Mundo Fesc E-ISSN: 2216-0388 P- ISSN: 2216-0353 Artículo Original

Procesos sensitivos y perceptivos a partir de sistemas hápticos como eje de innovación en aplicaciones de realidad virtual para entrenamiento laboral.

Sensory and perceptive processes based on haptic systems as a center of innovation in virtual reality applications for job training

Recibido: 19 de septiembre del 2024
Aprobado: 17 de diciembre del 2024
publicación: 1 de Mayo del 2025

Forma de citar: W. G. . Sepúlveda Manrique and S. F. . Suárez Soto, "Procesos sensitivos y perceptivos a partir de sistemas hápticos como eje de innovación en aplicaciones de realidad virtual para entrenamiento laboral", Mundo Fesc, vol. 15, no. 32,pp. 458-473 May 2025, doi: 10.61799/2216-0388.1834.

Wilmer Geovany Sepúlveda Manrique.
Magíster en Comunicación Creativa,
wgsepulveda@ucompensar.edu.co,
https://orcid.org/ 0000-0001-9286-8605,
Fundación Universitaria Compensar,
Bogotá, Colombia.

Sergio Felipe Suárez Soto.
Ingeniero en multimedia,
sfelipesuarez@ucompensar.edu.co,
https://orcid.org/%200009-0000-0860-0615
Fundación Universitaria Compensar,
Bogotá, Colombia.

***Autor para correspondencia:**
Email: wgsepulveda@ucompensar.edu.co

© 2025. Fundación de Estudios Superiores Comfanorte.

Procesos sensitivos y perceptivos a partir de sistemas hápticos como eje de innovación en aplicaciones de realidad virtual para entrenamiento laboral.

Resumen

Antecedentes: En el ámbito del entrenamiento laboral, se ha implementado el uso de dispositivos hápticos y aplicaciones de realidad virtual (VR) enfocados a mitigar accidentes, los cuales replican escenarios donde subyacen situaciones que remiten alto riesgo para la seguridad, condiciones extremas de trabajo o manejo de sustancias peligrosas, contextos que se alinean con las directrices ofrecidas por La Organización Internacional del Trabajo (OIT) respecto al diseño y gestión de sistemas laborales más seguros y eficientes. Objetivo: Describir como los procesos sensitivos y perceptivos a partir de sistemas hápticos constituyen en eje de innovación en aplicaciones VR para entrenamiento laboral, en pro del trabajo decente en las organizaciones. Método: Búsqueda sistemática en Google Scholar y SciELO de documentos publicados que incluyen descriptores como tecnología háptica, VR, ergonomía y riesgos laborales. Resultados: De lo 4075 documentos encontrados, se seleccionaron 47 afines al objetivo de estudio, los cuales se clasificaron en cuatro categorías: a. Desarrollo y evaluación de tecnología háptica aplicada a experiencias VR; b. Aproximaciones teóricas sobre tecnología háptica y VR; c. verificación de literatura enfocada a tecnologías hápticas; c. Estudios de caso de desarrollo de aplicaciones de VR que incorporan tecnología háptica aplicada a procesos de entrenamiento laboral. Conclusiones: La tecnología háptica portable presenta un amplio potencial en la prevención de lesiones relacionadas con el desempeño laboral, así como su evaluación y la capacitación preventiva. Los próximos pasos se pueden enfocar en el análisis de datos biométricos y la disposición para la prevención de los incidentes mediante la simulación de entornos laborales de alto riesgo de lesión con el uso de integrado de VR, aumentada o mixta y de dispositivos hápticos, lo que permitirá a las organizaciones asestar las condiciones de idoneidad en compatible con las recomendaciones de la OIT para el diseño y gestión de la Ergonomía de Factores Humanos (HFE).

Palabras clave: Entrenamiento laboral, Ergonomía, VR, Tecnología háptica, Trabajo decente.

Sensory and perceptive processes based on haptic systems as a center of innovation in virtual reality applications for job training

Abstract

Background: In the field of job training, the use of haptic devices and virtual reality applications has been implemented focused on preventing occupational accidents, replicating scenarios and situations with high levels of safety risk, extreme working conditions or handling of hazardous substances, which is in line with the recommendations of the International Labor Organization (ILO) regarding the design and management of safer and more efficient labor systems. Objective: To describe how sensitive and perceptual processes based on haptic systems are the axis of innovation in virtual reality applications for job training, in favor of decent work in organizations. Method: Systematic search in Google Scholar and SciELO of published documents that include descriptors such as haptic technology, virtual reality, ergonomics and occupational hazards. Results: Of the 4075 documents found, 47 were selected related to the study objective, which were classified into four categories: a. Development and evaluation of haptic technology applied to virtual reality experiences; b. Theoretical approaches to haptic technology and virtual reality; c. Verification of literature focused on haptic technologies; c. Case studies of the development of virtual reality applications that incorporate haptic technology applied to job training processes. Conclusions: Portable haptic technology has a wide potential in the prevention of injuries related to work performance, as well as their evaluation and preventive training. The next steps can focus on biometric data analysis and incident prevention training by simulating high-risk work environments with the use of integrated virtual, augmented or mixed reality and haptic devices, which will enable organizations to implement ILO guidelines in the design and management of HFE work systems.

Keywords: Decent work, Ergonomics, Haptic technology, Job training, Virtual reality.

Introducción

El diseño y la producción de experiencias de VR han cambiado significativamente con la incorporación de la tecnología háptica [1], que permite a los, que permite a los usuarios experimentar sensaciones táctiles y cinestésicas mientras recorren entornos virtuales inmersivos [2]. La evolución de los dispositivos hápticos [1], ha dado lugar al desarrollo de transmisores de electroestimulación muscular de cuerpo completo, como el traje diseñado por la compañía inglesa Teslasuit [3]. Esta tecnología, mejora la inmersión y la interacción en videojuegos, proporcionando una experiencia más realista y envolvente para él usuario. Asimismo, para los desarrolladores de este tipo de sistematizaciones, permite capturar movimiento y datos biométricos del usuario en tiempo real, que pueden utilizarse en la industria del entretenimiento, y en áreas de investigación biomédica, rehabilitación, y entrenamiento deportivo o laboral [4], entre otras.

En el ámbito del entrenamiento laboral, a través de aplicaciones de VR, se han implementado dispositivos hápticos que mejoran la experiencia replicando escenarios y situaciones laborales con sustancias peligrosas, condiciones extremas o con riesgos de seguridad; logrando de esta forma, simulaciones más realistas, con alta carga sensorial y la captura de datos en tiempo real que ostente con fin ulterior la mejora en las condiciones laborales [5].

Paralelo a este escenario, La OIT en sus directrices para el trabajo decente, dedica un apartado concerniente a la gestión de sistemas de trabajo en ergonomía de factores humanos (HFE), concepto que involucra el "[…] diseñar, implementar, validar y evaluar el rendimiento de los sistemas de trabajo para su mejora continua y sostenibilidad" [6].

No obstante, existen desafíos a nivel organizacional para la implementación de estas directrices para el trabajo decente, así como a nivel técnico en la precisión y la percepción del *feedback* háptico que deben abordarse para maximizar su potencial, con énfasis, en el estudio de la percepción humana de las fuerzas de contacto, que son las más comunes en las interacciones cotidianas [1] y en el ámbito laboral [5], considerando a su vez, la creación de materiales innovadores y la optimización de los ya disponibles para hacer estos dispositivos más asequibles [1], lo que facilitaría la generalización de la tecnología háptica en usos cotidianos.

El propósito de este estudio radica, entonces, en describir los procesos sensitivos y perceptivos a partir de sistemas hápticos como eje de innovación en aplicaciones de VR para entrenamiento laboral, dirigido a aplicar las recomendaciones de la OIT respecto al diseño y evaluación de procedimientos laborales más eficientes y seguros, en pro del trabajo decente en las organizaciones.

Diseño y gestión de sistemas de trabajo basados en factores humanos/ergonomía (HFE) en la creación de trabajo decente.

La OIT y la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE) en la búsqueda garantizar la política de trabajo decente en las organizaciones, publicaron en 2021 la "guía técnica de principios y directrices para el diseño y la gestión de sistemas de trabajo basados en factores humanos/ ergonomía (HFE)" [6].

Este documento plantea cinco condiciones esenciales para el diseño e implementación de

sistemas de trabajo HFE, con el fin de promover el equilibrio físico y psicológico del personal y garantizar la optimización operativa y la sustentabilidad de las organizaciones, los cuales abarcan todos los sectores productivos y las áreas de desempeño laboral. Estos requisitos se refieren a contemplar a las personas como el principal recurso, la tecnología como un medio de apoyo para su desempeño, el fomento del bienestar integral, la valoración y aceptación de la diversidad individual, promovida a través del diálogo social y la participación activa de todos los actores involucrados [6].

Desde esta perspectiva, los principios de HFE se centran en la valoración integral de la dignidad de los trabajadores, la promoción permanente de la salud como eje de bienestar y la salvaguarda de la seguridad de esta dimensión colectiva [6]; además subrayan la relevancia de incluir a los trabajadores en la planeación, evaluación y mantenimiento de los sistemas, aprovechando su experiencia y saber práctico, con el objeto de lograr un "equilibrio sostenible" [6, p. 3] entre las metas empresariales de las organizaciones y expectativas sociales tanto individuales como colectivas de sus empleados. A partir de esta referencia, la OIT dispone los lineamientos para el diseño y la gestión de sistemas de trabajo HFE, de las cuáles, para la presente investigación, son relevantes las directrices 2B y 4, que expresan:

Directriz 2b. Proporcionar a los trabajadores las herramientas, la capacitación y el control adecuados para realizar el trabajo.

Directriz 4. Incorporar medidas proactivas para garantizar la seguridad, la salud, el bienestar y la sostenibilidad de los trabajadores. [6, p. 15].

En ese sentido, la directriz 2B establece la necesidad de proporcionar a los trabajadores los recursos y medios adecuados tanto para ejecutar sus tareas de manera eficiente, como para mantener una comunicación efectiva cuando se requiera [6, p. 15]. Pero dichos medios no se limitan exclusivamente a los elementos y espacios de trabajo, si no que incluyen las herramientas metodológicas, teóricas y el desarrollo de habilidades necesarias para ejecutar de manera eficiente sus labores. El propósito de estas herramientas es apoyar la realización del trabajo tanto en el aspecto físico como en el cognitivo, y contribuir al aumento de la calidad y la productividad [6, p. 15]. Esto significa, además, que se deben tener en cuenta las habilidades y limitaciones físicas y mentales de los trabajadores.

Según la OIT, los riesgos de mantener en el espacio laboral herramientas inadecuadas o una inapropiada capacitación para el manejo de estas, o la ausencia de controles que garanticen su desempeño eficiente, pueden acarrear consecuencias como lesiones debido a un diseño deficiente de la herramienta, disminución en la producción debido a fallos en la calidad, errores provocados por dolor, fatiga o la adopción de malas posturas, así como las necesidad de reentrenamiento del personal, el ausentismo y baja motivación, y el incremento de los costos asociados al mantenimiento y reparación de maquinaria e infraestructura [6, p. 15].

La directriz 4 por su parte, persigue optimizar la salud, la seguridad y el bienestar integral de percentil laboral dando impulso a la productividad holística en las organizaciones. A partir de esta premisa, se hace necesario considerar la carga de trabajo estimada (CTE) que permita iniciar y finalizar una actividad teniendo en cuenta las diferencias individuales.

De forma análoga, se debe garantizar que la incorporación de nuevas tecnologías venga

acompañada de la adecuada capacitación sobre su uso y no incremente el esfuerzo físico o mental. También se recomienda considerar los factores ambientales, culturales, económicos y sociopolíticos que puedan influir en la capacidad laboral y la sostenibilidad del trabajo, así como incorporar las evaluaciones de riesgos de HFE en las auditorías de seguridad de la organización [6, p. 16].

Tecnología Háptica en Entornos Educativos y de Formación

El uso de la tecnología háptica ha cambiado los métodos de enseñanza de revoluciones mediante la creación de un entorno virtual circundante que permite a los estudiantes interactuar con el contenido digital tangible. Esta herramienta innovadora es particularmente importante en la educación vocacional, ya que prefiere obtener habilidades prácticas indispensables para desarrollar habilidades laborales especiales [7].

Al integrar la VR con revisiones hápticas, puede crear escenarios de entrenamiento personal que se adapten a las necesidades de cada estudiante, dando a cada individuo la oportunidad de cambiar a su propio ritmo y de acuerdo con su estilo de aprendizaje. Se traduce en una experiencia educativa mucho más efectiva que los métodos tradicionales. Los dispositivos hápticos atraviesan motores o actuadores pequeños, que genera vibraciones con frecuencias ajustables y amplitud a altas velocidades para modelar diferentes sensaciones táctiles. Esta capacidad de restaurar la experiencia física permite a los estudiantes vivir en un entorno de trabajo real, lo que de otro modo sería difícil de reproducir mediante métodos convencionales. Por lo tanto, la transferencia del conocimiento teórico facilita el uso práctico en el campo profesional [8].

VR aplicada a capacitación o entrenamiento laboral.

La formación en seguridad en ambientes laborales “desempeña un papel fundamental en la mejora de las habilidades y capacidades de las personas para identificar riesgos y analizar la magnitud de estos” [5]. Uno de los principales objetivos de capacitar al personal en seguridad laboral es salvaguardar la integridad y la vida de estos, así como minimizar las consecuencias a nivel operativo y de índole económica que pueden acarrear los posibles incidentes. Tradicionalmente, dichas capacitaciones se dan a los trabajadores a través de cartillas impresas, videos informativos, charlas o simulacros, que muchas veces no permiten medir el aprendizaje efectivo por falta de una pedagogía que permita retroalimentar y evaluar la respuesta de los usuarios.

El uso de aplicaciones de realidades virtual, aumentada y mixta ayudan a mejorar la formación en seguridad en el trabajo, para minimizar riesgos, evitar daños o pérdida de vidas en ambientes laborales de alto riesgo como es el sector de la construcción, la aviación, entre otros. Según el estudio de Scorgie et al [5], donde se analiza la eficiencia de la adquisición y retención de conocimientos durante sesiones de capacitación laboral con el uso de VR, ésta supera a la capacitación tradicional en lo que a aprendizaje a corto plazo refiere.

De acuerdo con Lorduy y Naranjo [9], la VR permite la creación de entornos de simulación que trasladan procesos industriales y situaciones reales a espacios controlados desde la virtualidad, afirmando su concepto de eficacia, reduciendo los lapsos de capacitación, reduciendo la incidencia de errores operativos o incluso contribuir a mejorar la calidad de los productos finales. Es así como la VR representa una alternativa más económica para la capacitación

en el manejo de equipos especializados, al proporcionar al usuario una experiencia de aprendizaje inmersiva, interactiva e innovadora, que, a diferencia de los métodos tradicionales de formación, que suelen percibirse como ejercicios repetitivos, poco atractivos, esta tecnología favorece una mayor retención del conocimiento y permite una práctica segura en escenarios simulados antes de enfrentar condiciones reales que tengan algún nivel de riesgo [9]. Además, la virtualidad permite adaptar los contenidos a diferentes niveles de habilidad, estilos de aprendizaje y los requerimientos específicos del entorno de desempeño laboral.

Según estudio realizado por [10], los trastornos musculoesqueléticos son algunos de los trastornos laborales manuales más frecuentes, por esta razón los empleadores de todo el mundo pagan altos costos por su tratamiento y prevención. Como resultado presentan un método innovador para diseñar un lugar de trabajo ergonómico. Dicho método “utiliza nuevas tecnologías y apoya no solo la ergonomía, sino también una mejora general en el diseño del proceso de fabricación” [10]. Afirma además que, aunque existe un enorme potencial para utilizar nuevas tecnologías disruptivas como la VR y la captura de movimiento en ergonomía, “todavía falta una base metodológica integral para implementar estas tecnologías” [10].

Algunos de los campos de mayor recurrencia en las capacitaciones que utilizan VR corresponde al sector de la construcción y el manejo de incendios, de los cuáles, entre los resultados de aprendizaje más comunes se encuentran “el reconocimiento de peligros, las acciones de seguridad y el uso de equipos, a menudo combinados con retroalimentación inmediata para mejorar la adquisición de conocimientos y la autoeficacia” [5].

En este contexto, se resalta la evolución y diversificación de los campos de entrenamiento laboral mediados por tecnologías como la VR, al expandirse a áreas como la aviación, la minería, la movilidad peatonal, la atención de terremotos; “mientras que algunos estudios desarrollaron y probaron la VR para la capacitación en laboratorio, electricidad, botes salvavidas, túneles, productos químicos, fugas de gas y seguridad en el lugar de trabajo” [5].

En este respecto, León-Duarte [11] describe el desarrollo de un sistema que evalúa un proceso con alto grado de repeticiones y, en consecuencia, un elevado porcentaje de incapacidades laborales dentro del sector de la construcción en México. Este sistema, permite analizar las posturas y el movimiento de los operarios del área de producción a través del uso de un sensor Microsoft *Kinect.*

A partir de este dispositivo, se capta a través de video la posición de las articulaciones del operario en tiempo real, para luego procesar la información recolectada con un software especializado que lleva a cabo una evaluación ergonómica detallada.

Los resultados del estudio señalan que el software proporciona análisis ergonómicos precisos y confiables, lo que lo convierte en un instrumento valioso para apoyar la elección estratégica dirigida a la prevención de lesiones musculoesqueléticas y otros trastornos laborales, ya que, además de permitir identificar de manera temprana las posturas inadecuadas o patrones de movimiento riesgoso, esta tecnología contribuye de forma importante a optimizar la realidad laboral [11]. La puesta en marcha de estas tecnologías innovadoras proyecta la mitigación cada vez mayor de los costos asociados a la siniestralidad y el ausentismo laboral que favorece el beneficio en las organizaciones.

Materiales y métodos

Diseño: El presente estudio se desarrolló con un enfoque de revisión descriptiva de literatura científica relacionada con la implementación de tecnologías hápticas en experiencias de VR para entrenamiento laboral, publicada durante los últimos cinco años. En principio, se llevó a cabo una búsqueda rigurosa en Google Scholar y SciELO de publicaciones en el contexto internacional, que incluyeran descriptores como tecnología háptica, VR, ergonomía y riesgos laborales. Esta búsqueda se hizo tanto en español como en inglés.

Criterios de inclusión: En la búsqueda de literatura se incluyeron documentos que presentaran de manera simultánea los descriptores “tecnología háptica”, “VR” y “entrenamiento laboral”, abriendo el espectro a revisiones de literatura relacionada con los descriptores, aproximaciones teóricas a los mismos y estudios de casos de implementación de tecnologías de VR en entrenamiento laboral, e investigaciones relacionadas con el desarrollo de aplicaciones de software y de hardware para dispositivos hápticos portables.

Criterio de exclusión: Además de la fecha de publicación mayor a cinco años, el principal criterio de exclusión de documentos fue que los artículos estuviesen centrados exclusivamente en el desarrollo de dispositivos hápticos sin contar con un desarrollo de software o experiencia VR y los artículos relacionados exclusivamente con videojuegos, entretenimiento o estudios clínicos.

Extracción y análisis de datos: Tras la búsqueda inicial se localizaron 715 estudios en español y 3360 en inglés, de los cuales se escogieron 47 documentos, descartando los que no se consideraron relevantes para el objetivo de esta revisión.

Una vez compilados los datos de las publicaciones, se utilizó la plataforma Atlas TI para el análisis e identificación de tendencias temáticas, lo que permitió clasificarlas en cuatro categorías correlacionadas entre sí.

Resultados y discusión

De los documentos revisados se extrajo información sobre autoría, año, objetivo, palabras clave, resultados y conclusiones. Se clasificaron en cuatro categorías: En primer lugar, se encuentran los estudios relacionados con el desarrollo y evaluación de nuevas tecnologías asociadas a la exploración de la háptica aplicada a experiencias de VR como se muestra en la Tabla1 [12], [13], [14], [15], [16].

Tabla I

Estudios relacionados con el desarrollo y evaluación de nuevas tecnologías asociadas a la exploración de la háptica aplicada a experiencias de VR.

Título	Autor	Año
Development of an integrated virtual reality system with wearable sensors for ergonomic evaluation of human–robot cooperative workplaces	T. Caporaso, S. Grazioso, and G. Di Gironimo	2022
Análisis del nivel de compromiso en la programación de dispositivos hápticos por medio de una interfaz cerebro computador	C. A. Peña-Cortés, A. L. Vargas-Granados, and A. Pardo-García	2022
Rendering immersive haptic force feedback via neuromuscular electrical stimulation	E. Galofaro, E. D'Antonio, N. Lotti, and L. Masia	2022
In-house built robust and adaptable system architecture for virtual reality haptic interface	He, C. W. Herron, B. Kalita, and A. Leonessa	2022
Desarrollo de una herramienta de software para la integración de sensores hápticos a interfaces de realidad aumentada orientadas al entrenamiento industrial	L. Moreno Rodríguez	2021

En un segundo grupo de documentos se clasificaron los relacionados con aproximaciones teóricas al uso e implicaciones de la tecnología háptica y la VR [17], [18], como se muestra en la Tabla2:

Tabla II

Aproximaciones teóricas al uso e implicaciones de la tecnología háptica y la VR.

Título	Autor	Año
Haptic interfaces for virtual reality: Challenges and research directions	C. Wee, K. M. Yap, and L. Ning	2021
Cutaneous haptic feedback for robotics and virtual reality	C. Pacchierotti	2022

Del tercer grupo de documentos forman pártelos estudios dedicados a la verificación de literatura enfocada a tecnologías hápticas, que van abarcan la clasificación de los dispositivos hápticos planteada por Giri [19] la revisión de Huang, et al [20] que se centra en las interfaces de retroalimentación háptica basadas en la fuerza, la térmica y la estimulación nerviosa, o el estudio de Adilkhanov et al [21] enfocado a las interfaces hápticas vestibles (*wearable)*, para evaluar los alcances de la misma en campos como la educación, la gestión en salud, el trabajo asistencial y la lúdica. Otras revisiones de literatura que abordan los descriptores son [22], [23], [24], [25], [26], [27], [28], [29].

Tabla III

Estudios dedicados a la verificación de literatura enfocada a tecnologías hápticas.

Título	Autor	Año
An application-based review of haptics technology	G. Giri, Y. Maddahi, and K. Zareinia	2021
Recent advances in multi-mode haptic feedback technologies towards wearable interfaces	Y. Huang et al.	2021
Haptic devices: Wearability-based taxonomy and literature review	A. Adilkhanov, M. Rubagotti, and Z. Kappassov	2022
Associação de realidade aumentada e aeronaves não tripuladas: pesquisas emergentes e oportunidades em AECO	J. P. F. Assumpção and A. R. M. Cuperschmid	2021
The future of sensory substitution, addition, and expansion via haptic devices	D. M. Eagleman and M. V. Perrotta	2023
A review of the evidence for training effectiveness with virtual reality technology	I. JulianAbich, J. Parker, J. Murphy, and M. Eudy	2021
Human factors/ergonomics (HFE) evaluation in the virtual reality environment: A systematic review	R. Kazemi and S. C. Lee	2023
Wearable motion capture devices for the prevention of work-related musculoskeletal disorders in ergonomics: An overview of current applications, challenges, and future opportunities	C. M. Lind, F. Abtahi, and M. Forsman	2023
A narrative review of immersive virtual reality's ergonomics and risks at the workplace: cybersickness, visual fatigue, muscular fatigue, acute stress, and mental overload	A. D. Souchet et al.	2023
A systematic review of immersive virtual reality for industrial skills training	U. Radhakrishnan, K. Koumaditis, and F. Chinello	2021

En un cuarto grupo se clasifican los estudios de caso de desarrollo de aplicaciones de VR que incorporar en sus estudios tecnología háptica, enfocados a procesos de entrenamiento laboral o prevención de riesgos asociados a prácticas o entornos de trabajo [30], [31], [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [42], [43], [44], [45], [46], [47], [48], [49], [50], [51].

Tabla IV
Estudios de caso de desarrollo de aplicaciones de VR que incorporar en sus estudios tecnología háptica.

Título	Autor	Año
Exploring Teslasuit's potential in detecting sequential slip-induced kinematic changes among healthy young adults	J. Hepp et al.	2023
Multimodal feedback to improve performance of order picker truck drivers using a virtual reality simulator	M. S. Islam et al.	2024
Haptic systems: Trends and lessons learned for haptics in spacesuits	M. A. Kuhail, J. Berengueres, F. Taher, M. Alkuwaiti, and S. Z. Khan	2023
A wearable sensor system for physical ergonomics interventions using haptic feedback	C. M. Lind, J. A. Diaz-Olivares, K. Lindecrantz, and J. Eklund	2020
Ergonomic workplace design based on real-time integration between virtual and augmented realities	C.-H. Chu, J.-K. Pan, and Y.-W. Chen	2025
Simulador electrónico con feedback háptico para entrenamiento pedagógico	W. V. Culque Toapanta, L. A. Llerena Ocaña, and F. A. Viscaino Naranjo	2022
Are we ready for haptic interactivity in VR? An experimental comparison of different interaction methods in virtual reality training	S. Damme, J. Tack, G. Wallendael, F. Turck, and M. Vega	2023
Resolución de localización espacial háptica mediante estimulación eléctrica en la yema de los dedos	D. Escobar Valencia, J. M. Vicente Samper, J. M. Sabater Navarro, and O. A. Vivas Albán	2021
Virtual reality as a tool for sustainable training and education of employees in industrial enterprises	V. Holuša, M. Vaněk, F. Beneš, J. Švub, and P. Staša	2023
HapticSeer: A multi-channel, black-box, platform-agnostic approach to detecting video game events for real-time haptic feedback	Y. Lin et al.	2021
Improved complex skill acquisition by immersive virtual reality training: A randomized controlled trial	R. Lohre, A. Bois, G. Athwal, and D. Goel	2020
Full-body haptic cueing algorithms for augmented pilot perception in degraded/denied visual environments	M. Morcos et al.	2023
Evaluación ergonómica de actividades en una unidad de procesamiento logístico	M. Ron, E. Hernández Runque, and J. S. Hernández Romero	2023
An evaluation of motion trackers with virtual reality sensor technology in comparison to a marker-based motion capture system based on joint angles for ergonomic risk assessment	J. P. Vox et al.	2021
Full body haptic bodysuit—An instrument to measure the range and speed of motion in patients with axial spondyloarthritis (axSpA)—Preliminary results	N. Weber	2022
Using physics-based digital twins and extended reality for the safety and ergonomics evaluation of cobotic workstations	V. Weistroffer, F. Keith, A. Bisiaux, C. Andriot, and A. Lasnier	2022
Virtual reality and digital human modeling for ergonomic assessment in industrial product development: A patent and literature review	A. G. da Silva, M. V. Mendes Gomes, and I. Winkler	2022

Tabla 4(Continuación)Estudios de caso de desarrollo de aplicaciones de VR que incorporar en sus estudios tecnología háptica.

Título	Autor	Año
Exploring Teslasuit's potential in detecting sequential slip-induced kinematic changes among healthy young adults	J. Hepp et al.	2023
Multimodal feedback to improve performance of order picker truck drivers using a virtual reality simulator	M. S. Islam et al.	2024
Haptic systems: Trends and lessons learned for haptics in spacesuits	M. A. Kuhail, J. Berengueres, F. Taher, M. Alkuwaiti, and S. Z. Khan	2023
A wearable sensor system for physical ergonomics interventions using haptic feedback	C. M. Lind, J. A. Diaz-Olivares, K. Lindecrantz, and J. Eklund	2020
Ergonomic workplace design based on real-time integration between virtual and augmented realities	C.-H. Chu, J.-K. Pan, and Y.-W. Chen	2025
Simulador electrónico con feedback háptico para entrenamiento pedagógico	W. V. Culque Toapanta, L. A. Llerena Ocaña, and F. A. Viscaino Naranjo	2022
Are we ready for haptic interactivity in VR? An experimental comparison of different interaction methods in virtual reality training	S. Damme, J. Tack, G. Wallendael, F. Turck, and M. Vega	2023
Resolución de localización espacial háptica mediante estimulación eléctrica en la yema de los dedos	D. Escobar Valencia, J. M. Vicente Samper, J. M. Sabater Navarro, and O. A. Vivas Albán	2021
Virtual reality as a tool for sustainable training and education of employees in industrial enterprises	V. Holuša, M. Vaněk, F. Beneš, J. Švub, and P. Staša	2023
HapticSeer: A multi-channel, black-box, platform-agnostic approach to detecting video game events for real-time haptic feedback	Y. Lin et al.	2021
Improved complex skill acquisition by immersive virtual reality training: A randomized controlled trial	R. Lohre, A. Bois, G. Athwal, and D. Goel	2020
Full-body haptic cueing algorithms for augmented pilot perception in degraded/denied visual environments	M. Morcos et al.	2023
Evaluación ergonómica de actividades en una unidad de procesamiento logístico	M. Ron, E. Hernández Runque, and J. S. Hernández Romero	2023
An evaluation of motion trackers with virtual reality sensor technology in comparison to a marker-based motion capture system based on joint angles for ergonomic risk assessment	J. P. Vox et al.	2021
Full body haptic bodysuit—An instrument to measure the range and speed of motion in patients with axial spondyloarthritis (axSpA)—Preliminary results	N. Weber	2022
Using physics-based digital twins and extended reality for the safety and ergonomics evaluation of cobotic workstations	V. Weistroffer, F. Keith, A. Bisiaux, C. Andriot, and A. Lasnier	2022
Virtual reality and digital human modeling for ergonomic assessment in industrial product development: A patent and literature review	A. G. da Silva, M. V. Mendes Gomes, and I. Winkler	2022

Entre los resultados se puede destacar la motivación del estudio de Da Silva [52], quien argumenta que, como resultado de los avances tecnológicos, un número creciente de organizaciones está incorporando procesos de evaluación ergonómica con el uso de VR. Empero, muchas de estas empresas adoptan estas herramientas sin un conocimiento profundo de sus ventajas y limitantes, ya que, aunque estas tecnologías pueden ofrecer grandes beneficios como el análisis de posturas de forma no invasiva o de anticipar riesgos ergonómicos sin intervención en el escenario real, también presentan grandes desafíos. Dentro de estos destacan los exigentes requerimientos técnicos y el personal capacitado para la captura e interpretación de los datos.

A partir de estas evidencias, es menester de las organizaciones invertir los esfuerzos concernientes a la formación, la comprensión y la validación de las sistematizaciones dando garantía a una evaluación efectiva, basada en evidencia confiable y alineada con los objetivos de seguridad y salud en el trabajo, lo cual sienta las bases para justificar el uso de nuevas tecnologías en el campo del entrenamiento laboral centrado en la ergonomía.

Por su parte, T. Caporaso, S. Grazioso, and G. Di Gironimo en su investigación, despliega un sistema en VR aplicado a un caso relacionado con tareas humano-robot en la industria automotriz. De este ejercicio, los resultados mostraron que "un trabajador puede comprender y percibir su estado ergonómico y las condiciones de seguridad mientras realiza directamente la tarea en los entornos virtuales inmersivos" [12].

conclusiones

Las evaluaciones ergonómicas, en la mayoría de los estudios, presentan resultados confiables que pueden contribuir para una buena toma de decisiones por parte de los empleadores, en comparación con evaluaciones ergonómicas realizadas con métodos tradicionales. La tecnología háptica portable presenta un amplio potencial en la prevención de lesiones musculo esqueléticas relacionadas con el desempeño laboral, así como su evaluación y la capacitación preventiva.

Los desarrollos recientes en inteligencia artificial y aprendizaje automático representan un enorme campo de exploración en el análisis de datos biométricos y la construcción de modelos que permitan simulación de escenarios de alto impacto o riesgo para los trabajadores.

Las ventajas que representan las tecnologías hápticas y de VR para las organizaciones abarcan desde la captura de datos en escenarios controlados y simulados para realizar el análisis ergonómico o los procesos de entrenamiento y capacitación antes de implementarse en escenarios reales de labor, hasta poder a largo plazo prevenir o minimizar la ocurrencia de lesiones, lo cual puede contribuir a la eficiencia de los procesos, el bienestar de los trabajadores, la calidad de los productos y la sostenibilidad de las organizaciones.

Los aspectos con oportunidad de mejora se centran en la inversión económica en la tecnología de medición mediante trajes o dispositivos hápticos, la capacitación del personal encargado de la captura y análisis de datos y el manejo del software especializado para ello.

A manera de conclusión, los próximos pasos en este campo de estudio se pueden enfocar en el análisis de datos biométricos mediante la simulación de entornos laborales de alto riesgo de lesión para los trabajadores; en la capacitación en prevención de los incidentes mediante el uso de integrado de VR, aumentada, mixta y de dispositivos hápticos, siguiendo las directrices de la OIT en el diseño y la gestión de sistemas de trabajo HFE, para así centrar los futuros estudios en la aplicación de las directrices del trabajo decente, a partir de los apartados de la ergonomía y la seguridad y salud en el trabajo.

Referencias

[1]. T. H. Yang et al., “Recent advances and opportunities of active materials for haptic technologies in virtual and augmented reality,” Adv. Funct. Mater., vol. 31, no. 39, p. 2008831, 2021.

[2]. D. Escobar-Castillejos, J. Noguez, R. Cárdenas-Ovando, L. Neri, A. González-Nucamendi, and V. Robledo-Rella, “Using game engines for visuo-haptic learning simulations,” Appl. Sci., vol. 10, no. 13, p. 4553, 2020, doi: 10.3390/app10134553.

[3]. Tesla Suit, User Guide: Version 4.8 XR, 2023. Accessed: Jun. 19, 2025. [Online]. Available: https://developer.teslasuit.io/wp-content/uploads/UserGuide_Version-4.8-XR_March-2023.pdf

[4]. M. Afzal, M. T. Shafiq, and H. Al Jassmi, “Improving construction safety with virtual-design construction technologies—A review,” J. Inf. Technol. Constr., vol. 26, pp. 1–15, 2021, doi: 10.36680/j.itcon.2021.018.

[5]. D. Scorgie et al., “Virtual reality for safety training: A systematic literature review and meta-analysis,” Saf. Sci., vol. 171, p. 106372, 2024, doi: 10.1016/j.ssci.2023.106372.

[6]. International Labour Organization (ILO) and International Ergonomics Association (IEA), Principles and Guidelines for Human Factors/Ergonomics (HFE) Design and Management of Work Systems, ILO, 2021. Accessed: Jun. 19, 2025. [Online]. Available: https://www.ilo.org/global/topics/safetyandhealthatwork/resourceslibrary/publications/WCMS_754140/lang--en/index.html

[7]. D. L. Gutiérrez, “La exploración de tecnología de VR para mejorar la educación y la capacitación,” Biníriame, 2022. [Online]. Available: http://ri.uacj.mx/vufind/Record/oai:oai:erevistas.uacj.mx:article-5843

[8]. Helen Keller Services, “Háptica: Uso del tacto para transmitir información visual y ambiental a personas sordociegas.” [Online]. Available: https://www.helenkeller.org/courses/haptica-uso-del-tacto-para-transmitir-informacion-visual-y-ambiental-a-personas-sordociegas/

[9]. D. J. Lorduy and C. P. Naranjo, “Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias,” Praxis & Saber, vol. 11, no. 27, e11177, 2020, doi: 10.19053/22160159.v11.n27.2020.11177.

[10]. J. Kačerová, J. Kubr, P. Hořejší, and J. Kleinová, “Ergonomic design of a workplace using virtual reality and a motion capture suit,” Appl. Sci., vol. 12, no. 4, p. 2150, 2022, doi: 10.3390/app12042150.

[11]. J. A. León-Duarte, G. Martínez-Cadena, and J. Olea-Miranda, “Sistema automatizado de análisis de movimiento para la detección del factor de riesgo ergonómico en la industria de la construcción,” Inf. Tecnol., vol. 32, no. 6, pp. 213–220, 2021, doi: 10.4067/S0718-07642021000600213.

[12]. T. Caporaso, S. Grazioso, and G. Di Gironimo, “Development of an integrated virtual reality system with wearable sensors for ergonomic evaluation of human–robot cooperative workplaces,” Sensors, vol. 22, no. 6, p. 2413, 2022, doi: 10.3390/s22062413.

[13]. C. A. Peña-Cortés, A. L. Vargas-Granados, and A. Pardo-García, “Análisis del nivel de compromiso en la programación de dispositivos hápticos por medio de una interfaz cerebro computador,” Rev. Investig. Desarro. Innov., vol. 12, no. 1, pp. 137–148, Feb. 2022, doi: 10.19053/20278306.v12.n1.2022.14214.

[14]. E. Galofaro, E. D’Antonio, N. Lotti, and L. Masia, “Rendering immersive haptic force feedback via neuromuscular electrical stimulation,” Sensors, vol. 22, no. 14, p. 5069, 2022, doi: 10.3390/s22145069.

[15]. He, C. W. Herron, B. Kalita, and A. Leonessa, “In-house built robust and adaptable system architecture for virtual reality haptic interface,” in Proc. ASME Int. Mech. Eng. Congr. Expo. (IMECE), vol. 5: Dynamics, Vibration, and Control, 2022, doi: 10.1115/IMECE2022-95054.

[16]. L. Moreno Rodríguez, Desarrollo de una herramienta de software para la integración de sensores hápticos a interfaces de realidad aumentada orientadas al entrenamiento industrial, Universidad Nacional de Colombia, 2021.

[17]. C. Wee, K. M. Yap, and L. Ning, “Haptic interfaces for virtual reality: Challenges and research directions,” IEEE Access, pp. 1–1, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3103598.

[18]. C. Pacchierotti, “Cutaneous haptic feedback for robotics and virtual reality,” Robotics [cs.RO], Université de Rennes 1, Rennes, France, 2022. [Online]. Available: https://api.semanticscholar.org/CorpusID:247682039

[19]. G. Giri, Y. Maddahi, and K. Zareinia, “An application-based review of haptics technology,” Robotics, vol. 10, p. 29, 2021, doi: 10.3390/ROBOTICS10010029.

[20]. Y. Huang et al., “Recent advances in multi-mode haptic feedback technologies towards wearable interfaces,” Mater. Today Phys., 2021, doi: 10.1016/j.mtphys.2021.100602.

[21]. A. Adilkhanov, M. Rubagotti, and Z. Kappassov, “Haptic devices: Wearability-based taxonomy and literature review,” IEEE Access, 2022, doi: 10.1109/ACCESS.2022.3202986.

[22]. J. P. F. Assumpção and A. R. M. Cuperschmid, “Associação de realidade aumentada e aeronaves não tripuladas: pesquisas emergentes e oportunidades em AECO,” Rev. Cienc. Tecnol., no. 35, pp. 21–30, 2021. [Online]. Available: https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872021000100021

[23]. D. M. Eagleman and M. V. Perrotta, “The future of sensory substitution, addition, and expansion via haptic devices,” Front. Hum. Neurosci., vol. 16, 2023, doi: 10.3389/fnhum.2022.1055546.

[24]. I. JulianAbich, J. Parker, J. Murphy, and M. Eudy, “A review of the evidence for training

effectiveness with virtual reality technology," Virtual Reality, vol. 25, pp. 919–933, 2021, doi: 10.1007/s10055-020-00498-8.

[25]. R. Kazemi and S. C. Lee, "Human factors/ergonomics (HFE) evaluation in the virtual reality environment: A systematic review," Int. J. Hum.–Comput. Interact., vol. 40, no. 17, pp. 4533–4549, 2023, doi: 10.1080/10447318.2023.2227835.

[26]. C. M. Lind, F. Abtahi, and M. Forsman, "Wearable motion capture devices for the prevention of work-related musculoskeletal disorders in ergonomics: An overview of current applications, challenges, and future opportunities," Sensors, vol. 23, no. 9, p. 4259, 2023, doi: 10.3390/s23094259.

[27]. A. D. Souchet et al., "A narrative review of immersive virtual reality's ergonomics and risks at the workplace: cybersickness, visual fatigue, muscular fatigue, acute stress, and mental overload," Virtual Reality, vol. 27, pp. 19–50, 2023, doi: 10.1007/s10055-022-00672-0.

[28]. U. Radhakrishnan, K. Koumaditis, and F. Chinello, "A systematic review of immersive virtual reality for industrial skills training," Behav. Inf. Technol., vol. 40, pp. 1310–1339, 2021, doi: 10.1080/0144929X.2021.1954693.

[29]. A. Véliz Vega, O. C. Madrigal, and V. Kugurakova, "Aprendizaje adaptativo basado en simuladores de VR," Rev. Cubana Cienc. Informát., vol. 15, no. 2, pp. 138–157, 2021. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992021000200138&lng=es&tlng=es

[30]. E. Castilla-Molina, E. E. Castilla-Molina, M. Ferrer-Añel, and D. Ovallos-Gazabon, "Uso de la VR inmersiva para reducir el riesgo psicosocial en el contexto laboral," Inf. Tecnol., vol. 33, no. 6, pp. 1–10, 2022, doi: 10.4067/S0718-07642022000600001.

[31]. S. Biswas and Y. Visell, "Haptic perception, mechanics, and material technologies for virtual reality," Adv. Funct. Mater., vol. 31, 2021, doi: 10.1002/adfm.202008186.

[32]. D. Chibani, N. Achour, and A. Daoudi, "SPIDAR-Welder: A haptic interface for virtual welding training," in Proc. 1st Int. Conf. Commun., Control Syst. Signal Process. (CCSSP), 2020, pp. 293–297, doi: 10.1109/CCSSP49278.2020.9151477.

[33]. C.-H. Chu, J.-K. Pan, and Y.-W. Chen, "Ergonomic workplace design based on real-time integration between virtual and augmented realities," Rob. Comput. Integr. Manuf., vol. 92, Art. no. 102859, 2025. [Online]. Available: https://doi.org/10.1016/j.rcim.2024.102859

[34]. I. Fernández Burnao and A. Bolaños, "Influencia de los eventos en la construcción de marca," Signum (Alicante): Rev. Int. Investig. Eventos, Protocolo Relac. Inst., vol. 3, no. 1, pp. 15–29, 2024.

[35]. C. C. García Rodríguez, O. L. Mosquera Dussán, D. Guzmán Pérez, J. E. Zamudio Palacios, and J. A. García Torres, "Análisis de necesidades e implementación de tecnología de VR para entrenamiento y educación militar en Colombia," Rev. Logos Cienc. Tecnol., vol. 13,

no. 1, pp. 8–18, 2021, doi: 10.22335/rlct.v13i1.1271.

[36]. J. Hepp et al., “Exploring Teslasuit’s potential in detecting sequential slip-induced kinematic changes among healthy young adults,” Sensors, vol. 23, p. 6258, 2023, doi: 10.3390/s23146258.

[37]. M. S. Islam et al., “Multimodal feedback to improve performance of order picker truck drivers using a virtual reality simulator,” in Proc. Hum. Factors Ergonom. Soc. Annu. Meet., 2024, doi: 10.1177/10711813241272128.

[38]. M. A. Kuhail, J. Berengueres, F. Taher, M. Alkuwaiti, and S. Z. Khan, “Haptic systems: Trends and lessons learned for haptics in spacesuits,” Electronics, vol. 12, p. 1888, 2023, doi: 10.3390/electronics12081888.

[39]. C. M. Lind, J. A. Diaz-Olivares, K. Lindecrantz, and J. Eklund, “A wearable sensor system for physical ergonomics interventions using haptic feedback,” Sensors, vol. 20, no. 21, p. 6010, 2020, doi: 10.3390/s20216010.

[40]. C.-H. Chu, J.-K. Pan, and Y.-W. Chen, “Ergonomic workplace design based on real-time integration between virtual and augmented realities,” Rob. Comput. Integr. Manuf., vol. 92, p. 102859, 2025, doi: 10.1016/j.rcim.2024.102859.

[41]. W. V. Culque Toapanta, L. A. Llerena Ocaña, and F. A. Viscaino Naranjo, “Simulador electrónico con feedback háptico para entrenamiento pedagógico,” Conrado, vol. 18, no. 85, pp. 198–202, 2022. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442022000200198

[42]. S. Damme, J. Tack, G. Wallendael, F. Turck, and M. Vega, “Are we ready for haptic interactivity in VR? An experimental comparison of different interaction methods in virtual reality training,” in Proc. 15th Int. Conf. Qual. Multimedia Exp. (QoMEX), 2023, pp. 294–299, doi: 10.1109/QoMEX58391.2023.10178453.

[43]. D. Escobar Valencia, J. M. Vicente Samper, J. M. Sabater Navarro, and O. A. Vivas Albán, “Resolución de localización espacial háptica mediante estimulación eléctrica en la yema de los dedos,” Ingeniare. Rev. Chil. Ing., vol. 29, no. 1, pp. 18–26, 2021, doi: 10.4067/S0718-33052021000100018.

[44]. V. Holuša, M. Vaněk, F. Beneš, J. Švub, and P. Staša, “Virtual reality as a tool for sustainable training and education of employees in industrial enterprises,” Sustainability, vol. 15, no. 17, p. 12886, 2023, doi: 10.3390/su151712886.

[45]. Y. Lin et al., “HapticSeer: A multi-channel, black-box, platform-agnostic approach to detecting video game events for real-time haptic feedback,” in Proc. 2021 CHI Conf. Hum. Factors Comput. Syst., 2021, doi: 10.1145/3411764.3445254.

[46]. R. Lohre, A. Bois, G. Athwal, and D. Goel, “Improved complex skill acquisition by immersive virtual reality training: A randomized controlled trial,” J. Bone Joint Surg. Am. Vol., 2020,

doi: 10.2106/JBJS.19.00982.

[47]. M. Morcos et al., “Full-body haptic cueing algorithms for augmented pilot perception in degraded/denied visual environments,” 2023, doi: 10.4050/F-0079-2023-18072.

[48]. M. Ron, E. Hernández Runque, and J. S. Hernández Romero, “Evaluación ergonómica de actividades en una unidad de procesamiento logístico,” Rev. Cubana Salud Trab., vol. 24, no. 2, 2023. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1991-93952023000200004

[49]. J. P. Vox et al., “An evaluation of motion trackers with virtual reality sensor technology in comparison to a marker-based motion capture system based on joint angles for ergonomic risk assessment,” Sensors, vol. 21, no. 9, p. 3145, 2021, doi: 10.3390/s21093145.

[50]. N. Weber, “Full body haptic bodysuit—An instrument to measure the range and speed of motion in patients with axial spondyloarthritis (axSpA)—Preliminary results,” Ann. Rheum. Dis., vol. 81, Suppl. 1, p. 1866, 2022. [Online]. Available: https://ard.bmj.com/content/81/Suppl_1/1866.2

[51]. V. Weistroffer, F. Keith, A. Bisiaux, C. Andriot, and A. Lasnier, “Using physics-based digital twins and extended reality for the safety and ergonomics evaluation of cobotic workstations,” Front. Virtual Reality, vol. 3, 2022. [Online]. Available: https://www.frontiersin.org/journals/virtual-reality/articles/10.3389/frvir.2022.781830

[52]. A. G. da Silva, M. V. Mendes Gomes, and I. Winkler, “Virtual reality and digital human modeling for ergonomic assessment in industrial product development: A patent and literature review,” Appl. Sci., vol. 12, no. 3, p. 1084, 2022, doi: 10.3390/app12031084.

GOV.CO

El Estado no tiene porqué ser aburrido ¡conoce a gov.co!
¿Sabes que es GOV.CO?
¿Sabes que es GOV.CO? Conócelo aquí

TRÁMITES Y SERVICIOS PARTICIPACIÓN ENTIDADES

publindex
INDEXACIÓN – HOMOLOGACIÓN

Ciencias

publindex
INDEXACIÓN – HOMOLOGACIÓN

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Buscador | IBN - Publindex | Histórico de revistas | Registro de información | Homologación | Noticias



MUNDO FESC

ISSN 22160388,22160353
Instituciones editoras
- FUNDACION DE ESTUDIOS SUPERIORES COMFANORTE

Av 5 # 15-27, Centro
5829292
revista_mundofesc@fesc.edu.co
http://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc

Artículos | Historial de clasificación | Orientación editorial | Instrucciones para los autores

Título del artículo	Procesos sensitivos y perceptivos a partir de sistemas hápticos como eje de innovación en aplicaciones de realidad virtual para entrenamiento laboral.
Título paralelo	Sensory and perceptive processes based on haptic systems as a center of innovation in virtual reality applications for job training
Autores	Wilmer Geovany Sepúlveda Manrique, Sergio Felipe Suarez Soto
Tipo de documento	Artículo de investigación científica y tecnológica
Idioma principal	Español
Idioma secundario	Inglés
Tipo de resumen	Analítico
PDF	

Resumen | Abstract | Palabras clave

Antecedentes: En el ámbito del entrenamiento laboral, se ha implementado el uso de dispositivos hápticos y aplicaciones de realidad virtual (VR) enfocados a mitigar accidentes, los cuales replican escenarios donde subyacen situaciones que remiten alto riesgo para la seguridad, condiciones extremas de trabajo o manejo de sustancias peligrosas, contextos que se alinean con las directrices ofrecidas por La Organización Internacional del Trabajo (OIT) respecto al diseño y gestión de sistemas laborales más seguros y eficientes. Objetivo: Describir como los procesos sensitivos y perceptivos a partir de sistemas hápticos constituyen en eje de innovación en aplicaciones VR para entrenamiento laboral, en pro del trabajo decente en las organizaciones. Método: Búsqueda sistemática en Google Scholar y SciELO de documentos publicados que incluyen descriptores como tecnología háptica, VR, ergonomía y riesgos laborales. Resultados: De lo 4075 documentos encontrados, se seleccionaron 47 afines al objetivo de estudio, los cuales se clasificaron en cuatro categorías: a. Desarrollo y evaluación de tecnología háptica aplicada a experiencias VR; b. Aproximaciones teóricas sobre tecnología háptica y VR; c. verificación de literatura enfocada a tecnologías hápticas; c. Estudios de caso de desarrollo de aplicaciones de VR que incorporan tecnología háptica aplicada a

procesos de entrenamiento laboral. Conclusiones: La tecnología háptica portable presenta un amplio potencial en la prevención de lesiones relacionadas con el desempeño laboral, así como su evaluación y la capacitación preventiva. Los próximos pasos se pueden enfocar en el análisis de datos biométricos y la disposición para la prevención de los incidentes mediante la simulación de entornos laborales de alto riesgo de lesión con el uso de integrado de VR, aumentada o mixta y de dispositivos hápticos, lo que permitirá a las organizaciones asestar las condiciones de idoneidad en compatible con las recomendaciones de la OIT para el diseño y gestión de la Ergonomía de Factores Humanos (HFE).

← Regresar

Aplicativos para ingreso y actualización de información

Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación

Dirección: Avenida Calle 26 No. 57 - 83 Torre 8 Pisos del 2 al 6
Código Postal: 111321
Horario de Atención: Lunes a Jueves 8:00am - 5:00pm y Viernes 7:00am- 4:00pm (Jornada contínua).

Twitter Youtube Facebook

Contacto

Teléfono Conmutador: +(57) (1) 6258480 ext. 2081
Línea Gratuita: 01-800-0914446
Correo Institucional: atencionalciudadano@minciencias.gov.co
Correo de notificaciones judiciales:
notificacionesjudiciales@minciencias.gov.co
Política de seguridad de la información

GOV.CO

CO COLOMBIA

GOV.CO

El Estado no tiene porqué ser aburrido ¡conoce a gov.co!
¿Sabes que es GOV.CO?
¿Sabes que es GOV.CO? Conócelo aquí

TRÁMITES Y SERVICIOS PARTICIPACIÓN ENTIDADES

publindex
INDEXACIÓN – HOMOLOGACIÓN

Ciencias

publindex
INDEXACIÓN – HOMOLOGACIÓN

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Buscador | IBN - Publindex | Histórico de revistas | Registro de información | Homologación | Noticias



MUNDO FESC

ISSN 22160388,22160353
Instituciones editoras
- FUNDACION DE ESTUDIOS SUPERIORES COMFANORTE

Av 5 # 15-27, Centro
5829292
revista_mundofesc@fesc.edu.co
http://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc

Historial de clasificación

*"***Artículo 1: PRÓRROGA DE LAS VIGENCIAS**: *Prorrogar la vigencia de las*

doscientas ochenta y siete (287) revistas clasificadas en PUBLINDEX en la convocatoria N° 910 de 2021, hasta tanto se disponga la publicación de los resultados del nuevo proceso de indexación, el cual se anunciará oportunamente."

IBN	Clasificación	ISSN	Vigencia
IBN Publindex II - 2026	B	2216-0353,2216-0388	2026-12-31
IBN Publindex I - 2022	C	2216-0353,2216-0388	2022-12-31*
IBN Publindex I - 2021	B	2216-0388,2216-0388	2021-12-31
IBN Publindex I - 2020	C	2216-0388,2216-0388	2020-12-31

1

← Regresar

Aplicativos para ingreso y actualización de información

Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación

Dirección: Avenida Calle 26 No. 57 - 83 Torre 8 Pisos del 2 al 6
Código Postal: 111321
Horario de Atención: Lunes a Jueves 8:00am - 5:00pm y Viernes 7:00am- 4:00pm (Jornada contínua).

Twitter Youtube Facebook

Contacto

Teléfono Conmutador: +(57) (1) 6258480 ext. 2081
Línea Gratuita: 01-800-0914446
Correo Institucional: atencionalciudadano@minciencias.gov.co
Correo de notificaciones judiciales:
notificacionesjudiciales@minciencias.gov.co
Política de seguridad de la información