



Artículos atravesados por (o cuestionando) la idea del sujeto -y su género- como una construcción psicobiológica de la cultura.
Articles driven by (or questioning) the idea of the subject -and their gender- as a cultural psychobiological construction.
Vol. 11 (2026), enero-diciembre
ISSN 2469-0783

MEMORIA DE TRABAJO Y NEUROMODULACIÓN NO INVASIVA: REVISIÓN NARRATIVA CRÍTICA SOBRE TDCS Y NEUROFEEDBACK EN REHABILITACIÓN COGNITIVA

WORKING MEMORY AND NON-INVASIVE NEUROMODULATION: A CRITICAL
NARRATIVE REVIEW OF TDCS AND NEUROFEEDBACK IN COGNITIVE
REHABILITATION

Suelen Marcondes Tomé suelen_tome@icloud.com
Universidad de Flores, Argentina.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1669-9089>

Cómo citar este artículo / Citation: Tomé Suelen, N. (2026). Memoria de trabajo y neuromodulación no invasiva: revisión narrativa crítica sobre tDCS y neurofeedback en rehabilitación cognitiva. *Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara*, Vol. 11 (428). DOI: <https://doi.org/10.32351/rca.v11.428>

Copyright: © 2026 RCAFMC. Este artículo de acceso abierto es distribuido bajo los términos de la licencia [Creative Commons Attribution 4.0 International License \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).
Recibido: 13/05/2026. Aceptado: 19/05/2026. Publicación online: 25/05/2026.

Conflicto de intereses: Ninguno que declarar.

Resumen

La memoria de trabajo constituye un sistema cognitivo esencial para procesos como atención, aprendizaje, razonamiento y funciones ejecutivas. Alteraciones en este sistema han sido observadas en trastornos neuropsiquiátricos y del neurodesarrollo, incluyendo TDAH, TEA, esquizofrenia y deterioro cognitivo asociado al envejecimiento. En este contexto, las técnicas de neuromodulación no invasiva, especialmente la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) y el neurofeedback, han despertado creciente interés científico debido a su potencial para modular la actividad cerebral y favorecer el rendimiento cognitivo. El presente estudio tuvo como objetivo realizar una revisión narrativa crítica sobre los efectos de la tDCS y del neurofeedback en la memoria de trabajo, considerando mecanismos neurofisiológicos, aplicaciones clínicas y limitaciones metodológicas. La búsqueda bibliográfica fue realizada en las bases de datos PubMed, Scopus y PsycINFO, incluyendo estudios publicados entre 2020 y 2024. Los hallazgos sugieren que la

tDCS aplicada sobre la corteza prefrontal dorsolateral puede contribuir a mejoras en tareas de memoria de trabajo y funciones ejecutivas. Asimismo, el neurofeedback ha mostrado resultados prometedores en la autorregulación cerebral y en la modulación atencional. Sin embargo, persisten limitaciones relacionadas con heterogeneidad metodológica, tamaños muestrales reducidos y escasez de estudios longitudinales. Se concluye que ambas técnicas representan herramientas prometedoras dentro de la neurociencia aplicada, aunque todavía requieren mayor estandarización y validación clínica.

Abstract

Working memory is an essential cognitive system involved in processes such as attention, learning, reasoning, and executive functions. Alterations in this system have been identified in neuropsychiatric and neurodevelopmental disorders, including attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD), autism spectrum disorder (ASD), schizophrenia, and age-related cognitive decline. In this context, non-invasive neuromodulation techniques, especially transcranial direct current stimulation (tDCS) and neurofeedback, have gained increasing scientific interest due to their potential to modulate brain activity and enhance cognitive performance. The present study aimed to conduct a critical narrative review of the effects of tDCS and neurofeedback on working memory, considering neurophysiological mechanisms, clinical applications, and methodological limitations. The literature search was conducted in the PubMed, Scopus, and PsycINFO databases, including studies published between 2020 and 2024. Findings suggest that tDCS applied over the dorsolateral prefrontal cortex may contribute to improvements in working memory tasks and executive functions. Likewise, neurofeedback has demonstrated promising results in brain self-regulation and attentional modulation. However, important limitations remain, including methodological heterogeneity, small sample sizes, and the scarcity of longitudinal studies. It is concluded that both techniques represent promising tools within applied neuroscience, although greater methodological standardization and long-term clinical validation are still required.

Palabras Claves: memoria de trabajo; tDCS; neurofeedback; neuromodulación; funciones ejecutivas; rehabilitación cognitiva

Keywords: working memory; tDCS; neurofeedback; neuromodulation; executive functions; cognitive rehabilitation

1. Introducción

La memoria de trabajo es considerada uno de los componentes centrales del funcionamiento cognitivo humano, permitiendo el mantenimiento temporal y la manipulación activa de información necesaria para la realización de tareas complejas. Este sistema participa directamente en procesos relacionados con aprendizaje, comprensión verbal, razonamiento, regulación atencional y toma de decisiones, siendo fundamental para la adaptación funcional del individuo en diferentes contextos de la vida cotidiana (Baddeley, 2012).

Desde una perspectiva neurobiológica, la memoria de trabajo depende principalmente de redes frontoparietales, con especial participación de la corteza prefrontal dorsolateral, región involucrada en el control ejecutivo y en la integración dinámica de información cognitiva (D'Esposito & Postle, 2015). Alteraciones funcionales en estas redes han sido asociadas a diversos cuadros clínicos, incluyendo TDAH, TEA, esquizofrenia y deterioro cognitivo relacionado con el envejecimiento.

En las últimas décadas, el avance de las neurociencias ha permitido el desarrollo de tecnologías de neuromodulación no invasiva orientadas a modificar la actividad cerebral y favorecer procesos cognitivos específicos. Dentro de estas herramientas destacan la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) y el neurofeedback, técnicas ampliamente investigadas por su potencial terapéutico y rehabilitador.

La tDCS consiste en la aplicación de corrientes eléctricas de baja intensidad sobre el cuero cabelludo con el objetivo de modular la excitabilidad neuronal. Estudios recientes sugieren que esta técnica puede favorecer procesos relacionados con aprendizaje, atención y memoria de trabajo, especialmente cuando aplicada sobre regiones prefrontales (Brunoni & Vanderhasselt, 2014).

Por su parte, el neurofeedback se basa en el entrenamiento autorregulado de la actividad cerebral mediante retroalimentación en tiempo real derivada del electroencefalograma. Su aplicación ha mostrado resultados prometedores en la modulación de ritmos cerebrales asociados a funciones ejecutivas, atención sostenida y regulación cognitiva (Enriquez-Geppert, Huster, & Herrmann, 2017).

Además de su potencial terapéutico, estas tecnologías han despertado interés dentro del paradigma de la neurociencia personalizada, en el cual las intervenciones son adaptadas conforme las características neurofuncionales específicas de cada

individuo. Este enfoque ha favorecido el desarrollo de modelos integrados que combinan neuromodulación, evaluación neuropsicológica y entrenamiento cognitivo.

El creciente aumento de trastornos neuropsiquiátricos, alteraciones cognitivas relacionadas con el envejecimiento y dificultades atencionales en diferentes grupos poblacionales ha intensificado la búsqueda de intervenciones no farmacológicas capaces de favorecer la funcionalidad cognitiva y la calidad de vida. En este escenario, las tecnologías de neuromodulación no invasiva han adquirido relevancia científica y clínica debido a su potencial aplicación en rehabilitación cognitiva, neuroplasticidad y optimización del desempeño ejecutivo.

Considerando el creciente interés científico y clínico por intervenciones tecnológicas dirigidas a la optimización cognitiva, el presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión narrativa crítica acerca de los efectos de la tDCS y del neurofeedback sobre la memoria de trabajo, discutiendo sus aplicaciones clínicas, principales hallazgos y limitaciones metodológicas descritas en la literatura reciente.

Estudios recientes también han reforzado el interés científico por intervenciones de neuromodulación dirigidas a optimizar funciones ejecutivas y memoria de trabajo. Diversas investigaciones sugieren que la tDCS puede favorecer mecanismos de neuroplasticidad y potencializar el rendimiento cognitivo, especialmente cuando asociada a entrenamiento cognitivo estructurado. Aun así, los resultados todavía presentan variabilidad significativa entre los estudios, principalmente debido a diferencias metodológicas relacionadas con intensidad de estimulación, número de sesiones, localización cortical y características clínicas de las muestras evaluadas (Guo et al., 2023).

2. Materiales y métodos

El presente trabajo corresponde a una revisión narrativa crítica de la literatura científica relacionada con los efectos de la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) y del neurofeedback sobre la memoria de trabajo.

La búsqueda bibliográfica fue realizada en las bases de datos PubMed, Scopus y PsycINFO, priorizando publicaciones científicas relevantes entre los años 2020 y 2024, además de estudios clásicos fundamentales para la comprensión teórica de la memoria de trabajo y de las tecnologías de neuromodulación.

Se utilizaron descriptores relacionados con “working memory”, “tDCS”, “transcranial direct current stimulation”, “neurofeedback”, “neuromodulation” y

“executive functions”, combinados mediante operadores booleanos para ampliar la sensibilidad de la búsqueda científica.

Se incluyeron estudios empíricos realizados en humanos, investigaciones con evaluación directa de memoria de trabajo y artículos que analizaron intervenciones con tDCS o neurofeedback. Asimismo, fueron considerados únicamente artículos revisados por pares y disponibles en inglés, portugués o español.

Se excluyeron publicaciones duplicadas, estudios sin relación directa con memoria de trabajo o neuromodulación, investigaciones sin descripción metodológica suficiente y trabajos que no abordaran de forma clara la tDCS o el neurofeedback.

Los estudios seleccionados fueron analizados cualitativamente, considerando parámetros de intervención, regiones cerebrales estimuladas, duración de protocolos y principales resultados obtenidos sobre memoria de trabajo y funciones ejecutivas.

Por tratarse de una revisión narrativa de la literatura científica, el presente estudio no contó con reclutamiento de participantes, conformación de grupos clínicos ni recolección de datos primarios.

3. Resultados

Principales hallazgos sobre tDCS y neurofeedback en memoria de trabajo			
Estudio	Técnica	Región/Protocolo	Principales Hallazgos
Brunoni & Vanderhasselt (2014)	tDCS	Corteza prefrontal dorsolateral	Mejoras en tareas relacionadas con memoria de trabajo y control ejecutivo
Enriquez-Geppert et al. (2017)	Neurofeedback	Entrenamiento de ritmos alfa, beta y SMR	Modulación de funciones ejecutivas, atención sostenida y autorregulación cognitiva

Cortese et al. (2019)	Entrenamiento cognitivo	Funciones ejecutivas en TDAH	Beneficios moderados en control atencional y desempeño cognitivo
Ros et al. (2020)	Neurofeedback	CRED-nf checklist	Necesidad de mayor estandarización metodológica en estudios de neurofeedback
Guo et al. (2023)	tDCS + entrenamiento cognitivo	Estimulación multitarget de alta definición	Potencialización de ganancias cognitivas y efectos dependientes del protocolo utilizado

4. Discusión

La evidencia científica reciente sugiere que la estimulación transcraneal por corriente directa aplicada sobre la corteza prefrontal dorsolateral puede favorecer mejoras significativas en tareas relacionadas con memoria de trabajo, particularmente en paradigmas cognitivos como el n-back (Brunoni & Vanderhasselt, 2014). Sin embargo, los resultados encontrados en la literatura no son completamente homogéneos, ya que variables como intensidad de corriente, número de sesiones, edad, reserva cognitiva y perfil neurofuncional pueden influir directamente en la respuesta terapéutica.

Diversos estudios sugieren que los efectos de la tDCS pueden ser potencializados cuando la estimulación cerebral es asociada simultáneamente a entrenamiento cognitivo estructurado. Este hallazgo refuerza la hipótesis de que la neuromodulación puede actuar facilitando mecanismos de neuroplasticidad y aprendizaje dependiente de experiencia.

En relación con el neurofeedback, investigaciones recientes han demostrado resultados prometedores en la modulación de la actividad cerebral asociada a

funciones ejecutivas y regulación atencional. Protocolos basados en entrenamiento de ritmos alfa, beta y SMR han mostrado eficacia especialmente en individuos con dificultades atencionales y alteraciones del control ejecutivo (Enriquez-Geppert et al., 2017).

A diferencia de la tDCS, que actúa directamente sobre la excitabilidad cortical, el neurofeedback promueve aprendizaje autorregulado mediante retroalimentación en tiempo real, favoreciendo cambios funcionales progresivos y potencialmente más duraderos. Esta característica ha despertado creciente interés dentro de abordajes centrados en neuroplasticidad y rehabilitación cognitiva personalizada.

Otro aspecto relevante identificado en la literatura consiste en el avance de modelos terapéuticos integrados, en los cuales la neuromodulación es asociada a evaluación neuropsicológica, entrenamiento cognitivo y análisis funcional individualizado. Desde esta perspectiva, el uso de herramientas como mapeo cerebral funcional y protocolos personalizados puede contribuir para intervenciones más precisas y dirigidas a las necesidades específicas de cada paciente.

Asimismo, factores individuales como edad, neuroplasticidad basal, presencia de trastornos neuropsiquiátricos y diferencias neurofuncionales pueden influir significativamente en la respuesta clínica a las intervenciones de neuromodulación, reforzando la necesidad de abordajes personalizados y basados en evaluación previa.

No obstante, la literatura todavía presenta limitaciones importantes. Entre ellas destacan la heterogeneidad metodológica, los tamaños muestrales reducidos, la ausencia de protocolos universalmente estandarizados y la escasez de estudios longitudinales capaces de evaluar la durabilidad de los efectos observados.

De este modo, aunque los resultados actuales sean promisorios, todavía existe necesidad de investigaciones más robustas que permitan establecer parámetros clínicos consistentes y validar de forma más precisa la eficacia de estas intervenciones en diferentes poblaciones clínicas.

A pesar de los hallazgos promisorios descritos en la literatura, todavía existen importantes controversias relacionadas con la eficacia clínica y la reproducibilidad de los resultados obtenidos mediante técnicas de neuromodulación no invasiva. Parte de esta variabilidad puede estar asociada a diferencias metodológicas importantes entre los estudios, incluyendo tamaño muestral reducido, ausencia de protocolos universalmente estandarizados y heterogeneidad en los parámetros de intervención.

Además, factores individuales como edad, reserva cognitiva, neuroplasticidad

basal y presencia de trastornos neuropsiquiátricos pueden influir significativamente en la respuesta terapéutica observada. Tales limitaciones dificultan comparaciones directas entre estudios y reducen la generalización de los hallazgos actuales.

Otro aspecto relevante consiste en la limitada cantidad de estudios longitudinales capaces de evaluar la permanencia de los efectos cognitivos a largo plazo. Aunque diversos trabajos reporten mejoras inmediatas en tareas relacionadas con memoria de trabajo y control ejecutivo, todavía no existe consenso definitivo acerca de la durabilidad clínica de estos beneficios.

En este sentido, futuras investigaciones con diseños metodológicos más robustos, muestras más amplias y seguimiento longitudinal serán fundamentales para ampliar la comprensión acerca de la eficacia, seguridad y durabilidad de los efectos de la tDCS y del neurofeedback sobre la memoria de trabajo y otras funciones ejecutivas.

5. Conclusiones

Las tecnologías de neuromodulación no invasiva, especialmente la estimulación transcraneal por corriente directa (tDCS) y el neurofeedback, representan avances relevantes dentro del campo de la neurociencia aplicada y de la rehabilitación cognitiva contemporánea.

La literatura científica revisada sugiere que ambas intervenciones poseen potencial para favorecer procesos relacionados con memoria de trabajo, atención y funciones ejecutivas, aunque mediante mecanismos neurofisiológicos distintos. Mientras la tDCS actúa modulando directamente la excitabilidad cortical, el neurofeedback promueve aprendizaje autorregulado y reorganización funcional progresiva de la actividad cerebral.

Más allá de los resultados experimentales, resulta fundamental considerar la aplicabilidad clínica de estas herramientas. La integración entre evaluación neuropsicológica, mapeo cerebral funcional y protocolos personalizados de neuromodulación puede contribuir para intervenciones más precisas, individualizadas y alineadas con los principios de la neurociencia traslacional y de la medicina personalizada.

Sin embargo, pese al creciente interés científico y clínico, todavía existen desafíos importantes relacionados con la ausencia de estandarización metodológica, la variabilidad de protocolos y la limitada cantidad de estudios longitudinales disponibles. Tales factores dificultan la consolidación definitiva de estas técnicas

como intervenciones plenamente establecidas dentro de la práctica clínica basada en evidencia.

En este sentido, futuras investigaciones con diseños metodológicos más robustos serán esenciales para ampliar la comprensión acerca de la eficacia, seguridad y durabilidad de los efectos de la tDCS y del neurofeedback sobre la memoria de trabajo.

Finalmente, el avance de la neurociencia aplicada apunta hacia modelos terapéuticos cada vez más personalizados, integrados y centrados en la funcionalidad del individuo. En este escenario, tecnologías de neuromodulación como la tDCS y el neurofeedback posiblemente ocuparán un papel cada vez más relevante dentro de la rehabilitación cognitiva contemporánea, especialmente cuando asociadas a evaluación neuropsicológica rigurosa y abordajes clínicos individualizados.

Declaración de autoría

Suelen Marcondes Tomé fue responsable de la conceptualización, revisión bibliográfica, análisis crítico de la literatura, redacción del manuscrito y aprobación final de la versión presentada.

Disponibilidad de datos

El presente estudio corresponde a una revisión narrativa de la literatura científica y no contó con recolección de datos primarios.

Consideraciones éticas

Por tratarse de una revisión narrativa de la literatura científica, el presente estudio no involucró participación directa de seres humanos, recolección de datos primarios ni intervención clínica, por lo que no requirió aprobación de comité de ética ni obtención de consentimiento informado.

Referencias

- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Brunoni, A. R., & Vanderhasselt, M.-A. (2014). Working memory improvement with non-invasive brain stimulation of the dorsolateral prefrontal cortex: A systematic review and meta-analysis. *Brain and Cognition*, 86, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2014.01.008>
- Cortese, S., et al. (2019). Cognitive training for ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 58(3), 222–237. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2018.11.007>
- D'Esposito, M., & Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual Review of Psychology*, 66, 115–142. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015031>
- Enriquez-Geppert, S., Huster, R. J., & Herrmann, C. S. (2017). EEG-neurofeedback as a tool to modulate cognition and behavior: A review tutorial. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 51. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00051>
- Guo, Z., Li, A., & Chen, X. (2023). Long-term effects of repeated multitarget high-definition transcranial direct current stimulation combined with cognitive training on response inhibition gains. *Frontiers in Neuroscience*, 17, 1107116. <https://doi.org/10.3389/fnins.2023.1107116>
- Kuo, M. F., & Nitsche, M. A. (2012). Effects of transcranial electrical stimulation on cognition. *Clinical EEG and Neuroscience*, 43(3), 192–199. <https://doi.org/10.1177/1550059412444975>
- Marzbani, H., et al. (2016). Neurofeedback: A comprehensive review. *Basic and Clinical Neuroscience*, 7(2), 143–158. <https://doi.org/10.15412/J.BCN.03070208>
- Ros, T., Enriquez-Geppert, S., Zotev, V., Young, K. D., Wood, G., Whitfield-Gabrieli, S., & Thibault, R. T. (2020). Consensus on the reporting and experimental design of clinical and cognitive-behavioural neurofeedback studies (CRED-nf checklist). *Brain*, 143(6), 1674–1685. <https://doi.org/10.1093/brain/awaa009>

Otras fuentes: Revista e-Ciencias de la Información. Escuela de Bibliotecología y Ciencias de la Información, Universidad de Costa Rica ~ San José 2060, Costa Rica. Tel. (506)2511-1919 – Fax: (506) 25111949 <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/eciencias/index>