

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3332>

## Revisión bibliográfica en neuromodulación no invasiva

Literature review on noninvasive neuromodulation

**Patricia Alejandra Villota Rodríguez**

patricia.villota@ueb.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-3176-6477>  
Universidad Estatal de Bolívar  
Guaranda – Ecuador

**Lupe Enriqueta Marín Parra**

lupe.marin@ueb.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0001-3942-7955>  
Universidad Estatal de Bolívar  
Guaranda – Ecuador

**Mishel Estefanía Veloso Lema**

meveloso@pucesd.edu.ec  
<https://orcid.org/0009-0009-5373-604X>  
Universidad Católica de Santo Domingo  
Guaranda – Ecuador

Artículo recibido: 09 de enero de 2025. Aceptado para publicación: 23 de enero de 2025.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### Resumen

La neuromodulación no invasiva (NNI) engloba técnicas que modifican la actividad del sistema nervioso mediante estímulos externos, como campos eléctricos o magnéticos, sin requerir intervención quirúrgica. El objetivo fue analizar los avances recientes en NNI, proporcionando una base científica para el desarrollo de intervenciones profesionales más efectivas y personalizadas. La metodología que se empleó fue cualitativa, con un enfoque exploratorio-descriptivo basado en revisión bibliográfica de bases de datos científicas como Scielo, PubMed, Scopus y Web of Science. Los resultados resaltan la eficacia de técnicas como la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR) y la estimulación transcraneal de corriente directa (TDCS) en el tratamiento de diversas condiciones neurológicas y cognitivas. Estas incluyen el deterioro cognitivo post-ictus, la depresión, la fibromialgia y el dolor crónico. Además, estas intervenciones no solo mejoran la calidad de vida de los pacientes, sino que también ofrecen un enfoque terapéutico con menos efectos secundarios en comparación con los tratamientos farmacológicos tradicionales. Cabe mencionar que existe la necesidad de continuar investigando para optimizar los protocolos de tratamiento y profundizar en el entendimiento de los mecanismos subyacentes. En conclusión, la NNI representa una prometedora área de intervención, con el potencial de transformar enfoques terapéuticos en diversas disciplinas médicas, mejorando tanto la calidad de vida de los pacientes como los resultados a largo plazo.


*Palabras clave:* neuromodulación, electroestimulación, terapias complementarias, prácticas integradoras, neurociencias

### Abstract

Noninvasive neuromodulation (NIM) encompasses techniques that modify the activity of the nervous system through external stimuli, such as electric or magnetic fields, without requiring surgical

intervention. The objective was to analyze recent advances in NIM, providing a scientific basis for the development of more effective and personalized professional interventions. The methodology used was qualitative, with an exploratory-descriptive approach based on a bibliographic review of scientific databases such as Scielo, PubMed, Scopus and Web of Science. The results highlighted the effectiveness of techniques such as repetitive transcranial magnetic stimulation (RTMS) and transcranial direct current stimulation (TDCS) in the treatment of various neurological and cognitive conditions. These include post-stroke cognitive impairment, depression, fibromyalgia and chronic pain. In addition, these interventions not only improve the quality of life of patients, but also offer a therapeutic approach with fewer side effects compared to traditional pharmacological treatments. It is worth mentioning that there is a need for further research to optimize treatment protocols and deepen the understanding of the underlying mechanisms. In conclusion, NNI represents a promising area of intervention, with the potential to transform therapeutic approaches in various medical disciplines, improving both the quality of life of patients and long-term outcomes.

*Keywords:* neuromodulation, electrostimulation, complementary therapies, integrative practices, neurosciences

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Villota Rodríguez, P. A., Marín Parra, L. E., & Veloso Lema, M. E. (2025). Revisión bibliográfica en neuromodulación no invasiva. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (1), 252 – 265. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3332>

## INTRODUCCIÓN

La neuromodulación no invasiva (NNI) se refiere a técnicas que modifican la actividad del sistema nervioso utilizando estímulos externos, como campos eléctricos o magnéticos, sin necesidad de cirugía. Estas tecnologías, como la estimulación magnética transcraneal (TMS) y la estimulación transcraneal por corriente directa (TDCS), han demostrado ser prometedoras en el tratamiento de diversas condiciones neurológicas y psiquiátricas, como el accidente cerebrovascular, el dolor crónico y los trastornos del movimiento (Navarro, 2023). Su relevancia radica en que ofrecen alternativas seguras y mínimamente invasivas a las terapias tradicionales, con menos efectos secundarios y tiempos de recuperación más rápidos (Cremaschi, 2024). Este campo de estudio resulta importante para ampliar las opciones terapéuticas disponibles y mejorar la calidad de vida de los pacientes.

Los estudios sobre TMS han mostrado su efectividad en la reducción de los síntomas de la depresión mayor resistente al tratamiento, con tasas de respuesta superiores al 50% en algunos casos (Cárdenas, 2024; González & Jiménez, 2024; Samaniego, 2023). Por otro lado, la TDCS ha sido investigada en la rehabilitación post-ictus, demostrando mejoras en la motricidad y la plasticidad cerebral (Vuillermin, 2024). Otros trabajos han explorado el uso de estas técnicas en pacientes con autismo y personas con alteraciones del sueño resultando ser efectivos (Farfán & Jaramillo, 2024; Teruel, 2023).

A pesar de los avances en la NNI, existen vacíos en la comprensión de su eficacia y sus mecanismos por esta razón se plantean las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las técnicas de NNI más estudiadas y sus aplicaciones clínicas principales?, ¿Qué factores influyen en la variabilidad de los resultados obtenidos en diferentes poblaciones?, ¿Qué estrategias pueden implementarse para optimizar los parámetros de estimulación y mejorar los resultados clínicos?.

El objetivo de este estudio es describir los avances recientes en la neuromodulación no invasiva, proporcionando una base científica que contribuya al desarrollo de intervenciones profesionales más efectivas y personalizadas.

## METODOLOGÍA

**Enfoque de Investigación:** Cualitativo, orientado a la revisión bibliográfica de documentos científicos. Se seleccionaron investigaciones sobre neuromodulación no invasiva para identificar conceptualizaciones, resultados y avances recientes identificados en este campo.

**Diseño del Estudio:** Exploratorio-descriptivo, centrado en el análisis de contenido de los estudios seleccionados para sintetizar información relevante y responder a las preguntas de investigación.

**Criterios de Inclusión y Exclusión:** Para garantizar la relevancia y calidad de los estudios incluidos, se establecieron los siguientes criterios.

**Inclusión:** Artículos publicados en revistas indexadas en los últimos cinco años, estudios que empleen técnicas de neuromodulación no invasiva (TMS, TDCS) y documentos en inglés o español.

**Exclusión:** Estudios duplicados, revisiones narrativas sin metodología explícita, artículos no accesibles a texto completo y aquellos que no incluyan resultados aplicados en contextos clínicos o experimentales.

**Instrumentos de Recolección de Datos:** Para la recolección de datos, se utilizó la estrategia de búsqueda en bases de datos científicas como Scielo, PubMed, Scopus y Web of Science. Las palabras clave incluyeron combinaciones como "neuromodulación no invasiva," "estimulación magnética transcraneal," "estimulación transcraneal por corriente directa" y "avances clínicos."

**Procedimiento:** de datos científicos reconocidos, como Scielo, PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando palabras clave y operadores booleanos. A continuación, se realizó una selección cuidadosa de los estudios que cumplían con los criterios de inclusión previamente establecidos. Finalmente, los resultados de la bibliografía revisada se organizaron y resumieron de manera estructurada, destacando los hallazgos más relevantes y su contribución al tema de investigación.

**Análisis de Datos:** Se utilizó un análisis de contenido para sintetizar la información de los estudios seleccionados. Este método permitió identificar resultados similares, así como de las limitaciones presentes facilitando la presentación de resultados y discusión.

**Consideraciones Éticas:** Aunque este estudio no involucró participantes humanos ni animales, se respetaron las normas éticas de investigación al utilizar únicamente información pública disponible en artículos científicos. Se citó adecuadamente a los autores originales para garantizar el reconocimiento de su trabajo y evitar el plagio.

**RESULTADOS**

**Tabla 1**

Revisión bibliográfica

<b>Autor(es) y Año</b>	<b>Título del Estudio</b>	<b>Técnica de Neuromodulación</b>	<b>Aplicación Clínica</b>	<b>Resultados Principales</b>	<b>Limitaciones</b>
(Yang et al., 2024)	Metaanálisis en red de intervenciones no farmacológicas para el deterioro cognitivo después de un accidente cerebrovascular isquémico	Estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR)	Deterioro cognitivo después de un accidente cerebrovascular isquémico	Los resultados del metanálisis en red sugieren que la EMTR es probablemente la intervención más efectiva para mejorar las puntuaciones en el Mini-Mental State Examination (MMSE) y la Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA).	Sin embargo, muchas investigaciones no diferencian entre accidentes cerebrovasculares isquémicos y hemorrágicos, lo que reduce su aplicabilidad en la práctica clínica. Es necesario realizar más estudios de alta calidad para corroborar y validar estos hallazgos.
(Xiao et al., 2024)	Acupuntura combinada con estimulación magnética transcraneal repetitiva para el tratamiento de la depresión post-ictus: una evaluación sistemática y un metanálisis basado en un ensayo controlado aleatorio	Acupuntura con la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR)	Depresión post-ictus	Se sugiere la combinación de acupuntura con la terapia EMTR como tratamiento para la depresión post-ictus, debido a su efectividad para mejorar los resultados clínicos, reducir los síntomas depresivos, potenciar la función cognitiva y las habilidades para las actividades diarias, así como para regular las respuestas inflamatorias y los niveles de neurotransmisores.	Este enfoque enfrenta limitaciones relacionadas con el tamaño de las muestras y la calidad de los estudios analizados.
(Carrasco et al., 2024)	Eficacia del tratamiento fisioterapéutico a medio y largo plazo en adultos con fibromialgia: un paraguas de	Estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR)	Fibromialgia	Se identificó evidencia que respalda los beneficios de la fisioterapia en la mejoría de los signos y síntomas de la fibromialgia, incluyendo la reducción del dolor, la mejora de la	No obstante, es necesario contar con descripciones más detalladas del protocolo de tratamiento, como su frecuencia, intensidad y dosis, para lograr un consenso. Además, se requieren estudios primarios con un seguimiento más

	revisiones sistemáticas			capacidad física y una mayor calidad de vida.	prolongado para evaluar de manera más completa los efectos a largo plazo.
(Dou et al., 2024)	Dosis óptimas y tipo de tratamientos no farmacológicos para mejorar la función cognitiva en personas con enfermedad de Alzheimer: una revisión sistemática y un metanálisis en red	Estimulación transcraneal de corriente directa (TDCS) y la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR)	Función cognitiva	Asimismo, la estimulación cognitiva (EC), el entrenamiento cognitivo (TC), los programas multidisciplinarios (MD) y la terapia de reminiscencia (TR) demostraron ser efectivos para mejorar de manera significativa la función cognitiva global en personas con enfermedad de Alzheimer. Se identificó una relación dosis-respuesta no lineal en técnicas como la TDCS, y la EMTR, en cuanto a la mejora cognitiva global.	Sin embargo, una limitación importante del estudio fue la imposibilidad de realizar un análisis de subgrupos por raza y género debido al número reducido de estudios incluidos.
(Belvis et al., 2021)	Neuromodulación electromagnética no invasiva del sistema nervioso central y periférico para la fuerza motora y la funcionalidad de las extremidades superiores en individuos con lesión de la médula espinal cervical: una revisión sistemática y metanálisis	Estimulación magnética transcraneal (TMS), cuatro sobre estimulación transcraneal con corriente directa (TDCS), dos sobre estimulación medular transcutánea (TSCS), diez sobre estimulación eléctrica funcional (FES), cuatro sobre estimulación	Fuerza motora y la funcionalidad de las extremidades superiores	Para llevar a cabo un metanálisis y fortalecer la base de evidencia, es necesario realizar ensayos controlados aleatorizados que utilicen medidas de resultados estandarizadas para evaluar las extremidades superiores en pacientes con lesión de la médula espinal cervical.	Aunque los estudios sobre neuromodulación electromagnética no invasiva han reportado mejoras significativas, una de las principales limitaciones es la falta de evaluaciones motoras o funcionales uniformes entre los estudios.

		nerviosa eléctrica transcutánea (TENS) y uno sobre estimulación neuromuscular (NMS).			
(Teruel, 2023)	Mejora de la calidad del sueño, la somnolencia diurna y la función cognitiva en pacientes con demencia mediante ejercicio terapéutico y neuromodulación NESAs: un ensayo clínico multicéntrico	Ejercicio terapéutico (TE) y la neuromodulación no invasiva a través del dispositivo NESAs.	Calidad del sueño, la somnolencia diurna y la función cognitiva	Ambos tratamientos demostraron ser eficaces para mejorar la somnolencia diurna, la calidad del sueño y la función cognitiva en personas con demencia.	Una limitación del estudio es el pequeño tamaño de la muestra y su realización en una zona específica, lo que limita la generalización de los resultados. Además, las variables consideradas no explican toda la variabilidad, lo que sugiere que otros factores, como la fatiga, la autoeficacia, el estrés y el entorno social y familiar, también podrían influir.
(Ruiz & Sánchez, 2024)	Estimulación magnética transcraneal: usos en un hospital general	Estimulación magnética transcraneal	Dolor	Se observó una reducción promedio del 33% en los pacientes con neuralgia del nervio trigémino, del 16,6% en aquellos con dolor post-accidente cerebrovascular y del 14,75% en pacientes con lesión medular.	Sin limitaciones
(Belvis et al., 2021)	Neuromodulación en cefaleas y neuralgias craneofaciales: Guía de la Sociedad Española de Neurología y de la Sociedad Española de Neurocirugía	Estimulación no invasiva del nervio vago (ENV)	Cefaleas y neuralgias	El mecanismo de acción de la ENV es multifactorial: inhibe la depresión cortical propagada, afecta el complejo trigémino-cervical e inhibe las vías parasimpáticas.	Sin embargo, una limitación importante es que muchos estudios de neuromodulación no cumplen con los estándares más altos de evidencia (niveles I y II), que exigen ensayos clínicos aleatorizados y controlados. En su lugar, se utilizan diseños menos rigurosos, lo que puede limitar la

					generalización de los resultados y su validez.
(Valenzuela, 2022)	Efectos de la neuromodulación no invasiva del nervio tibial posterior como tratamiento para la incontinencia urinaria	Estimulación Transcutánea del nervio tibial (TTNS)	Incontinencia urinaria	La electroestimulación aplicada a lo largo del trayecto del nervio tibial posterior en pacientes con incontinencia urinaria ha mostrado efectos positivos, mejorando la calidad de vida de los pacientes a corto, mediano y largo plazo.	El tiempo de aplicación debe mantenerse entre 20 y 30 minutos, ya que un tiempo de aplicación más prolongado podría reducir la efectividad del estudio.
(Beloy, 2021)	Evaluación de la eficacia y seguridad de la neuromodulación eléctrica transcutánea no invasiva en el manejo de la vejiga hiperactiva en la población pediátrica	Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea sacra tens-S	Manejo de vejiga hiperactiva	La probabilidad de curación fue 8 veces mayor en el grupo que recibió electroterapia.	Las limitaciones del estudio incluyen un bajo número de pacientes, la falta de un seguimiento prolongado, y la exclusión de aquellos pacientes que no completaron todo el tratamiento.

Entre las técnicas de neuromodulación no invasiva más investigadas destacan la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR) y la estimulación transcraneal de corriente directa (TDCS) (Goicuria & Omenat, 2023; Ortiz et al., 2022). La EMTR utiliza campos magnéticos para inducir corrientes eléctricas en el cerebro, promoviendo cambios en la excitabilidad cortical. Es ampliamente aplicada en el tratamiento de trastornos como la depresión resistente a tratamientos convencionales, el trastorno del espectro autista, deterioro cognitivo post-ictus, y ciertos tipos de dolor crónico (Rodríguez, 2021; Romero & Moposita, 2024). Por otro lado, la TDCS emplea una corriente eléctrica de baja intensidad para modular la actividad neuronal, encontrando aplicaciones en la rehabilitación motora, la mejora del rendimiento cognitivo y el tratamiento de condiciones como la fibromialgia y la ansiedad (Burgos et al., 2023; Kumru et al., Invalid date; Ramírez & Verdugo, 2023). Estas técnicas se destacan por su potencial para abordar diversas afecciones con un perfil de seguridad favorable y menor dependencia de tratamientos farmacológicos (Giannoni et al., 2021).

La efectividad de las intervenciones de NNI puede variar significativamente según diversos factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los factores intrínsecos destacan las diferencias individuales en la estructura cerebral, la edad, el estado de salud general, la genética y la gravedad de la afección a tratar. Factores extrínsecos incluyen los parámetros específicos de estimulación (como la intensidad, la duración y la frecuencia), así como la experiencia del operador y el diseño del protocolo de tratamiento. Además, aspectos relacionados con el entorno del paciente, como el contexto económico, el nivel de apoyo social y la adherencia a las sesiones, también pueden influir en los resultados obtenidos (Rodríguez et al., 2023).

Para mejorar los resultados clínicos, es fundamental desarrollar estrategias que permitan optimizar los parámetros de estimulación. Una de las principales recomendaciones es la individualización del tratamiento, ajustando la intensidad, la ubicación y la duración de la estimulación según las características específicas del paciente. La integración de técnicas de neuroimagen, como la resonancia magnética funcional (fMRI) o la electroencefalografía (EEG), puede ayudar a identificar las áreas cerebrales más relevantes para cada intervención. También se ha sugerido la combinación de NNI con terapias complementarias, como la rehabilitación física o cognitiva, para potenciar los beneficios (Rodríguez et al., 2023). Finalmente, se requiere una mayor estandarización en los protocolos de investigación y una evaluación rigurosa de los mecanismos subyacentes para reducir la variabilidad y garantizar resultados más consistentes (Belvís et al., 2021).

## **DISCUSIÓN**

Los estudios analizados sobre el uso de técnicas de neuromodulación no invasiva presentan resultados diversos, que sugieren su eficacia en el tratamiento de una variedad de condiciones neurológicas y psiquiátricas. En el caso del estudio de Yang et al. (2024), el metanálisis en red muestra que la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR) es probablemente la intervención más efectiva para mejorar las puntuaciones en pruebas como el Mini-Mental State Examination (MMSE) y la Evaluación Cognitiva de Montreal (MoCA) en pacientes con deterioro cognitivo post-accidente cerebrovascular isquémico.

Por otro lado, el estudio de Xiao et al. (2024) explora la combinación de la acupuntura con EMTR para tratar la depresión post-ictus, mostrando resultados positivos en la mejora de los síntomas depresivos, la función cognitiva y las habilidades para las actividades diarias. Este enfoque combina la regulación de respuestas inflamatorias y los niveles de neurotransmisores, lo que lo convierte en un tratamiento prometedor.

En el ámbito de la fibromialgia, Carrasco et al. (2024) evalúan la EMTR como parte de un tratamiento fisioterapéutico para esta condición, encontrando beneficios en la reducción del dolor, la mejora de la capacidad física y una mayor calidad de vida.

La función cognitiva también se aborda en el estudio de Dou et al. (2024), que analiza tanto la EMTR como la estimulación transcraneal de corriente directa (TDCS) en el tratamiento de la enfermedad de Alzheimer. Los resultados indican una relación dosis-respuesta no lineal en ambas técnicas, lo que sugiere que la dosificación y el tipo de intervención son importantes para lograr mejoras significativas en la función cognitiva global.

En cuanto al sueño, Medina et al. (2022) mencionan que la combinación de una buena higiene del sueño con técnicas innovadoras de fisioterapia, como la neuromodulación no invasiva NESA, que actúa sobre el sistema nervioso autónomo mediante microcorrientes, puede ser útil para mejorar la calidad del sueño y la activación autonómica en situaciones de estrés. Esto coincide con los hallazgos de Teruel (2023), quien también observó mejoras en la calidad del sueño, la somnolencia diurna y la función cognitiva en pacientes con demencia tratados con ejercicio terapéutico y neuromodulación no invasiva. Asimismo, se halló evidencia que respalda el uso de acupuntura, melatonina exógena, intervenciones mente-cuerpo, ejercicio, EMTR, valeriana y exposición a la luz mostrando mejoras significativas en la calidad del sueño y la intensidad del insomnio; sin embargo, los efectos en los resultados medidos objetivamente no fueron definitivos (Ell et al., 2023).

La neuromodulación también muestra eficacia en el tratamiento del dolor. En este sentido, el estudio de Ruiz & Sánchez (2024) encuentra una reducción significativa del dolor en pacientes con neuralgia del nervio trigémino, dolor post-accidente cerebrovascular y lesiones medulares mediante EMTR. De manera similar, Belvís et al. (2021) abordan el uso de la estimulación no invasiva del nervio vago (ENV) en el tratamiento de cefaleas y neuralgias craneofaciales, destacando su efecto multifactorial, aunque algunos estudios de neuromodulación no cumplen con los estándares más altos de evidencia.

Finalmente, en el ámbito de la incontinencia urinaria, Valenzuela (2022) y Beloy (2021) reportan efectos positivos de la estimulación transcutánea del nervio tibial y la estimulación nerviosa eléctrica transcutánea sacra, respectivamente, en el manejo de la vejiga hiperactiva y la mejora de la calidad de vida de los pacientes.

Por otra parte, la cefalea postraumática (CPT) es una de las complicaciones más frecuentes de la lesión cerebral traumática (TCE) y representa cerca del 4% de los trastornos cefálicos sintomáticos. Las manifestaciones clínicas más comunes de la CPT incluyen cefalea tipo migraña o tensional (TTH), dolor cervical, dificultades cognitivas y síntomas psicológicos o psiquiátricos. Cada vez hay más evidencia que respalda que las intervenciones combinadas, tanto farmacológicas como no farmacológicas, como la neuromodulación no invasiva, la fisioterapia, el tratamiento cognitivo-conductual y la educación, son las mejores estrategias para tratar la CPT y sus comorbilidades. Los tratamientos farmacológicos agudos y preventivos para la CPT incluyen medicamentos utilizados para la migraña y la TTH. Un enfoque multidisciplinario en el tratamiento de la CPT es el que ofrece mayores beneficios al paciente (Argyriou et al., 2021).

A pesar de los avances prometedores en el campo de la neuromodulación no invasiva, persisten importantes limitaciones que deben abordarse para maximizar su impacto clínico. Entre ellas, destacan la falta de estudios con muestras grandes y representativas, así como la ausencia de análisis que consideren subgrupos específicos según características como edad, género, tipo de enfermedad o variaciones en los protocolos de tratamiento. Además, muchas investigaciones no diferencian entre accidentes cerebrovasculares isquémicos y hemorrágicos, lo que reduce la aplicabilidad de los resultados en contextos clínicos diversos. También se observan carencias en la duración de los seguimientos y en la uniformidad de las evaluaciones funcionales y motoras así como la falta de seguimiento a largo plazo y la consideración de factores sociales, económicos, psicológicos y familiares.

**Implicaciones:** Los hallazgos de este estudio tienen importantes implicaciones tanto teóricas como prácticas. Desde el punto de vista teórico, proporcionan una comprensión más profunda sobre la eficacia de las técnicas de neuromodulación, como la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR) y la estimulación transcraneal de corriente directa (TDCS), en el tratamiento de diversas condiciones neurológicas y cognitivas. Estas intervenciones abren nuevas vías para el tratamiento no farmacológico de trastornos como el deterioro cognitivo, la depresión post-ictus y la fibromialgia, lo cual puede transformar las prácticas clínicas en áreas como la rehabilitación neurológica y la psiquiatría. En términos prácticos, las técnicas de neuromodulación ofrece a los profesionales de la salud opciones adicionales para el manejo de estos trastornos, lo que podría mejorar la calidad de vida de los pacientes, reducir la dependencia de los fármacos y optimizar los enfoques terapéuticos existentes.

**Limitaciones:** Una de las principales limitaciones del estudio es la falta de homogeneidad en los protocolos de tratamiento utilizados en los estudios revisados, lo que dificulta la comparación directa de los resultados y la estandarización de las intervenciones. Además, la calidad de los estudios incluidos varía considerablemente, y muchos presentan tamaños de muestra pequeños o falta de seguimiento a largo plazo, lo que limita la generalización de los resultados. Otra limitación importante es la escasa investigación sobre los efectos a largo plazo de la neuromodulación en las diversas condiciones, lo que hace difícil evaluar su sostenibilidad y eficacia prolongada. Además, muchos de los estudios no controlan adecuadamente factores como el entorno social, el estrés y las comorbilidades de los pacientes, lo que podría influir en los resultados obtenidos.

**Recomendaciones:** Se recomienda realizar más estudios controlados aleatorizados de alta calidad que utilicen protocolos de tratamiento estandarizados y con un seguimiento más prolongado para evaluar de manera más completa los efectos a largo plazo de la neuromodulación. Es importante también realizar investigaciones que analicen los efectos diferenciados de estas técnicas en poblaciones diversas, considerando factores como la edad, el género y las condiciones de salud preexistentes. Además, se sugiere explorar las posibles combinaciones de la neuromodulación con otras intervenciones terapéuticas, como la fisioterapia y la psicoterapia, para maximizar los beneficios del tratamiento. Finalmente, se debe investigar los mecanismos de acción de la neuromodulación para entender mejor cómo estas técnicas afectan el cerebro y el sistema nervioso en distintas condiciones.

## **CONCLUSIÓN**

Los hallazgos destacan que técnicas como la estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR), la estimulación transcraneal de corriente directa (TDCS) y otras formas de neuromodulación no invasiva, han demostrado ser efectivas en diversas condiciones neurológicas y cognitivas, siendo evidente el tratamiento de trastornos como el deterioro cognitivo post-ictus, la depresión, la fibromialgia y el dolor crónico. Estas intervenciones no solo mejoran la calidad de vida de los pacientes, sino que también presentan un potencial terapéutico sin los efectos secundarios de los tratamientos farmacológicos tradicionales.

Los resultados subrayan la relevancia de incorporar la neuromodulación no invasiva en el tratamiento de trastornos neurológicos y cognitivos, dado su perfil de seguridad y su efectividad en la mejora de los síntomas. Además, el estudio pone en manifiesto la necesidad de continuar investigando para optimizar los protocolos de tratamiento y comprender mejor los mecanismos subyacentes de estas tecnologías.

## REFERENCIAS

Argyriou, A., Mitsikostas, D., Mantovani, E., Litsardopoulos, P., Panagiotopoulos, V., & Tamburin, S. (2021). An updated brief overview on post-traumatic headache and a systematic review of the non-pharmacological interventions for its management. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 21(4), 475-490. <https://doi.org/10.1080/14737175.2021.1900734>

Beloy, I. (2021). Evaluación de la eficacia y seguridad de la neuromodulación eléctrica transcutánea no invasiva en el manejo de la vejiga hiperactiva en la población pediátrica (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidade da Coruña]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=306845>

Belvís, R., Irimia, P., Seijo, F., Paz, J., García, G., Santos, S., Latorre, G., González, C., Rodríguez, R., Pozo, P., & Láinez, J. (2021). Neuromodulación en cefaleas y neuralgias craneofaciales: Guía de la Sociedad Española de Neurología y de la Sociedad Española de Neurocirugía. *Neurología*, 36(1), 61-79. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2020.04.022>

Burgos, G., Pérez, A., Poblete, M., Ortiz, L., & Cortés, M. (2023). Efectividad de la estimulación magnética transcraneal en pacientes con depresión asociada a dolor crónico. <https://osf.io/exgqz/download>

Cárdenas, A. (2024). Eficacia de tratamiento con estimulación magnética transcraneal frente al tratamiento farmacológico en pacientes con depresión. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/18697>

Carrasco, E., Guiducci, S., Nacci, F., Bellando, S., Bevilacqua, C., Gonzalez, M., & Barni, L. (2024). Efficacy of physiotherapy treatment in medium and long term in adults with fibromyalgia: An umbrella of systematic reviews. *Clinical and Experimental Rheumatology*, 42(6), 1248-1261. <https://doi.org/10.55563/clinexprheumatol/ctfuqe>

Cremaschi, F. (2024). 16° Congreso Mundial de la Sociedad Internacional de Neuromodulación (INS 2024): Vancouver, Canadá, 11 al 16 de mayo del 2024. *NeuroTarget*, 18(1), Article 1. <https://doi.org/10.47924/neurotarget2024469>

Dou, J., Zhang, H., Fu, X., Yang, Y., & Gao, X. (2024). Optimal dose and type of non-pharmacological treatments to improve cognitive function in people with Alzheimer's disease: A systematic review and network meta-analysis. *Aging & Mental Health*, 1-10. <https://doi.org/10.1080/13607863.2024.2379427>

Farfán, D., & Jaramillo, M. (2024). Beneficios y limitaciones de la neuromodulación no invasiva como alternativa de tratamiento para el Trastorno del Espectro Autista. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/16940>

Giannoni, S., Pacheco, K., Cardenas, A., Mejia, P., Luna, M., Barouh, J., Gnoatto, M., Candido, L., Barra, A., Caumo, W., & Fregni, F. (2021). Efectos de la estimulación no invasiva de la corteza motora en las pruebas sensoriales cuantitativas en sujetos sanos y con dolor crónico: Una revisión sistemática y metaanálisis.: Publicado originalmente en la Revista Pain. 2020; 161(9):1955-1975. Traducción: Dr. Raúl Otoya. *NeuroTarget*, 15(3), Article 3. <https://doi.org/10.47924/neurotarget202175>

Goicuria, I., & Omenat, I. (2023). Eficacia del tratamiento fisioterapéutico en el dolor neuropático en el paciente con lesión medular: Una revisión sistemática [bachelorThesis]. <https://eugdspace.eug.es/handle/20.500.13002/920>

González, C., & Jiménez, W. (2024). Estimulación Magnética Transcraneal como alternativa terapéutica en el tratamiento de la depresión mayor. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/16827>

Kumru, H., Flores, A., Rodríguez, M., Soriano, I., García, L., & Vidal, J. (Invalid date). Non-invasive brain and spinal cord stimulation for motor and functional recovery after a spinal cord injury. *Revista de Neurología*, 70(12), Article 12. <https://doi.org/10.33588/rn.7012.2019453>

Medina, R., Molina, F., Machío, B., Báez, A., Mallo, M., & Álamo, D. (2022). Mejorar la calidad del sueño: La nueva frontera de la neuromodulación del sistema nervioso autónomo en Fisioterapia. *Scientific Medical Data*, 604. <https://doi.org/10.24175/sbd.2022.000115>

Navarro, V. (2023). Neuromodulación cerebral no invasiva: Efectos de la TDCS y de la TSMS sobre la función motora (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad Rey Juan Carlos]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=325209>

Ortiz, E., Vera, A., García, M., Ayala, F., & Bernal, J. (2022). Técnicas de estimulación cerebral no invasiva en niños con autismo: Una revisión de la literatura. En F. Almeida, *Autismo: Avances e desafíos— Volume 2* (1.a ed., pp. 136-154). Editora Científica Digital. <https://doi.org/10.37885/211106571>

Ramírez, A., & Verdugo, L. (2023). Terapia de extinción y estimulación magnética transcraneal para el tratamiento de trastornos de ansiedad. *Horizonte sanitario*, 22(2), 435-443. <https://doi.org/10.19136/hs.a22n2.4977>

Rodríguez, M., Marín, N., Macías, S., Salazar, B., Ramírez, T., Aparicio, V., Valdés, R., & Cantillo, J. (2023). Técnicas de Neuroimagenología en la Cuantificación de la Neuroplasticidad en Pacientes con Enfermedad Vasculare Cerebral. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 44(2). <https://doi.org/10.17488/rmib.44.2.5>

Rodríguez, T. (2021). Protocolo piloto: Estimulación magnética transcraneal repetitiva (EMTR) combinada con entrenamiento de tareas específicas para mejorar la función motora del miembro superior en pacientes con ictus crónico. [https://siidon.guttmann.com/files/20.\\_tfm\\_rodriguez\\_rodriguez\\_tomas.pdf](https://siidon.guttmann.com/files/20._tfm_rodriguez_rodriguez_tomas.pdf)

Romero, J., & Moposita, A. (2024). Terapia de estimulación Transcraneal como coadyuvante terapéutico en niños con trastornos del espectro autista. *Sinergia Académica*, 7(Especial 7), Article Especial 7. <https://doi.org/10.51736/8y7jqa68>

Ruiz, A., & Sánchez, O. (2024). Estimulación magnética transcraneal: Usos en un hospital general. *Editorial Alfil*. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8iAdEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA267&dq=neuromodulaci%C3%B3n+no+invasiva+depresi%C3%B3n&ots=618VWZRL8B&sig=8IrqUCQuY-5sR1Z0E\\_VOelRgwiE#v=onepage&q=neuromodulaci%C3%B3n%20no%20invasiva%20depresi%C3%B3n&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=8iAdEQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA267&dq=neuromodulaci%C3%B3n+no+invasiva+depresi%C3%B3n&ots=618VWZRL8B&sig=8IrqUCQuY-5sR1Z0E_VOelRgwiE#v=onepage&q=neuromodulaci%C3%B3n%20no%20invasiva%20depresi%C3%B3n&f=false)

Samaniego, M. (2023). Eficacia de la estimulación magnética transcraneal en pacientes latinoamericanos con trastorno depresivo. <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/14055>


Teruel, E. (2023). Efecto del ejercicio terapéutico y la neuromodulación no invasiva en las alteraciones del sueño de las personas con demencia (p. 1) [Http://purl.org/dc/dcmitype/Text, Universidad de Murcia]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=325355>

Valenzuela, A. (2022). Efectos de la neuromodulación no invasiva del nervio tibial posterior como tratamiento para la incontinencia urinaria [bachelorThesis, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9575>

Vuillermin, S. (2024). Estimulación Magnética Transcraneal como herramienta terapéutica en Síndrome de Asperger: Estudio de caso clínico. <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/11380>

Xiao, K., Li, X., Hu, W., & Li, X. (2024). Acupuncture combined with repetitive transcranial magnetic stimulation for the treatment of post-stroke depression: A systematic evaluation and meta-analysis based on a randomised controlled trial. *Frontiers in Neurology*, 15, 1360437. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1360437>

Yang, G., Guo, L., Zhang, Y., & Li, S. (2024). Network meta-analysis of non-pharmacological interventions for cognitive impairment after an ischemic stroke. *Frontiers in Neurology*, 15, 1327065. <https://doi.org/10.3389/fneur.2024.1327065>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons .