearson.

[11] Hughes, P., & Ferrett, E. (2016). Introduction to health and safety at work (6th ed.). Routledge.

[12] Maldonado, F. J., Ramírez, J. L., & Andrade, M. I. B. (2020). Rutas inmersivas de Realidad Virtual como alternativa tecnológica en el proceso educativo. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 48–56.

[13] Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education*, 56(3), 769–780. DOI: 10.1016/j.compedu.2010.10.020

[14] Peña, A. G. C., & Medina-Chicaiza, P. (2022). Simulado res virtuales para la transferencia de conocimientos sobre números enteros. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(6), 236–246.

[15] Rodríguez, J. S. M., Aspiazu, Q. J. R., Magallón, Á. M. C., & García, M. R. L. (2021). Simulación y realidad virtual aplicada a la educación. *Reciamuc*, 5(2), 101–110. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.\(2\).abril.2021.101-110](https://doi.org/10.26820/reciamuc/5.(2).abril.2021.101-110).

[16] Sandoval-Poveda, A. M., & Tabash-Pérez, F. (2021). Realidad Virtual como apoyo innovador en la educación a distancia. *Innovaciones Educativas*, 23(Especial), 120–132. <https://doi.org/10.22458/ie.v23iEspecial.3622>

[17] Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing Our Lives with Immersive Virtual Reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74. DOI: 10.3389/frobt.2016.00074

[18] Sousa Ferreira, R., Campanari Xavier, R. A., & Rodrigues Ancioto, A. S. (2021). La realidad virtual como herramienta para la educación básica y profesional. *Revista Científica General José María Córdova*, 19(33), 223–241

[19] Véliz, A., Correa, O., Kugurakova, C. (2021). Aprendizaje adaptativo basado en Simuladores de Realidad Virtual. *Universidad de las Ciencias Informáticas*, Vol. 15(2). Pp. 138 – 157. <https://www.redalyc.org/journal/3783/378367420008/html/>

[20] Ruiz-Davis, S., & Polo-Serrano, D. (2012). La realidad aumentada como nuevo concepto de la publicidad en línea a través de los smartphones. [Augmented reality as a new concept of online advertising through smartphones]. *Razón y Palabra*, (80). Recuperado a partir de <https://n9.cl/h1m1b>

[21] Del-Cerro-Velázquez, F. & Morales-Méndez, G. (2017). Realidad Aumentada como herramienta de mejora de la inteligencia espacial en estudiantes de educación secundaria. [Augmented Reality as a tool for improving spatial intelligence in secondary education students]. *RED. Revista de Educación a Distancia*. Núm. 54. <http://dx.doi.org/10.6018/red/54/5>

[22] Hsieh, S.J. & Yeehsieh, P. (2004), Integrated Virtual Learning System for Programmable Logic Controller. [Sistema de aprendizaje virtual integrado para

controlador lógico programable]. *Journal of Engineering Education*, 93: 169-178. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00801.x>

[23] Chernikova, O., Heitzmann, N., Stadler, M., Holzberger, D., Seidel, T., & Fischer, F. (2020). Simulation-Based Learning in Higher Education: A Meta-Analysis. [Aprendizaje basado en simulación en la educación superior: un metanálisis]. *Review of Educational Research*. <https://doi.org/10.3102/0034654320933544>

### ROL DE CONTRIBUCIÓN

Rol	Autor (es)
Conceptualización	<sup>1</sup> Lic. Erasmo Martínez Patraca
Curación de datos	T.C. Fredy Vázquez Álvarez
Metodología	M.I.I. Yaitla Aitza Reyes Osorio
Administración del proyecto	M.C. Laura Vidal Reyes
Recursos	<sup>1</sup> Lic. Erasmo Martínez Patraca
Software	<sup>1</sup> Lic. Erasmo Martínez Patraca
Supervisión	Dra. Tomasa Rodríguez Reyes
Validación	M.I.I. Yaitla Aitza Reyes Osorio
Visualización	M.C. Laura Vidal Reyes
Redacción	<sup>1</sup> Lic. Erasmo Martínez Patraca
Redacción	M.C. Laura Vidal Reyes



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.