

Entornos inmersivos y rehabilitación motriz: Un enfoque con realidad virtual y gamificación

Immersive environments and motor rehabilitation: A virtual reality and gamification approach

Ambientes imersivos e reabilitação motora: uma abordagem com realidade virtual e gamificação

Alexandra Chuquitarco-Aguayo¹✉

¹ Departamento de Ciencias Exactas, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga, Ecuador.

✉ Correspondencia: eachuquitarco@espe.edu.ec

Recibido: 26/11/2024 ■ **Aceptado:** 25/12/2024 ■ **Publicado:** 30/12/2024

■ **Resumen.** La integración de tecnologías de realidad virtual en la educación y rehabilitación ha revolucionado la manera en que se gestionan procesos terapéuticos y de aprendizaje, especialmente en ejercicios motrices repetitivos. Este estudio presenta un sistema interactivo basado en un simulador virtual de laboratorio de química diseñado para promover movimientos de muñeca, como flexión y pronación. El sistema combina el seguimiento de manos integrado del visor Meta Quest 2 con Unity3D, elementos gamificados y retroalimentación multimodal en tiempo real. Siete participantes realizaron pruebas durante tres sesiones consecutivas, obteniendo resultados prometedores. El cuestionario SEQ reflejó una puntuación global de 57.45/65, destacando la facilidad de uso, claridad y satisfacción del usuario. Además, se observó una mejora del 20% en la precisión de los movimientos y la fluidez tras las sesiones. Los elementos de gamificación y los indicadores visuales y auditivos garantizaron un alto nivel de compromiso, permitiendo que los participantes completaran tareas con un promedio de 50 minutos de interacción activa por sesión. Este sistema no solo ofrece una herramienta efectiva para rehabilitación motriz, sino que también presenta aplicaciones potenciales en la educación STEM, al proporcionar entornos interactivos donde conceptos abstractos pueden ser explorados de manera práctica. Sin embargo, la muestra limitada sugiere la necesidad de estudios futuros con mayor diversidad de usuarios y análisis longitudinales.

Palabras clave: Realidad virtual, rehabilitación motriz, gamificación.

■ **Abstract.** The integration of virtual reality technologies in education and rehabilitation has revolutionized the way therapeutic and learning processes are managed, especially in repetitive motor exercises. This study presents an interactive system based on a virtual chemistry laboratory simulator designed to promote wrist movements, such as flexion and pronation. The system combines the integrated hand tracking of the Meta Quest 2 headset with Unity3D, gamified elements and real-time multimodal feedback. Seven participants performed tests during three consecutive sessions, obtaining promising results. The SEQ questionnaire reflected an overall score of 57.45/65, highlighting ease of use, clarity and user satisfaction. In addition, a 20% improvement in movement accuracy and fluidity was observed after the sessions. Gamification elements and visual and auditory cues ensured a high level of engagement, allowing participants to complete tasks with an average of 50 minutes of active interaction per session. This system not only offers an effective tool for motor rehabilitation, but also presents potential applications in STEM education, by providing interactive environments where abstract concepts can be explored in a hands-on manner. However, the limited sample suggests the need for future studies with greater user diversity and longitudinal analysis.

Keywords: Virtual reality, motor rehabilitation, gamification.

■ **Resumo.** A integração das tecnologias de realidade virtual na educação e reabilitação revolucionou a forma como são geridos os processos terapêuticos e de aprendizagem, especialmente em exercícios motores repetitivos. Este

estudo apresenta um sistema interativo baseado em um simulador virtual de laboratório de química projetado para promover movimentos do punho como flexão e pronação. O sistema combina o rastreamento manual integrado do fone de ouvido Meta Quest 2 com Unity3D, elementos gamificados e feedback multimodal em tempo real. Sete participantes realizaram testes durante três sessões consecutivas, obtendo resultados promissores. O questionário SEQ refletiu uma pontuação geral de 57,45/65, destacando facilidade de uso, clareza e satisfação do usuário. Além disso, foi observada uma melhora de 20% na precisão e fluidez dos movimentos após as sessões. Elementos de gamificação e dicas visuais e auditivas garantiram um alto nível de engajamento, permitindo que os participantes concluíssem tarefas com uma média de 50 minutos de interação ativa por sessão. Este sistema não só oferece uma ferramenta eficaz para a reabilitação motora, mas também apresenta potenciais aplicações na educação STEM, ao fornecer ambientes interativos onde conceitos abstratos podem ser explorados de forma prática. Contudo, a amostra limitada sugere a necessidade de estudos futuros com maior diversidade de usuários e análises longitudinais.

Palavras-chave: Realidade virtual, reabilitação motora, gamificação

INTRODUCCIÓN

La integración de la tecnología en la educación y la salud ha provocado cambios profundos, redefiniendo cómo se desarrollan las habilidades y se gestionan los procesos terapéuticos ([Senbekov et al., 2020](#)). Las metodologías tradicionales a menudo carecen de interactividad y personalización, reduciendo el compromiso del usuario y limitando su efectividad, especialmente en procesos repetitivos como la rehabilitación física y el aprendizaje de disciplinas STEM ([Gao et al., 2020](#); [Wang et al., 2022](#)). Estos desafíos han motivado el desarrollo de tecnologías avanzadas que aborden estas limitaciones, permitiendo experiencias más dinámicas, inclusivas y centradas en el usuario ([Cooper, 2023](#)).

La realidad virtual (RV) emerge como una solución transformadora para superar estas barreras ([Mystakidis et al., 2022](#)). A través de entornos inmersivos e interactivos, la RV no solo mejora el aprendizaje y la recuperación, sino que también los convierte en procesos atractivos y eficientes. Herramientas como Leap Motion y Unity3D han revolucionado este campo al permitir interacciones precisas con objetos virtuales, mientras que dispositivos como los visores Meta Quest Pro ofrecen niveles más altos de inmersión y personalización adaptada a las necesidades individuales ([Bourquet et al., 2020](#); [Solanes et al., 2023](#)).

Un enfoque clave en esta transformación tecnológica es el concepto de entorno virtual, que

puede utilizar sensores no invasivos para capturar datos de movimiento del usuario, generando interacciones digitales intuitivas y accesibles ([Salem et al., 2022](#)). Este sistema elimina la necesidad de dispositivos portátiles o táctiles, permitiendo que incluso personas con discapacidades severas puedan participar plenamente en actividades terapéuticas y educativas. A través nuevas técnicas se optimiza la percepción del movimiento y la retroalimentación, reforzando la conexión entre las acciones físicas del usuario y las respuestas del sistema ([Kasuga et al., 2022](#)). Este enfoque no solo mejora la motivación y el compromiso, sino que también fomenta un sentido de autoeficacia y empoderamiento.

En el ámbito de la rehabilitación, estos avances han permitido transformar actividades tradicionalmente repetitivas en experiencias inmersivas y atractivas. Por ejemplo, los sistemas de RV combinados con dispositivos hápticos permiten simular sensaciones táctiles, lo que enriquece la experiencia del usuario y mejora su enfoque ([Gibbs et al., 2022](#)). Además, las plataformas habilitadas con inteligencia artificial pueden monitorear en tiempo real el progreso del paciente, ajustando dinámicamente los niveles de dificultad y garantizando una recuperación gradual pero consistente. Esto es particularmente útil en áreas desatendidas, donde la RV puede ofrecer terapias remotas de alta calidad, eliminando barreras geográficas y mejorando la accesibilidad. Más allá de la rehabilitación, las aplicaciones en la educación STEM destacan por su capacidad de hacer tangibles conceptos abstractos, como reacciones químicas, sistemas mecánicos y

estructuras biológicas complejas ([Zhou et al., 2024](#)).

La interacción kinestésica en entornos virtuales permite a los estudiantes manipular objetos en tiempo real, lo que fomenta una comprensión más profunda y retención a largo plazo. Estudios recientes han demostrado que la integración de inteligencia artificial en estos sistemas expande aún más las posibilidades al personalizar las tareas según el nivel de habilidad del estudiante, promoviendo un aprendizaje adaptativo y altamente efectivo ([Devagiri et al., 2022](#)).

El concepto de sistemas interactivos para educación y rehabilitación también se ve enriquecido por investigaciones que conectan estas tecnologías con expresiones creativas. Por ejemplo, los soundscapes ha demostrado cómo la interacción con dispositivos gestuales no intrusivos puede empoderar a personas con discapacidades severas, transformando su calidad de vida y fomentando la creatividad ([May et al., 2020](#)). Este enfoque híbrido entre arte y tecnología ha evolucionado hacia aplicaciones educativas y terapéuticas, donde el uso de sensores para recopilar datos de movimiento ha permitido desarrollar experiencias inmersivas que combinan rehabilitación, entretenimiento y aprendizaje.

A través de estas innovaciones, la RV no solo redefine la manera en que se realizan las intervenciones educativas y terapéuticas, sino que también abre nuevas posibilidades para abordar desafíos sociales y tecnológicos. Este trabajo se propone explorar estas oportunidades al presentar un sistema interactivo basado en RV que integra elementos de gamificación, contribuyendo a un enfoque inclusivo y transformador para la educación y la salud.

METODOLOGÍA

El desarrollo del sistema interactivo basado en realidad virtual se llevó a cabo en cuatro etapas principales, diseñadas para garantizar la integración efectiva de tecnología avanzada, un

diseño centrado en el usuario y la validación de su funcionalidad.

Integración de Hardware y Software

El sistema se construyó utilizando las capacidades de seguimiento de manos integradas en el visor Meta Quest 2. Este visor emplea cámaras incorporadas para rastrear la posición y los gestos de las manos en tiempo real dentro de un espacio tridimensional, permitiendo interacciones naturales con el entorno virtual sin necesidad de dispositivos adicionales. La plataforma Unity3D se utilizó como motor de desarrollo para crear escenarios dinámicos e inmersivos, ofreciendo una base flexible para la implementación de interfaces personalizables. La integración entre el seguimiento de manos y Unity3D permitió una detección precisa de los movimientos de la muñeca, esenciales para los objetivos de rehabilitación y aprendizaje del sistema.

Diseño de la Interfaz

El sistema presenta un entorno virtual basado en un simulador de laboratorio de química donde el usuario manipula probetas y tubos de ensayo mediante movimientos específicos de la muñeca. Este ejercicio está diseñado para promover movimientos precisos, como la flexión al inclinar una probeta para verter líquidos y la desviación radial al mover tubos hacia posiciones específicas en una mesa de laboratorio virtual.

La interfaz incluye elementos visuales detallados, como líquidos que cambian de color según las acciones del usuario, lo que aumenta el realismo y fomenta la interacción continua. Las tareas están organizadas en niveles progresivos de dificultad, desde acciones simples (verter líquido) hasta combinaciones más complejas que requieren movimientos rápidos y coordinados entre diferentes áreas del laboratorio virtual.

Mecanismos de Retroalimentación

Se implementaron mecanismos de retroalimentación visual y auditiva en tiempo real para guiar al usuario durante las tareas. Los

indicadores visuales incluyen cambios de color o emiten brillo para señalar que las acciones fueron correctas. Por ejemplo, al mover una probeta a la posición correcta, esta emite un brillo verde. Las señales auditivas incluyen sonidos breves y satisfactorios refuerzan las acciones correctas, mientras que tonos más bajos indican errores o acciones incorrectas. Además, se implementó un sistema de temporización que registra el tiempo total de cada tarea y muestra un marcador de progreso, incentivando a los usuarios a mejorar su desempeño en sesiones posteriores.

Validación y Pruebas de Usabilidad

El sistema fue evaluado mediante un proceso de validación estructurado en dos etapas. La primera fue la prueba con usuarios, donde Siete participantes completaron tres sesiones consecutivas, cada una con una duración promedio de 50 minutos. Durante estas sesiones, se recopilaron métricas de tiempo, precisión en los movimientos y errores cometidos. La evaluación de usabilidad donde se utilizó el cuestionario cuestionario de evaluación de idoneidad para sistemas de rehabilitación virtual (SEQ) desarrollado por (Gil-Gómez et al., 2013) para diversos aspectos de la experiencia del usuario en entornos de realidad virtual. Los resultados obtenidos se analizaron en tres áreas: usabilidad, compromiso del usuario e impacto en la rehabilitación.

RESULTADOS

Usabilidad

Los resultados del SEQ indicaron que los siete participantes percibieron el sistema como eficiente, claro y fácil de controlar, con una puntuación global de 57.45 (de un máximo de 65). La experiencia fue calificada como agradable y accesible, con bajos niveles de incomodidad física, confusión o discomfort visual durante las sesiones. El resumen de los resultados se presenta en la [Tabla 1](#).

TABLA 1. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL SEQ A LOS PARTICIPANTES

Pregunta	Media	Desviación estándar (SD)
¿Cuánto disfrutó de su experiencia con el sistema?	4.65	0.62
¿Qué tanto sintió estar inmerso en el entorno virtual?	4.10	1.30
¿Qué tan exitoso fue en el uso del sistema?	4.25	0.80
¿En qué medida pudo controlar el sistema?	4.05	0.75
¿Qué tan real le pareció el entorno virtual del sistema?	3.70	1.25
¿La información proporcionada por el sistema fue clara?	4.80	0.70
¿Sintió incomodidad física durante su experiencia?	1.40	0.55
¿Experimentó mareos o náuseas durante su experiencia?	1.20	0.50
¿Sintió molestias oculares durante su experiencia?	1.30	0.45
¿Se sintió confundido o desorientado durante el uso del sistema?	1.15	0.50
¿Cree que este sistema será útil para la rehabilitación?	4.25	0.75
¿Encontró la tarea difícil?	1.80	0.82
¿Considera que los dispositivos del sistema fueron difíciles de manejar?	1.50	0.55

Compromiso del Usuario

El diseño gamificado del sistema permitió mantener un alto nivel de compromiso entre los participantes. Durante las sesiones, el tiempo promedio de interacción activa fue de 50 minutos, con una mejora en la inmersión percibida y la satisfacción general. Los participantes señalaron la claridad de las tareas y los elementos de retroalimentación visual y auditiva como componentes clave que contribuyeron a una experiencia inmersiva y motivadora (Tabla 2). Este nivel de compromiso es crítico en contextos de rehabilitación, donde la repetición de tareas puede resultar monótona.

TABLA 2. PERCEPCIÓN DE COMPROMISO DEL USUARIO

Métrica	Promedio	Desviación estándar (SD)
Tiempo de interacción activa (minutos)	50	±5
Nivel de inmersión (escala 1-5)	4.10	±1.30
Nivel de satisfacción general (escala 1-5)	4.65	±0.62

Impacto en la Rehabilitación

El sistema fue diseñado para promover movimientos específicos, como flexión, pronación, aducción y supinación. Los resultados indicaron una mejora del 20% en la precisión de los movimientos tras tres sesiones consecutivas, medida a través de parámetros como la distancia al objetivo virtual y la fluidez en la ejecución de las tareas (Tabla 3). Los participantes también reportaron un aumento significativo en la confianza para realizar los ejercicios, reforzando la efectividad del sistema como herramienta terapéutica.

TABLA 3. IMPACTO EN LA REHABILITACIÓN

Métrica de rendimiento	Entrenamiento		Mejora (%)
	Antes	Después	
Precisión de movimientos (%)	72	92	20
Fluidez en la ejecución (escala 1-5)	3.9	4.8	20

DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio destacan la eficacia del sistema desarrollado para promover la rehabilitación de movimientos de muñeca y su potencial como herramienta motivadora e interactiva en entornos virtuales. La combinación de elementos gamificados, retroalimentación multimodal proporcionan un entorno efectivo para la práctica de ejercicios específicos. Este enfoque se alinea y, en algunos aspectos, mejora lo reportado en estudios previos en el campo de la realidad virtual aplicada a la rehabilitación y el aprendizaje.

Por otro lado, la gamificación utilizada en este sistema mostró resultados similares a los encontrados por (Bonnechère et al., 2016), quienes demostraron que elementos lúdicos en entornos de RV incrementan la motivación intrínseca de los usuarios en rehabilitación. En este caso, los participantes mantuvieron un tiempo promedio de interacción activa de 50 minutos por sesión, superando tiempos menores reportados en estudios previos con tareas menos gamificadas. Esto refuerza la importancia de diseñar sistemas que sean no solo funcionales, sino también atractivos para los usuarios.

En términos de precisión y recuperación motora, el sistema desarrollado en este estudio mostró una mejora del 20% en la precisión de los movimientos después de tres sesiones. Este resultado es comparable con la mejora reportada por (Lloréns et al., 2015), quienes exploraron la eficacia de sistemas de realidad virtual para la rehabilitación de

extremidades superiores. Sin embargo, el presente sistema se distingue por utilizar únicamente el seguimiento de manos nativo del Meta Quest 2, reduciendo la complejidad tecnológica y el costo asociado al hardware adicional.

En el ámbito educativo, aunque este estudio no se enfocó directamente en aplicaciones pedagógicas, los resultados sugieren que el sistema tiene un alto potencial para su uso en entornos STEM. Estudios como el de (Makransky et al., 2019) han demostrado que la realidad virtual puede incrementar la retención de conceptos en comparación con métodos tradicionales. La capacidad de este sistema para promover movimientos precisos y coordinar tareas complejas podría adaptarse a simulaciones interactivas, como laboratorios virtuales o experimentos visuales, fortaleciendo su aplicabilidad en la enseñanza de conceptos abstractos (Laseinde & Dada, 2024).

A pesar de los resultados positivos, este estudio tiene limitaciones que deben considerarse. La muestra utilizada incluyó solo siete participantes, lo que restringe la generalización de los hallazgos. Futuros estudios deberían expandir la muestra e incluir una mayor variedad de perfiles, como personas con diferentes niveles de habilidad motora o usuarios en contextos educativos. Además, aunque los resultados del SEQ y las métricas de desempeño son prometedores, incorporar análisis longitudinales podría proporcionar una comprensión más profunda sobre el impacto del sistema a largo plazo.

CONCLUSIONES

El presente estudio confirma la eficacia de un sistema de realidad virtual diseñado para ejercicios de muñeca dentro de un entorno inmersivo. Al integrar seguimiento de manos con Meta Quest 2, Unity3D y elementos gamificados, se logró un sistema accesible y efectivo, capaz de promover movimientos específicos como flexión y pronación. Los resultados muestran mejoras significativas en precisión de movimientos y fluidez tras tres

sesiones, además de altos niveles de satisfacción y compromiso de los usuarios. Este enfoque supera las limitaciones de métodos tradicionales al proporcionar retroalimentación visual y auditiva en tiempo real, lo que optimiza el aprendizaje motor y reduce la frustración. Aunque la muestra fue limitada, los hallazgos sugieren un alto potencial para aplicaciones terapéuticas y educativas, destacando la importancia de seguir explorando este campo en futuros estudios longitudinales y con muestras más amplias.

Contribución de los Autores

Conceptualización, A.C.-A.; metodología, A.C.-A.; recopilación de datos, A.C.-A.; validación, A.C.-A.; análisis formal, A.C.-A.; investigación, A.C.-A.; recursos, A.C.-A.; gestión de datos, A.C.-A.; redacción del borrador inicial, A.C.-A.; redacción, revisión y edición, A.C.-A.; visualización, A.C.-A.; supervisión, A.C.-A.; administración del proyecto, A.C.-A.

Declaración de la Junta de Revisión Institucional

Este estudio se llevó a cabo siguiendo los principios establecidos en la Declaración de Helsinki y cumpliendo con los lineamientos de la Junta de Revisión Institucional.

Declaración de Consentimiento Informado

Se obtuvo el consentimiento informado de todos los participantes que formaron parte de este estudio.

Declaración de Disponibilidad de Datos

Por razones éticas y de privacidad, los datos no pueden ser compartidos públicamente, pero están disponibles bajo solicitud al autor correspondiente.

Agradecimientos

A todos los participantes del estudio por su valiosa colaboración.

Conflicto de Intereses

No se declaran conflictos de intereses.

Financiamiento

Este trabajo no contó con financiamiento externo.

Datos de los Autores

1. Alexandra Chuquitarco-Aguayo. Departamento de Ciencias Exactas, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Latacunga, Ecuador.

■ <https://orcid.org/0009-0004-9905-1402>

Referencias

- Bonnechère, B., Jansen, B., Omelina, L., & Van Sint Jan, S. (2016). The use of commercial video games in rehabilitation: A systematic review. *International Journal of Rehabilitation Research Internationale Zeitschrift Fur Rehabilitationsforschung. Revue Internationale de Recherches de Readaptation*, 39(4), 277-290. <https://doi.org/10.1097/mrr.0000000000000190>
- Bourguet, M.-L., Wang, X., Ran, Y., Zhou, Z., Zhang, Y., & Romero-Gonzalez, M. (2020). Virtual and Augmented Reality for Teaching Materials Science: A Students as Partners and as Producers Project. *2020 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)*, 452-459. <https://doi.org/10.1109/TALE48869.2020.9368381>
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32(3), 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Devagiri, J. S., Paheding, S., Niyaz, Q., Yang, X., & Smith, S. (2022). Augmented Reality and Artificial Intelligence in industry: Trends, tools, and future challenges. *Expert Systems with Applications*, 207, 118002. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.118002>
- Gao, F., Li, L., & Sun, Y. (2020). A systematic review of mobile game-based learning in STEM education. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1791-1827. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09787-0>
- Gibbs, J. K., Gillies, M., & Pan, X. (2022). A comparison of the effects of haptic and visual feedback on presence in virtual reality. *International Journal of Human-Computer Studies*, 157, 102717. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2021.102717>
- Gil-Gómez, J.-A., Gil-Gómez, H., Lozano-Quilis, J.-A., Manzano-Hernández, P., Albiol-Pérez, S., & Aula-Valero, C. (2013). SEQ: Suitability Evaluation Questionnaire for Virtual Rehabilitation systems. Application in a Virtual Rehabilitation system for Balance Rehabilitation. *2013 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare and Workshops*, 335-338. <https://doi.org/10.4108/icst.pervasivehealth.2013.252216>
- Kasuga, S., Crevecoeur, F., Cross, K. P., Balalaie, P., & Scott, S. H. (2022). Integration of proprioceptive and visual feedback during online control of reaching. *Journal of Neurophysiology*, 127(2), 354-372. <https://doi.org/10.1152/jn.00639.2020>
- Laseinde, O. T., & Dada, D. (2024). Enhancing teaching and learning in STEM Labs: The development of an android-based virtual reality platform. *Materials Today: Proceedings*, 105, 240-246. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.09.020>
- Lloréns, R., Noé, E., Colomer, C., & Alcañiz, M. (2015). Effectiveness, Usability, and Cost-Benefit of a Virtual Reality-Based Telerehabilitation Program for Balance Recovery After Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(3), 418-425.e2. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.10.019>
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*, 60, 225-236. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- May, K. R., Tomlinson, B. J., Ma, X., Roberts, P., & Walker, B. N. (2020). Spotlights and Soundscapes: On the Design of Mixed Reality Auditory Environments for Persons with Visual Impairment. *ACM Trans. Access. Comput.*, 13(2), 8:1-8:47. <https://doi.org/10.1145/3378576>
- Mystakidis, S., Christopoulos, A., & Pellas, N. (2022). A systematic mapping review of augmented reality applications to support STEM learning in higher education. *Education and Information Technologies*, 27(2), 1883-1927. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10682-1>
- Salem, M., Elkaseer, A., El-Maddah, I. A. M., Youssef, K. Y., Scholz, S. G., & Mohamed, H. K. (2022). Non-Invasive Data Acquisition and IoT Solution for Human Vital Signs Monitoring: Applications, Limitations and Future Prospects. *Sensors*, 22(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/s22176625>
- Senbekov, M., Saliev, T., Bukeyeva, Z., Almagbayeva, A., Zhanaliyeva, M., Aitenova, N., Toishibekov, Y., & Fakhradiyev, I. (2020). The Recent Progress and Applications of Digital Technologies in Healthcare: A Review. *International Journal of Telemedicine and Applications*, 2020(1), 8830200. <https://doi.org/10.1155/2020/8830200>
- Solanes, J. E., Montava-Jordà, S., Golf-Laville, E., Colomer-Romero, V., Gracia, L., & Muñoz, A. (2023). Enhancing STEM Education through Interactive Metaverses: A Case Study and Methodological Framework. *Applied Sciences*, 13(19), Article 19. <https://doi.org/10.3390/app131910785>
- Wang, L.-H., Chen, B., Hwang, G.-J., Guan, J.-Q., & Wang, Y.-Q. (2022). Effects of digital game-based STEM education on students' learning achievement: A meta-analysis. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 26. <https://doi.org/10.1186/>

[s40594-022-00344-0](#)

Zhou, Z., Oveissi, F., & Langrish, T. (2024). Applications of augmented reality (AR) in chemical engineering education: Virtual laboratory work demonstration to digital twin development. *Computers & Chemical Engineering*, 188, 108784. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2024.108784>

Cómo citar este artículo:

Chuquitarco-Aguayo, A. (2024). Entornos inmersivos y rehabilitación motriz: Un enfoque con realidad virtual y gamificación. *Social & Educational Lens*, 1, e3. <https://doi.org/10.56931/sel.2024.e3>