



REALIDAD VIRTUAL PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE TRASTORNOS MÚSCULO ESQUELÉTICO EN LA CARRERA DE FISIOTERAPIA

VIRTUAL REALITY FOR TEACHING AND LEARNING MUSCULOSKELETAL DISORDERS IN THE PHYSIOTHERAPY DEGREE

Mirian Lisandra Reyes Álvarez^{1*}

E-mail: mirianliz70@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5042-8940>

Mayda Losada Robaina²

E-mail: losadamayda1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8439-8252>

Taimí Castañeda Rodríguez³

E-mail: taimicr@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4900-1149>

Mireya Pérez Rodríguez⁴

E-mail: mireyaprez@umet.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5334-4446>

¹Instituto Superior Tecnológico Universitario Compu Sur, Quito, Ecuador

²Universidad de Ciencias de la Cultura Física y el Deporte "Manuel Fajardo" La Habana, Cuba

³Universidad Estatal Península de Santa Elena, Ecuador

⁴Universidad Metropolitana, Quito, Ecuador

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA 7ma Edición)

Reyes Álvarez, M. L., Losada Robaina, M., Castañeda Rodríguez, T. & Pérez Rodríguez, M. (2026). Realidad virtual para la enseñanza y aprendizaje de Trastornos Músculo Esquelético en la carrera de Fisioterapia. *Revista Conrado*, 22(111). e5383.

RESUMEN

El empleo de la realidad virtual en la formación de estudiantes de Fisioterapia, se ha convertido en una herramienta novedosa que estimula el desarrollo de habilidades profesionales. El desarrollo investigativo a favor de la innovación hace pertinente el presente estudio, centrado en sistematizar la evidencia científica que justifica el empleo de la Realidad virtual para la enseñanza y aprendizaje de Trastornos Músculo Esquelético en la carrera de Fisioterapia. El estudio articula métodos cualitativo y cuantitativo, compilados en SCImago; identificando una bolsa inicial de N=33519 en revista Scopus. El empleo de motores de búsqueda redujo el número de investigaciones n=444, esta se analizó por año, países y revistas. Los análisis se desarrollaron utilizando el Software VOSviewer 1.6.20 el cual permitió visualizar la interconexión entre ítems, superposición y densidad de la evidencia científica. En un tercer momento, se realizó una sistematización teórica mediante el protocolo PRISMA. Se concluyó con el análisis crítico de la evidencia científica identificando: Autor/ año/ Resultado y/o Aportes (n=12). Los hallazgos demuestran una evidente interconexión entre investigaciones por co-ocurrencia de palabras clave, co-citaciones y redes académicas que favorecen los estudios. Se

demuestra que la Realidad Virtual con todas sus modalidades: no inmersiva, semiinmersiva, inmersiva y colaborativa se presenta como herramienta prometedora y efectiva como complemento docente en la formación de fisioterapeutas su factibilidad demanda la implantación exige criterios de evidencia y factibilidad.

Palabras clave:

Realidad virtual, Enseñanza y Aprendizaje, Trastornos Músculo Esquelético, Fisioterapia

ABSTRACT

The use of virtual reality in physiotherapy student training has become an innovative tool that stimulates the development of professional skills. The ongoing research promoting innovation makes this study relevant, focusing on systematizing the scientific evidence that justifies the use of virtual reality for teaching and learning about musculoskeletal disorders in physiotherapy programs. The study combines qualitative and quantitative methods, compiled in the SCImago, identifying an initial pool of N=33,519 articles in Scopus. Search engine optimization reduced the number of studies to n=444. These were analyzed by year, country, and journal. The analyses were developed



using VOSviewer 1.6.20 software, which allowed visualization of the interconnection between items, overlap, and density of scientific evidence. In a third stage, a theoretical systematization was performed using the PRISMA protocol. The analysis concluded with a critical review of the scientific evidence, identifying: Author/Year/Result and/or Contributions (n=12). The findings demonstrate a clear interconnection between research studies through the co-occurrence of keywords, co-citations, and academic networks that support the research. It is demonstrated that Virtual Reality, in all its modalities—non-immersive, semi-immersive, immersive, and collaborative—presents itself as a promising and effective teaching tool to complement the training of physiotherapists. Its feasibility demands implementation based on evidence and feasibility criteria.

Keywords:

Virtual reality, Teaching and learning, Musculoskeletal disorders, Physiotherapy

INTRODUCCIÓN

La formación universitaria se está desplazando hacia entornos virtuales, simulaciones y herramientas digitales como parte central de la docencia práctica, especialmente tras la pandemia y la expansión del e-learning (De Sá et al., 2023). En la literatura sobre formación docente inclusiva, se consideran las simulaciones de escenarios reales y las herramientas digitales como prácticas exitosas y cada vez más recomendadas (Lucena-Rodríguez et al., 2025).

Bajo una premisa epistemológica contemporánea, la integración de la Realidad Virtual (RV) en la fisioterapia y la Educación Superior no debe interpretarse como una mera transición tecnológica, sino como un paradigma disruptivo que reconfigura los procesos de rehabilitación física y la adquisición de competencias clínicas.

En concordancia se define la Realidad Virtual como una simulación computacional avanzada que modula las percepciones sensoriales del usuario, permitiéndole interactuar con entornos digitales de forma tan inmersiva que el Sistema Nervioso Central (SNC) procesa dichas experiencias como realidades tangibles (Potosí-Moya et al., 2024).

Para el estudiante de ciencias de la salud, el dominio de estas herramientas no solo optimiza el aprendizaje motor, sino que garantiza una práctica basada en la evidencia que responde a las necesidades funcionales del siglo XXI. Esta infraestructura tecnológica, sin embargo, requiere una categorización rigurosa para su aplicación clínica efectiva.

En concordancia, la eficacia de una intervención educativa o clínica está intrínsecamente ligada a la selección

precisa del nivel de inmersión tecnológica. La Realidad Virtual No Inmersiva (RVNI) se basa en el uso de monitores, pantallas y sensores de movimiento accesibles, para reproducir ejercicios interactivos y actividades terapéuticas sin requerir casco o entornos cerrados. Su arquitectura permite diseñar tareas gamificadas de rehabilitación musculoesqueléticas que registran parámetros de movimiento (amplitud, velocidad, repetición) y ofrecen retroalimentación visual inmediata, facilitando la práctica deliberada y la monitorización clínica (Potosí-Moya et al., 2024).

No obstante, para maximizar su impacto es indispensable estandarizar protocolos clínicos, validar ejercicios frente a criterios funcionales, capacitar al personal sanitario en interpretación de datos y diseñar interfaces accesibles; asimismo, reconocer limitaciones en fidelidad sensorial y en tareas que exigen retroalimentación, por lo que la RVNI debe entenderse como complemento escalable y costeeffectivo dentro de un arsenal terapéutico multimodal (Cubas Sisternas, 2021).

Por su parte la Realidad Virtual semiinmersiva emplea proyecciones, pantallas envolventes o sistemas multimonitor que sumergen al usuario en escenarios tridimensionales sin necesidad de cascos, lo que la hace especialmente adecuada para simulaciones médicas complejas: reproduce entornos clínicos realistas (quirófanos, salas de urgencias) con amplio campo visual y sincronización audiovisual, posibilitando la práctica de procedimientos técnicos, la coordinación de equipos interprofesionales y la evaluación de decisiones tácticas en contexto (Espín Gutiérrez & Mejía Benavides 2024).

Otro elemento a considerar es la realidad virtual colaborativa. Esta facilita la interacción de múltiples usuarios en un espacio digital compartido, potenciando el aprendizaje grupal; la híbrida y la basada en móviles amplían el espectro de aplicaciones educativas y clínicas. La RV colaborativa permite que varios usuarios interactúen simultáneamente en un espacio digital compartido, favoreciendo el aprendizaje en equipo, la comunicación interprofesional y la práctica de protocolos colectivos con feedback en tiempo real.

La RV híbrida o mixta superpone modelos digitales sobre objetos reales, posibilitando guías visuales precisas en cirugía asistida y enseñanza procedimental donde la correlación espaciotemporal entre lo virtual y lo real es crítica; y la RV móvil, apoyada en smartphones y visores económicos, democratiza el acceso mediante telerehabilitación domiciliaria y programas de adherencia remota, ofreciendo escalabilidad y continuidad terapéutica.

Desde perspectivas estratégicas, herramientas como TrainFES demuestran mejoras biomecánicas significativas

en miembros superiores hemiparéticos mediante la integración de tecnología y ejercicio funcional.

En este orden de ideas el mantenimiento de la orientación espacial y el control postural depende de la integración multisensorial donde el sistema vestibular actúa como sensor crítico: los órganos otolíticos y los canales semicirculares detectan aceleraciones lineales y angulares de la cabeza, proporcionando señales rápidas sobre la posición y la velocidad cefálica que permiten generar respuestas reflejas (vigilancia del equilibrio, ajuste de la mirada) y anticipatorias frente a perturbaciones.

Complementariamente, el sistema visual ofrece el marco de referencia ambiental y dinámica que guía el reevaluación continua del cuerpo respecto al entorno; la información visual (flujo óptico, horizonte, referencias estáticas) permite calibrar la velocidad y dirección del desplazamiento, inhibir o facilitar correcciones posturales y apoyar la orientación espacial cuando las señales vestibulares o somatosensorial son ambiguas.

Por su parte, el sistema somatosensorial o propioceptivo, compuesto por mecanorreceptores ubicados en músculos, tendones, ligamentos y articulaciones, proporciona información detallada sobre la posición segmentaria, el grado de estiramiento muscular y las cargas articulares. Estos datos son fundamentales para la regulación refleja y voluntaria del tono muscular, así como para la coordinación intersegmentaria durante actividades tanto estáticas como dinámicas.

Desde esta perspectiva la RV incide directamente sobre estos sistemas al generar un conflicto sensoriomotor controlado que obliga al cerebro a desarrollar estrategias compensatorias y fortalecer la precisión motora. Una falla en esta integración impacta la autonomía funcional y aumenta el riesgo de caídas, especialmente en trastornos del neurodesarrollo donde la plasticidad neural debe ser estimulada mediante feedback visual y sensorial inmediato.

A pesar de su potencial transformador, la integración de la Realidad Virtual (RV) en la formación y la práctica de la fisioterapia enfrentan limitaciones metodológicas, y pedagógicas que condicionan su impacto.

A nivel pedagógico y ético, se identifican retos que aducen a la implementación efectiva; esta exige diseños instruccional sólidos que integren RV con práctica supervisada, evaluación de la transferencia a pacientes reales y criterios claros de accesibilidad e inclusión — puntos señalados en la literatura sobre formación docente inclusiva, pues sin ello la RV corre el riesgo de reproducir

desigualdades educativas y clínicas (LucenaRodríguez et al., 2025).

De este modo, la rápida obsolescencia tecnológica y la proliferación de soluciones comerciales sin validación clínica pueden conducir a adopciones prematuras; por tanto, es imprescindible priorizar investigación rigurosa, estandarización de escenarios y métricas, políticas institucionales de sostenibilidad y capacitación continua para garantizar que la RV aporte beneficios medibles y equitativos en la enseñanza y la rehabilitación.

En conformidad con lo antes expuesto el estudio tiene como objetivo desde un enfoque crítico la Realidad Virtual para la enseñanza y aprendizaje de Trastornos Músculo Esquelético en la Carrera de Fisioterapia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio que se presenta constituye una revisión sistemática, cuyo desarrollo articula métodos cualitativo y cuantitativo, con la intención de ofrecer una sistematización objetiva de la evidencia científica que fundamenta la Realidad Virtual como herramienta para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje en la Carrera de Fisioterapia con acento inducido en el manejo de Trastornos Músculo Esquelético.

La investigación parte del análisis de la métrica de la producción científica, la cual fue compilada a través del ranking SCImago; la búsqueda se concentró en investigaciones publicadas en revistas Scopus, identificando una bolsa inicial de N=33519 (TITLE-ABS-KEY (SALUD), se reduce la búsqueda a n=444 investigaciones con el siguiente algoritmo ((TITLE-ABS-KEY (SALUD)) AND (FISIOTERAPIA)) AND (EDUCACIÓN SUPERIOR). La evaluación de la métrica inicial se realizó por año, país y revista. En un segundo momento se realizó un segundo análisis con el algoritmo de búsqueda TÍTULO-ABS-LLAVE (REALIDAD VIRTUAL) AND (SALUD), reduciendo la búsqueda a n=11 documentos.

Se continuó con el análisis bibliométrico utilizando el Software VOSviewer 1.6.20, el cual permite generar mapas de redes, visualizar la interconexión entre ítems, la superposición de los elementos en una línea de tiempo y la densidad de la evidencia científica (*Network Visualization, Overlay Visualization y Density Visualization*). La visualización de los mapas de redes permitió analizar la data por revistas, autores o términos, representados mediante etiquetas y círculos, cuyo tamaño refleja el peso del ítem (mayor peso = etiqueta y círculo más grandes).

En un tercer momento, se desarrolló una sistematización teórica de la evidencia científica mediante el protocolo PRISMA (Matthew et al., 2021). El proceso transitó por

una fase de selección, evaluación y sistematización de los estudios, considerando la gestión de texto en Latindex, DOAJ, Redalyc, Dialnet, SciELO, Scopus, y buscadores como Google académico. Los textos de la base de datos Scopus se redujeron para la revisión sistemática mediante criterios de inclusión y exclusión.

Posteriormente, los textos, pasaron por un proceso de identificación/selección/elegibilidad/inclusión

- 1. Identificación (registros en bases de datos: n=444)
- 2. Selección (Registros incluidos: 2020-2026: n=112/ Textos que incluyen la Realidad Virtual en el marco de la salud: n=30/ Texto en inglés: n=14 / Texto en español: n=8/ Texto en portugués: n=2)
- 3. Elegibilidad (registros incluidos para análisis a texto completo: n=22)
- 4. Inclusión (Registros incluidos para el metaanálisis: n=12)

RESULTADOS

Un análisis de la métrica temporal (Figura 1), por conglomerados (agrupación por periodos continuos), se observan 24 documentos en total entre 2016 y 2026. Si agrupamos en tres conglomerados útiles para tendencias: 2016–2019 (conglomerado A) registra 8 documentos (media 2,0 doc./año), 2020–2022 (conglomerado B) 3 documentos (media 1,0 doc./año) y 2023–2026 (conglomerado C) 13 documentos (media 3,25 doc./año).

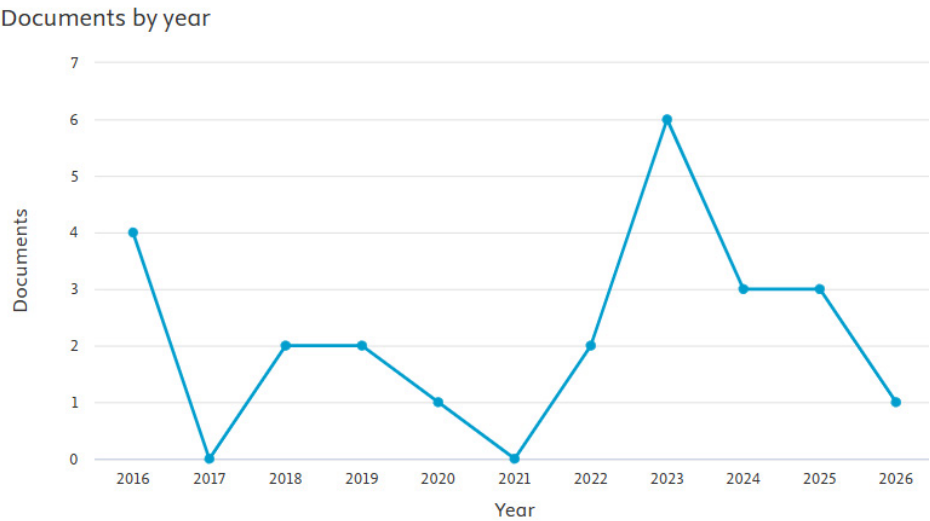


Figura 1: Producción científica por año en revista en base de datos Scopus

Fuente: Base de datos Scopus (2026)

La serie muestra un pico claro en 2023 con 6 documentos (máximo anual) seguido de una meseta decreciente en 2024–2025 (3 y 3) y una caída a 1 en 2026 hasta la fecha. Comparando conglomerados, C presenta un aumento absoluto de 10 documentos respecto a B (incremento relativo de 333 %, de 3 a 13) y de 62,5 % respecto a A (de 8 a 13), indicando un resurgimiento e intensificación del interés investigador en RV aplicada a trastornos musculoesqueléticos desde 2023.

Estas cifras apuntan a: mayor producción y visibilidad reciente; variabilidad interanual que sugiere falta de continuidad longitudinal; y necesidad de más estudios sostenidos y ensayos longitudinales para consolidar evidencia, dado que gran parte del crecimiento recae en un año puntual (2023).

Por su parte, el análisis cuantitativo por países (Figura 2) muestra una clara concentración geográfica: España lidera la producción con 16 documentos, seguida a distancia por Brasil (5) y Colombia (4), mientras que Chile, Cuba y México aportan 2 cada uno y Argentina, Panamá, Perú y Estados Unidos registran contribuciones puntuales 1 cada uno, lo que indica un total fuertemente sesgado hacia el ámbito hispanoibérico y latinoamericano. Esta distribución sugiere núcleos de investigación consolidados en España y emergentes en Brasil y Colombia, pero también una fragmentación

regional donde muchas iniciativas son aisladas; la concentración en pocos países puede facilitar la generación de conocimiento acumulado localmente, pero limita la representatividad global de hallazgos.

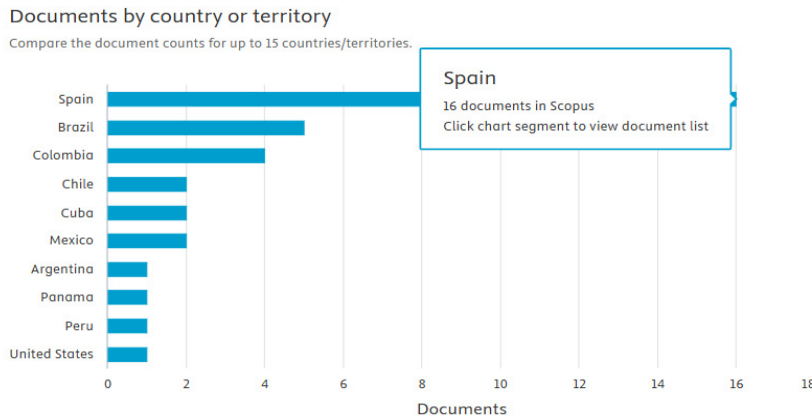


Figura 2: Análisis de documentos por países.

Fuente: Base de datos Scopus (2026)

La socialización de la evidencia mediante acceso abierto, repositorios institucionales y difusión en redes académicas resulta crucial para romper barreras. Al aumentar la accesibilidad y visibilidad de los estudios, se facilita la replicación, la colaboración transnacional y la adopción curricular en contextos con menor producción, amplificando el impacto educativo de la realidad virtual en la enseñanza de trastornos músculoesqueléticos en fisioterapia y mejorando la equidad en el acceso a evidencia útil para docentes y profesionales.

Para la comprensión de la dinámica investigativa, fue necesario establecer los principales hallazgos teóricos relacionados con la temática objeto de estudio.

El mapa de coocurrencia (Figura 3), organizado en cinco clústeres (clúster 1 color rojo 70 ítems; verde 40; azul 38; amarillo 25; violeta 29), muestra una red densa con nodos de distinto peso (tamaños de etiqueta/círculo) que actúan en ejes temáticos y líneas. El mapa arroja 2226 palabras clave, de este conglomerado 184 co-ocurren al menos 5 veces.

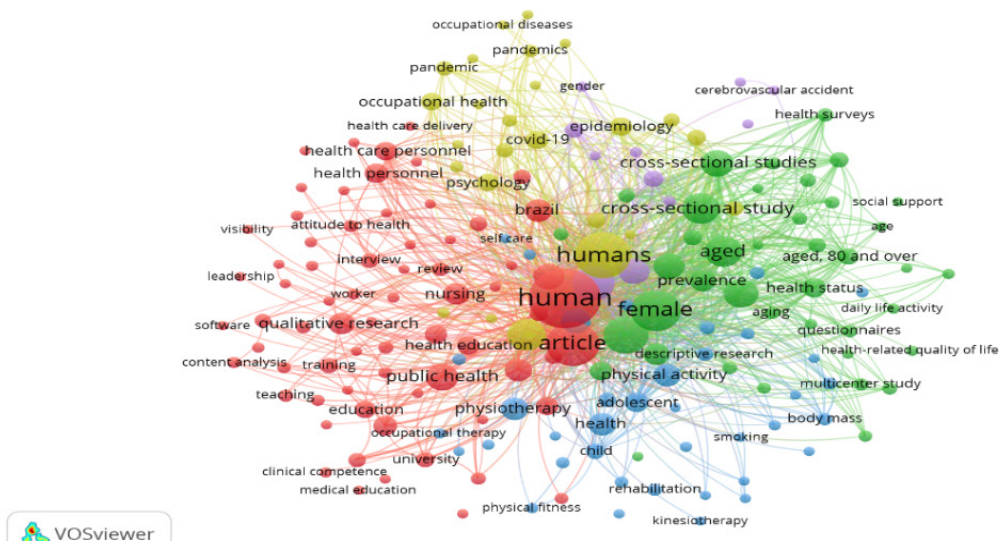


Figura 3: Mapa de co-ocurrencia de palabras claves.

Fuente: Base de datos Scopus (2026)

Los ítems de mayor peso (etiquetas grandes) concentran conceptos nucleares vinculadas a la enseñanza/estudiantes, a la realidad virtual/simulación y a resultados clínicos de trastornos músculoesqueléticos y se ubican en posiciones centrales que conectan varios clústeres.

Por otra parte, la Figura 4, en la continuidad del análisis bibliométrico, arroja el registro de 518 revistas, los que refleja una base bibliográfica amplia y heterogénea utilizada en los estudios sobre realidad virtual en la enseñanza de trastornos músculoesqueléticos; de estas 50 de búsquedas coocurren tres veces, lo que apunta hacia la existencia de un núcleo intelectual relativamente compacto dentro de una periferia muy dispersa.

Esas 50 búsquedas constituyen el conjunto de revistas de referencia que forman la columna vertebral del campo (mayor peso, etiquetas/círculos más grandes y enlaces más frecuentes en el mapa), mostrando qué disciplinas y fuentes son citadas con regularidad.

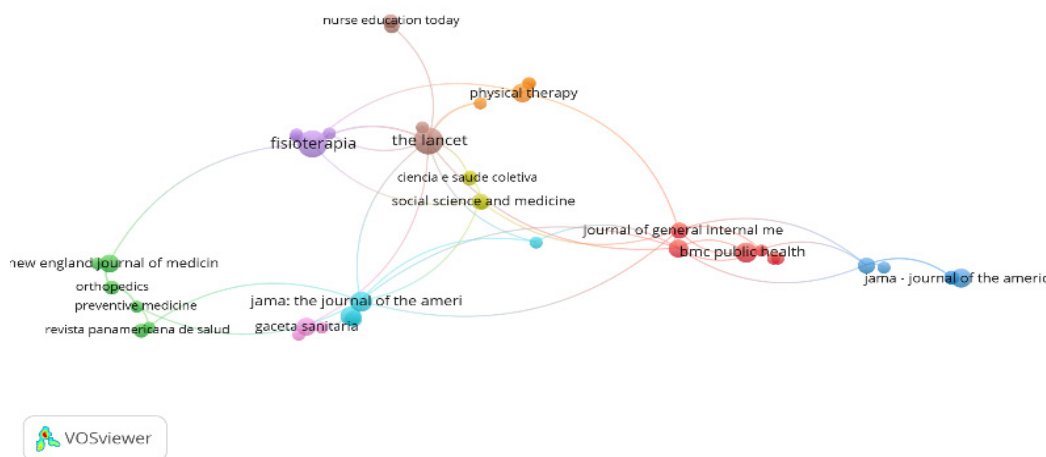


Figura 4: Mapa de redes con análisis de citaciones de revistas: Network visualization/ Density visualization.

Fuente: Base de datos Scopus (2026)

Sobresalen la revista de fisioterapia/rehabilitación, medicina general, salud pública y educación sanitaria— y actuando como hubs que conectan subáreas. La gran cantidad de revistas con cocitaciones únicas o muy bajas sugiere dispersión temática y multidisciplinariedad emergente, pero también vulnerabilidad a la fragmentación del conocimiento; en consecuencia, el patrón implica que la construcción acumulativa de la evidencia depende de ese pequeño grupo de revistas centrales para la consolidación conceptual y metodológica, mientras que la periferia aporta diversidad, pero menos cohesión.

Los resultados apuntan hacia la necesidad de dirigir esfuerzos de difusión, lectura crítica y colaboración para fortalecer la madurez del campo, y al mismo tiempo promover mayor integración entre las fuentes periféricas y el núcleo (mediante revisiones sistemáticas, artículos de síntesis y publicaciones en acceso abierto) para ampliar y consolidar la evidencia sobre realidad virtual en la formación en fisioterapia.

Sobre realidad virtual (RV) en el marco de la salud, obsérvese en la figura 5, el mapa de “*virtual reality*”, y exhibe como nodo central y de mayor peso (círculo y etiqueta grande), que conecta dos tipos de subredes: una densa y cercana (clúster rojo) asociada a rehabilitación, fisioterapia y lesiones musculoesqueléticas, y varias ramas más periféricas (verdes/grises) vinculadas a aplicaciones específicas realidad aumentada, entrenamiento de personal de salud, población infantil, trastornos del espectro autista; las líneas que emergen del nodo central indican enlaces fuertes de coocurrencia entre la tecnología y tanto variables clínicas (musculoskeletal injury, physiotherapy, rehabilitation) como educativas/terapéuticas (training, behavioural strategies).

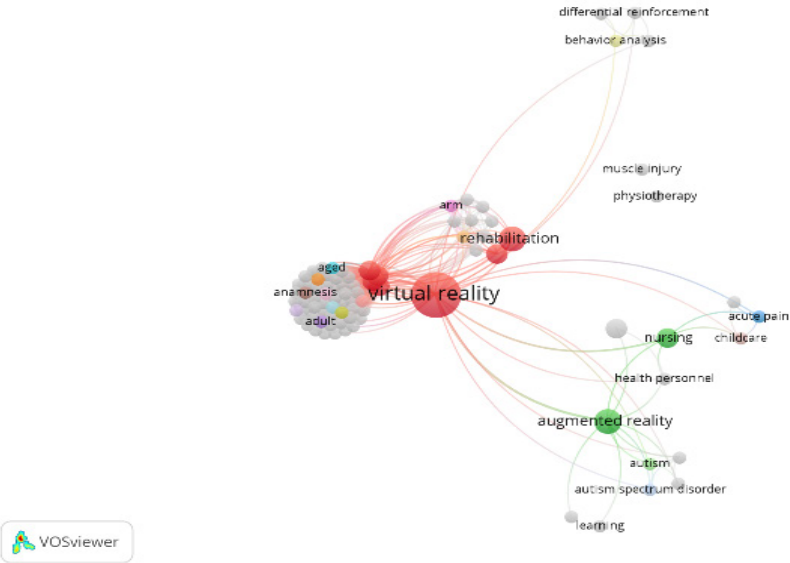


Figura 5: Mapa de redes: interconexión de la variable RV.

Fuente: Base de datos Scopus (2026)

La existencia de nodos puente modestos sugiere que ciertos temas intermedian la transferencia entre la investigación clínica y las aplicaciones pedagógicas, pero la clara separación espacial entre el núcleo y las ramas periféricas revela áreas aplicadas que aún están menos integradas en el núcleo investigativo.

Por último, a partir del análisis de los 12 registros incluidos para el metaanálisis, con la metodología PRISMA, se presenta en la tabla 1, la sistematización teórica de los aportes más significativos que abordan el objeto de estudio.

Tabla 1: Sistematización de la evidencia científica

Autore/s	Año	Títulos	Principales Resultados
Shahmoradi et al.	2020	Promoción del aprendizaje de la fisioterapia en enfermedades neurológicas: Diseño y aplicación de un juego basado en realidad virtual	Un juego basado en realidad virtual puede mejorar la percepción del aprendizaje de los estudiantes, proporcionar una mejor comprensión de la fisioterapia en enfermedades neurológicas y aumentar la satisfacción.
Yamashita et al.	2022	Ejemplo de introducción de RV (realidad virtual) en la formación de fisioterapeutas para que la educación mediante realidad virtual sea familiar	La realidad virtual puede mejorar la educación en fisioterapia al permitir la simulación de experiencias clínicas, pero deben abordarse los costos de implementación, las habilidades de edición de video y los nuevos métodos de enseñanza.
Soyuer.	2022	Uso actual de la realidad virtual en fisioterapia	La RV es un método de tratamiento alternativo ampliamente utilizado y eficaz en fisioterapia, que ofrece retroalimentación inmediata, ajuste de estímulos y un entorno de aprendizaje para los pacientes.
Brepohl & Leite.	2022	Realidad virtual aplicada a la fisioterapia: una revisión del conocimiento actual	La realidad virtual (RV) en fisioterapia muestra potencial para los resultados de rehabilitación, pero deben superarse las barreras y la influencia del paciente.
Lucena-Antón et al.	2022	Realidad virtual y aumentada versus métodos tradicionales para la enseñanza de fisioterapia: una revisión sistemática	Los modelos de enseñanza basados en realidad virtual y aumentada son igualmente efectivos que los métodos tradicionales para la enseñanza de la fisioterapia, con potencial para mejorar la interacción y el aprendizaje activo.
He et al.	2024	Mejorar la educación médica para estudiantes universitarios: integración de la realidad virtual y el aprendizaje basado en casos para la articulación del hombro	Integrar la RV con el aprendizaje basado en casos mejora significativamente la participación de los estudiantes en cursos relacionados con anatomía, pero no en cursos relacionados con fisioterapia.

Bhatnagar et al.	2025	Mejora de la participación y el desarrollo de habilidades mediante la realidad virtual en la educación basada en simulación de fisioterapia (prácticas): una evaluación piloto utilizando el modelo Kirkpatrick	La RV en la educación de fisioterapia puede mejorar la participación y el desarrollo de habilidades, pero las sesiones necesitan una mejor adaptación y abordar las limitaciones tecnológicas.
García-Robles et al.	2025	La eficacia de la realidad virtual inmersiva como herramienta centrada en el estudiante para el aprendizaje de neuroanatomía: un ensayo controlado aleatorio simple ciego con estudiantes de fisioterapia	La realidad virtual inmersiva (RVI) es una herramienta segura, eficaz y centrada en el estudiante para aprender neuroanatomía en la educación en fisioterapia.
Pieschacon et al.	2025	Visualizaciones espaciales para la formación en fisioterapia mediante captura volumétrica y realidad virtual	La captura volumétrica y la realidad virtual muestran potencial para un entrenamiento efectivo en fisioterapia, particularmente en la transmisión de la comprensión espacial.
Houser et al.	2025	Eficacia y percepciones de los estudiantes sobre la realidad virtual en la educación clínica: una revisión narrativa	La realidad virtual muestra potencial para mejorar la educación clínica, pero se necesita más investigación su papel óptimo en la formación médica.
Cetin et al.	2025	Perspectivas de los estudiantes de fisioterapia sobre la realidad virtual y la tecnología: Año académico y diferencias en los tipos de personalidad	Los tipos de personalidad emprendedores e investigativos muestran niveles más altos de preparación tecnológica y conciencia de la realidad virtual en estudiantes de fisioterapia.
Wojtowicz et al.	2025	El impacto de la fisioterapia basada en realidad virtual en la función de las extremidades superiores en niños con parálisis cerebral	La fisioterapia basada en realidad virtual impacta positivamente la función del miembro superior en niños con parálisis cerebral, mejorando particularmente el rango de movimiento, la fuerza muscular, la coordinación y la precisión manual.

Obsérvese que la revisión sistemática sugiere de forma consistente que la realidad virtual (RV), en sus distintas modalidades (inmersiva, aumentada, captura volumétrica y entornos lúdicos), aporta beneficios claros en la enseñanza y aprendizaje en fisioterapia, mayor participación, mejor comprensión espacial y retención de contenidos y resultados clínicosprácticos prometedores en trastornos músculoesqueléticos. Estudios piloto y ensayos muestran mejoras en habilidades prácticas y en la experiencia de aprendizaje (He et al., 2024, Bhatnagar et al., 2025; Pieschacon et al., 2025).

Los hallazgos develan que los ensayos controlados indican que la RV inmersiva puede ser superior a métodos tradicionales en áreas como neuroanatomía (GarcíaRobles et al., 2025), mientras revisiones previas concluyen equivalencia o potencial para incrementar la interacción y el aprendizaje activo (LucenaAnton et al., 2022, Brepohl & Leite, 2022). En intervención clínica, trabajos reportan efectos positivos en poblaciones específicas (niños con parálisis cerebral) (Wojtowicz et al., 2025) y en prácticas terapéuticas habituales (Soyuer, 2022).

La coincidencia de posicionamiento es, por tanto, mayormente favorable: la comunidad reconoce el potencial de la RV pero también sus limitaciones tecnológicas, económicas y metodológicas (Yamashita et al., 2022; Houser et al., 2025). Desde el punto de vista del valor científico, la literatura ofrece señales robustas, pero todavía emergentes: predominan estudios de pequeño tamaño, diseños piloto, variabilidad en plataformas y medidas y escasez de seguimientos longitudinales (Shahmoradi et al., 2020; Bhatnagar et al., 2025, Pieschacon et al., 2025), lo que limita la generalización y la consolidación de recomendaciones curriculares.

En este sentido las variables del artículo “Realidad virtual”, “enseñanzaaprendizaje” y “trastornos músculoesquelético” en la carrera de Fisioterapia sugieren una relación positiva y directa entre el uso de RV y los objetivos formativos y funcionales; no obstante, para traducir esta relación en política educativa y práctica clínica se requieren estudios controlados más numerosos y homogéneos, evaluaciones de transferencia a la práctica real, análisis de costos y estudios sobre moderadores, tipo de RV, nivel formativo y preparación tecnológica de estudiantes.

Teóricamente, los trabajos se apoyan en la simulación clínica, el aprendizaje experiencial y modelos de adopción tecnológica: destacan el papel de la inmersión, el feedback inmediato y la manipulación 3D para facilitar la comprensión de estructuras y técnicas complejas (He et al., 2024; García-Robles et al., 2025), y subrayan que la efectividad depende de un diseño instruccional cuidadoso (alineación con objetivos, guiones de casos, andamiaje) más que de la tecnología en sí (Lucena-Anton et al., 2022; He et al., 2024).

Metodológicamente predominan los ensayos controlados aleatorizados y estudios comparativos pre-post frente a métodos convencionales, complementados con diseños mixtos y encuestas para captar satisfacción, percepción de utilidad, preparación tecnológica y actitudes hacia la RV (Houser, et al., 2025).

De forma transversal, se reconocen barreras comunes —costes, problemas técnicos, necesidad de formación docente, guías y tiempo de pilotaje— y se proponen estrategias convergentes: capacitación de profesorado y estudiantes,

participación de usuarios en el diseño, soporte técnico y evaluación sistemática de la implementación (Lucena-Anton et al., 2022; Yamashita et al., 2022; Ghrouz et al., 2025).

Se coincide en que los protocolos homogéneos reducen la variabilidad metodológica entre estudios, permiten medir con precisión resultados didácticos y clínicos (competencia, transferencia, seguridad) y facilitan metaanálisis y síntesis que sustentan recomendaciones (Allauca Moina, 2025).

DISCUSIÓN

Se concuerda en criterios pedagógicos donde se justifica que formación docente, la evaluación de costes y las medidas de accesibilidad e inclusión completan la cadena que permite la adopción curricular sostenible.

La contrastación de la información apunta a que los docentes capacitados aseguran la implementación fiel de los protocolos, la calidad instruccional y la evaluación crítica de los resultados; los análisis económicos orientan las decisiones institucionales sobre inversión, escalabilidad y mantenimiento; y las estrategias de accesibilidad (interfaces adaptadas, opciones de baja demanda tecnológica, soporte para discapacidad) garantizan la equidad y el cumplimiento ético.

Estos elementos transforman intervenciones tecnológicas aisladas en programas replicables, seguros y socialmente responsables, condición necesaria para que la comunidad académica, reguladores y acreditadores incorporen la RV como componente validado y permanente del currículo de fisioterapia.

La revisión de Lucena-Antón et al (2022) muestra que, aunque el uso de mundos virtuales en la educación sanitaria crece, la evidencia específica en educación en fisioterapia es limitada y heterogénea: siete estudios controlados (737 estudiantes) compararon enfoques VR/AR (HMD inmersivos, aplicaciones AR, visualizaciones 3D) frente a métodos tradicionales en contenidos de anatomía, toma de decisiones clínicas, patología, tareas fisioterapéuticas y análisis de la marcha; la calidad metodológica y el riesgo de sesgo fueron evaluados con las herramientas JBI (para medir la **calidad metodológica**) y RoB 2.0. (para medir el riesgo de sesgo a nivel de estudio) (Lin-Lu et al., 2020).

Los resultados sobre satisfacción y rendimiento académico son inconclusos, indicando que los modelos VR/AR son, en general, tan efectivos como los métodos convencionales, pero no superiores de forma consistente; los autores recomiendan incorporar elementos lúdicos (gamificación) en las intervenciones VR/AR para potenciar

la interacción y el aprendizaje activo en la formación de fisioterapeutas.

Los hallazgos son mayoritariamente positivos y reportaron mejoras en conocimientos, habilidades profesionales y conductuales, autoeficacia y reducción del estrés, además de potencial para disminuir costes y elevar la calidad formativa. No obstante, las limitaciones recurrentes revelan tamaños muestrales reducidos, escasa interacción en algunas herramientas y seguimientos cortos, restringen la generalización y la evidencia de sostenibilidad a largo plazo.

Wright, et al (2018) evaluaron el efecto de una inmersiva rotación simulada de 18 días (60 estudiantes penúltimos curso, 6 días en cardiopulmonar, musculoesquelético y neurológico, pacientes simulados por actores y escenarios basados en documentación e imágenes reales) sobre la confianza y competencia clínica; la confianza aumentó significativamente durante cada rotación pero no mostró un incremento acumulado a lo largo de las 18 días, mientras que la competencia medida con el APP fue superior en los estudiantes que realizaron la inmersión frente a un cohorte emparejado sin dicha experiencia (mejor APP en la práctica clínica subsiguiente, $p < 0.001$).

En conjunto, los hallazgos indican que la simulación inmersiva es una estrategia eficaz para mejorar la competencia observable y facilitar la transición a la práctica clínica, aunque su impacto sobre la confianza requiere intervenciones de consolidación y evaluación longitudinal para garantizar una transferencia sostenida.

CONCLUSIONES

La Realidad Virtual con todas sus modalidades: no inmersiva, semiinmersiva, inmersiva y colaborativa se presenta como herramienta prometedora y efectiva como complemento docente en la formación de fisioterapeutas, especialmente en anatomía/neuroanatomía, comprensión espacial, simulación clínica y motivación/adhesión.

La implantación efectiva de la RV exige criterios de evidencia y factibilidad mediante la estandarización de protocolos y ejercicios, selección adecuada del nivel de inmersión según objetivos pedagógicos y clínicos, formación docente, evaluación de costes y medidas para garantizar accesibilidad e inclusión.

Para consolidar el valor científico y su incorporación curricular se requieren estudios más robustos que analicen coste-beneficio y evaluación de moderadores tipo de RV, nivel formativo, competencia tecnológica del alumnado, que permitan traducir los hallazgos emergentes en recomendaciones prácticas y equitativas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allauca Moína, J. V. (2025). *Realidad virtual no inmersiva como tratamiento fisioterapéutico para el equilibrio y coordinación en niños de 8 a 10 años* [Trabajo de titulación, Universidad Nacional de Chimborazo]. [Repositorio Digital UNACH. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15033](http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15033)
- Bhatnagar, A., Simcox, C., Chau, L., & Davies, K. (2025). A51 Enhancing Engagement and Skill Development through Virtual Reality in Physiotherapy Simulation-Based Education (Placement): A Pilot Evaluation Using the Kirkpatrick Model. *Journal of Healthcare Simulation*. <https://doi.org/10.54531/HDFI9581>
- Brepohl, P. C.A., & Leite, H. (2022). Virtual reality applied to physiotherapy: a review of current knowledge. *Virtual Reality*, 27, 71-95. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00654-2>
- Cetin, H., Yağiz, M., & Hamidi, K. (2025). The Perspectives of Physiotherapy Students About Virtual Reality and Technology: Educational Year and Personality Types Differences. *Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal*, 12(2), 367-380. <https://doi.org/10.21020/hsbfed.1549690>
- Cubas Sisternas, M. (2021). *Estudio comparativo entre el ejercicio terapéutico exclusivo y el ejercicio terapéutico con realidad virtual en el tratamiento de la cervicalgia mecánica crónica* [Trabajo Final de Grado, Universitat de Lleida]. <https://repositori.udl.cat/server/api/core/bitstreams/d879365c-fd5b-4423-a7f1-4f98ea5f2a4f/content>
- De Sá, J., Orge, M., Neves, U., & Oliveira, J. (2023). Teacher training in inclusive education. *Concilium*, 23(21), 1-15. <https://doi.org/10.53660/CLM-2452-23S49>
- Espín Gutiérrez, A. D., & Mejía Benavides, M. T. (2024). *Realidad virtual en la neurorrehabilitación en pacientes con parálisis cerebral* [Trabajo de Titulación, Universidad Nacional de Chimborazo] <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/13961>
- García-Robles, P., Obrero-Gaitán, E., Cortés-Pérez, I., Ibancos-Losada, M. del R., Díaz-Fernández, Á., & Osuna-Pérez, M. C. (2025). The effectiveness of immersive virtual reality as a student-centered tool for learning neuroanatomy: A single-blind randomized controlled trial with physiotherapy students. *Anatomical Sciences Education*, 18(10), 1083-1094 <https://doi.org/10.1002/ase.70068>
- Ghrouz, A., Herbawi, F., Abualkhair, D., Jaber, R., Dhaidel, H., Salah, H., Anabtawi, A., Alsharif, A., Alqub, M., Ghanim, M., & Nijmeh, H. (2025). Awareness and perceptions of virtual reality in physiotherapy: a cross-sectional study among students and clinicians in Palestine. *BMC Medical Education*, 25: 1524 <https://doi.org/10.1186/s12909-025-08117-3>
- He, Y., Wang, Z., Sun, N., Zhao, Y., Zhao, G., X., Liang, Z., Xia, S., & Liu, X. (2024). Enhancing medical education for undergraduates: integrating virtual reality and case-based learning for shoulder joint. *BMC Medical Education*, 24(1), 1103. <https://doi.org/10.1186/s12909-024-06103-9>
- Houser, C., Goodman, A., Mack, J., & Simon, B. (2025). Efficacy and Students' Perceptions of Virtual Reality in Clinical Education: A Narrative Review. *Cureus*, 17(4), e82852. <https://doi.org/10.7759/cureus.82852>
- Lin-Lu Ma, Yun-Yun Wang, Zhi-Hua Yang, Di Huang, Hong Weng & Xian-Tao Zeng. (2020). Methodological quality (risk of bias) assessment tools for primary and secondary medical studies: what are they and which is better? *Military Med Res*, 7. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00238-8>
- Lucena-Anton, D., Fernández-López, J., Pacheco-Serrano, A., García-Muñoz, C., & Moral-Munoz, J. (2022). Virtual and Augmented Reality versus Traditional Methods for Teaching Physiotherapy: A Systematic Review. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(12), 1780-1792. DOI: 10.3390/ejihpe12120125
- Lucena-Rodríguez, C., Invernón-Gómez, A. I., Ortiz-Marcos, J. M., & Sánchez-Mendías, J. (2025). Preparing Future Teachers for Inclusive Practices and Disability: A Systematic Literature Review. *International Journal of Instruction*, 18(3), 59-78. <https://e-iji.net/ats/index.php/pub/article/view/765>
- Mathew, J., Pagea, J. E., McKenzie, P. M., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J.M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J.M., Hróbjartsson, A., Lalu, M.M., Li, T., Loder, E.W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L.A., ... & Moher, D. (2021). Declaración PRISMA 2020: Una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Pieschacon, J., Smith, R., Cunningham, A., O'Callaghan, E., & Harvie, D. (2025). Spatial Visualisations for Physiotherapy Training Using Volumetric Capture and Virtual Reality. *J. Comput. Assist. Learn*, 41(6) <https://doi.org/10.1111/jcal.70152>
- Potosí-Moya, V., Paredes-Gómez, R., & Durango-Sánchez, X. (2024). HIIT y su influencia sobre el VO2max en estudiantes de fisioterapia. *Retos*, 54, 616-624 <https://doi.org/10.47197/retos.v54.104333>
- Soyuer, F. (2022). Current use of virtual reality in physiotherapy. *International Journal of Family & Community Medicine*, 6(5) 190-191 <https://doi.org/10.15406/ijfcm.2022.06.00287>

- Shahmoradi, L., Almasi, S., Ghotbi, N., & Gholamzadeh, M. (2020). Learning promotion of physiotherapy in neurological diseases: Design and application of a virtual reality-based game. *Journal of Education and Health Promotion*, 28(9) 234 DOI: 10.4103/jehp.jehp_736_19
- Yamashita, T., Yokoyama, T., & Kawamoto, D. (2022). Example of Introducing VR (Virtual Reality) into Physical Therapist Training Education to Make Education Using Virtual Reality Familiar. *Rigakuryoho Kagaku*. 37, 517-521. DOI:[10.1589/rika.37.517](https://doi.org/10.1589/rika.37.517)
- Wojtowicz, Z., Czech, K., Lechowska, A., & Paprocka, J. (2025). The Impact of Virtual-Reality-Based Physiotherapy on Upper Limb Function in Children with Cerebral Palsy. *Journal of Clinical Medicine*, 14(19), 7040. <https://doi.org/10.3390/jcm14197040>
- Wright, A., Moss, P., Dennis, D., Harrold, M., Levy, S., Furness, A., & Reubenson, A. (2018). The influence of a full-time, immersive simulation-based clinical placement on physiotherapy student confidence during the transition to clinical practice. *Advances in Simulation*, 3, 3 <https://doi.org/10.1186/s41077-018-0062-9>.