

DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO EN PEDIATRÍA: UNA REVISIÓN DE LAS TÉCNICAS DE REHABILITACIÓN COGNITIVA

GENESIS N. AYALA-LOPEZ*, TAHA F. KHAN*, ALCY R. TORRES

Department of Pediatrics, Division of Pediatrics Neurology, Boston Medical Center, Boston University Chobanian & Avedisian School of Medicine, Boston, USA

*Genesis N. Ayala-Lopez y Taha F. Khan son autoras co-principales

Dirección postal: Alcy R. Torres, Boston Medical Center, 801 Albany Street, Boston, MA 02119, USA

E-mail: artorres@bu.edu

Resumen

El daño cerebral adquirido abarca lesiones cerebrales traumáticas como no traumáticas, y representa un problema significativo de salud pública con efectos de gran alcance en el pronóstico y discapacidad. Esta revisión tiene como objetivo explorar las técnicas de rehabilitación cognitiva, así como el rol de esta terapia en la recuperación de pacientes pediátricos afectados. Además, se destacan los déficits actuales en la investigación y las posibles direcciones futuras.

Palabras clave: trauma craneoencefálico, lesión cerebral, daño cerebral, rehabilitación cognitiva

Abstract

Acquired brain injury in pediatrics: a review on cognitive rehabilitation techniques

Acquired brain damage, comprising traumatic and nontraumatic brain injuries, is a major public health concern with far-reaching effects on prognosis and continued disability. This review aims to explore the types of acquired brain damage and cognitive rehabilitation techniques, and the role of cognitive rehabilitation in aiding recovery in pediatric populations. This further highlights the current gaps in research and future directions.

Key words: traumatic brain injury, brain injury, brain damage, cognitive rehabilitation

El daño cerebral adquirido en la población pediátrica se define como un tipo de lesión que ocurre en el período posnatal. Es un término de

clasificación amplio que abarca cualquier lesión cerebral no congénita¹. El daño potencial puede manifestarse en la integridad, la actividad metabólica o la capacidad funcional de las neuronas en el cerebro². Estas lesiones pueden dividirse en dos categorías generales: lesión cerebral traumática (LCT) y lesión cerebral no traumática (LCnT). La LCT resulta de una fuerza mecánica externa que causa daño al tejido cerebral. En cambio, la LCnT se origina a partir de procesos internos, como alteraciones metabólicas, que también pueden finalmente producir daño cerebral.

En 2022, el Centro para el Control y la Prevención de Enfermedades, también conocido como CDC, reportó que aproximadamente 2.3 millones de niños y adolescentes menores de 17 años en los EE. UU., lo que equivale al 3.2%, habían recibido un diagnóstico de lesión cerebral en algún momento de sus vidas. La prevalencia mostró un aumento relacionado con la edad, incrementándose del 1.0% en niños de 0 a 5 años, al 2.3% en aquellos de 6 a 11 años, y alcanzando el 5.9% en adolescentes de 12 a 17 años³. En contraste, los datos epidemiológicos sobre la LCnT en poblaciones pediátricas siguen siendo limitados y están comparativamente menos documentados que los correspondientes a la LCT. Un estudio de cohorte realizado en Canadá informó una tasa de 82.3 episodios por cada 100 000 niños para dicha población pediátrica que sufrió de LCnT, con un total de 17 977 casos identificados⁴.

La LCT pediátrica representa un importante problema de salud pública, ya que contribuye significativamente a las tasas de hospitalización, discapacidad y mortalidad de niños y adolescentes, con posibles consecuencias de por vida sobre el desarrollo neuropsicológico. La LCT puede entenderse como lesión primaria que ocurre en el momento del impacto, seguida por una lesión secundaria impulsada por procesos celulares alterados. Esta lesión secundaria suele estar mediada por mecanismos como la inflamación, la isquemia, la apoptosis y el vasoespasm⁵. Dependiendo del mecanismo de la lesión, la fisiopatología y la región afectada, el individuo puede presentar lesiones primarias, secundarias o ambas⁶. Las etiologías más comunes de la LCT pediátrica incluyen lesiones relacionadas al deporte, caídas accidentales y accidentes de tráfico; mientras que el trauma craneal no-accidental es menos frecuente, aunque potencialmente mucho más grave⁵. El reconocimiento y la intervención inmediata son esenciales para limitar el alcance de la lesión primaria, mitigar el impacto de los mecanismos secundarios y reducir el riesgo de lesiones adicionales durante los periodos de mayor vulnerabilidad cerebral.

Además, las LCT se estratifican según su gravedad, y se clasifican comúnmente como leves, moderadas o graves. La Escala de Coma de Glasgow (GCS, por sus siglas en inglés) es la herramienta clínica ampliamente utilizada para este propósito, ya que evalúa la respuesta ocular, verbal y motora para generar una puntuación que guía la clasificación: leve (GCS 13–15), moderada (GCS 9–12) y grave (GCS 3–8)⁶. La mayoría de los casos se clasifican como leves, representando aproximadamente entre el 80 y el 90% del total⁷.

En contraste, la LCnT se atribuye generalmente a etiologías internas. Incluye diversas causas, entre las que se encuentran los efectos tóxicos de sustancias, insultos vasculares, procesos infecciosos como meningitis o encefalitis, anoxia y daño tisular inducido por presión; este último frecuentemente asociado a masas intracraneales⁴ (Fig. 1).

La sintomatología de la lesión cerebral adquirida varía ampliamente según el tipo y la gravedad de la lesión, abarcando un espectro que va desde manifestaciones agudas, como cefalea, náuseas, convulsiones, alteraciones visuales o

confusión, hasta síntomas crónicos, que incluyen deterioro cognitivo, desregulación emocional y fatiga persistente⁸.

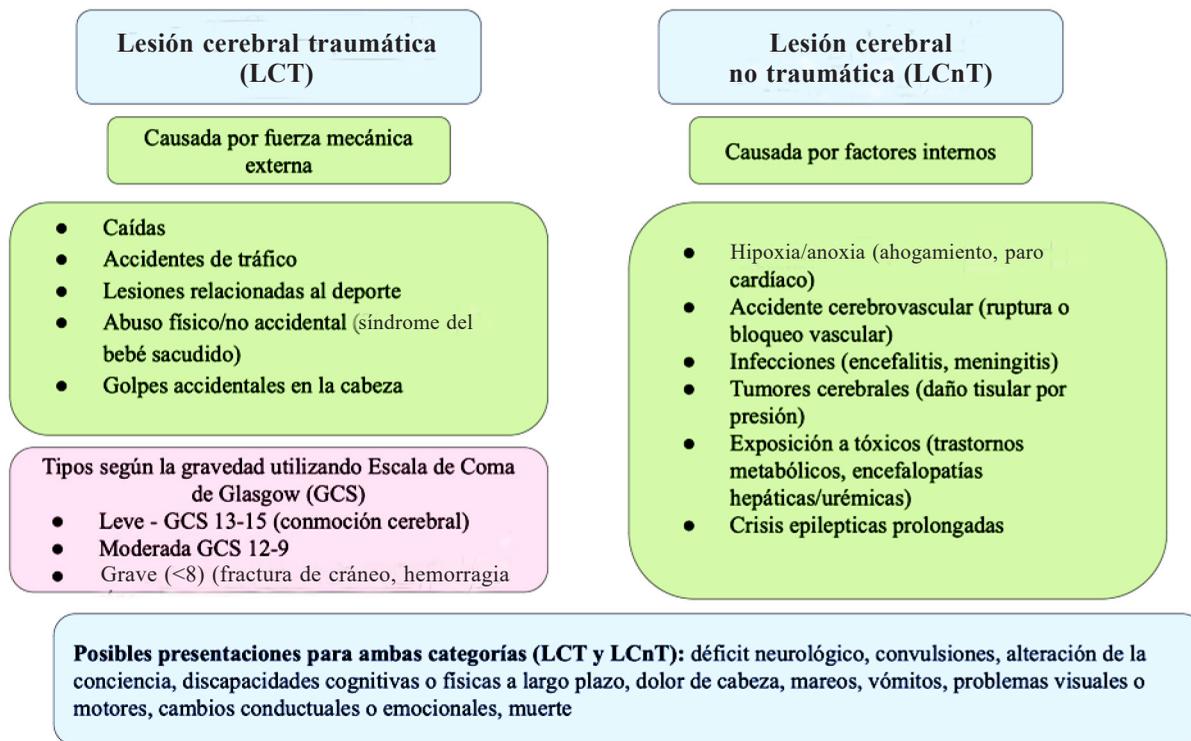
Rehabilitación cognitiva: origen y tipos

El deterioro cognitivo tiene efectos conocidos sobre el funcionamiento diario, los aspectos emocionales y las interacciones sociales, lo que conlleva un impacto en la calidad de vida. A lo largo de los años, se ha desarrollado una amplia investigación con el objetivo de disponer de herramientas adecuadas para mejorar el bienestar de los afectados. La rehabilitación cognitiva (RC) es una de las estrategias más comunes para intentar recuperar aquellas funciones que se han perdido. La misma es una intervención terapéutica especializada orientada a restaurar funciones cognitivas deterioradas por una lesión cerebral, ya sea de origen interno o externo⁹. Curiosamente, estos programas fueron organizados durante la Primera Guerra Mundial, como resultado de una mayor supervivencia tras lesiones craneoencefálicas graves¹⁰. El tratamiento se basa en una teoría propuesta por el Dr. Alexander Luria, pionero de la neuropsicología, con un enfoque particular en la localización y organización de las funciones mentales¹¹.

Luria propuso que la recuperación de la función puede ocurrir a través de nuevas conexiones aprendidas, establecidas mediante ejercicios de reentrenamiento cognitivo. La RC implica la evaluación de las capacidades cognitivas, el establecimiento de objetivos personalizados y la implementación de ejercicios específicos diseñados para mejorar la función cognitiva. Puede clasificarse en dos tipos: rehabilitación restaurativa y rehabilitación compensatoria¹¹.

La rehabilitación restaurativa tiene como objetivo tratar la función cognitiva tras una lesión cerebral adquirida, centrándose en la idea de la neuroplasticidad para reaprender comportamientos previos mediante la activación de redes neuronales circundantes. En cambio, la rehabilitación compensatoria busca evitar estas redes neuronales afectadas y propone un mecanismo alternativo que permita realizar una función. En la práctica, es difícil clasificar exclusivamente en una de estas dos categorías, ya que el procesamiento cognitivo de una vía compensatoria puede estimular redes neuronales de manera restaurativa¹².

Figura 1 | Resumen de lesión cerebral traumática y lesión cerebral no traumática



Temporalidad de la rehabilitación

La temporalidad de la rehabilitación puede dividirse en tres fases: aguda, subaguda y crónica. La fase aguda ocurre inmediatamente posterior a la lesión cerebral, durante el cual se emplean intervenciones médicas agudas para estabilizar al paciente. La RC en esta fase se centrará principalmente en la prevención del delirio. La fase subaguda ocurre una vez que se ha alcanzado la estabilidad médica, y puede incluir la transición a un centro de rehabilitación si la lesión cerebral inicial es grave. Por último, la fase crónica se refiere a la rehabilitación a largo plazo tras el alta hospitalaria, la cual puede llevarse a cabo en régimen ambulatorio, en la comunidad o en el entorno escolar¹³.

Dominios cognitivos

En 2019, un equipo multidisciplinario compuesto por miembros del Congreso Estadounidense de Medicina de Rehabilitación (ACRM por sus siglas en inglés) publicó en 2007 una actualización de la revisión integral y basada en evi-

dencia sobre la RC en lesiones cerebrales adquiridas¹⁴.

Para esta revisión narrativa, desglosamos los distintos dominios cognitivos que pueden verse afectados tras una lesión cerebral adquirida, así como las técnicas de RC asociadas que han sido reportadas en la literatura¹⁵. Esto también se resume en la Tabla 1.

Atención

Los déficits de atención son más comunes en niños que han sufrido un daño cerebral adquirido grave, particularmente de carácter traumático⁸. La atención se describe como una actividad mental compleja que se centra en recibir y procesar tanto estímulos internos como externos¹⁵. Los problemas en este dominio pueden manifestarse como retrasos en el procesamiento o en el tiempo de reacción y distracción¹⁵.

El Entrenamiento en el Procesamiento Atencional es una técnica restaurativa que se enfoca en la atención compleja, con mejoras en la Prueba de Suma Auditiva Serial con Ritmo Con-

Tabla 1 | Resumen de las técnicas de rehabilitación cognitiva según el dominio cognitivo

Dominio cognitivo	Síntomas presentes	Técnicas de rehabilitación
Atención	Distractibilidad, disminución en el procesamiento y en los tiempos de reacción, disminución en la concentración	- Entrenamiento en el procesamiento atencional - Juegos computarizados enfocados en la atención
Memoria	Dificultades de memoria, aumento en el tiempo para completar tareas conocidas, repetición constante de preguntas	- Dispositivos mnemotécnicos - Ayudas externas (horarios visuales, cuadernos de memoria, aplicaciones)
Función ejecutiva	Dificultad para realizar múltiples tareas, iniciar tareas y procesar información	- Aprendizaje sin error - Entrenamiento en estrategias metacognitivas - Entrenamiento en gestión de metas
Lenguaje y comunicación	Afasia, apraxia, disartria y problemas de comunicación social	- Terapia del habla y lenguaje - Terapia de afasia inducida por restricción - Terapia asistida por computadora - Intervenciones basadas en grupo - Dispositivos de comunicación aumentativa
Procesamiento visoespacial	Defectos en el campo visual, negligencia visual, dificultades en tareas de construcción y dibujo	- Ejercicios de escaneo visual - Terapia de restauración visual - Juegos de realidad virtual - Reentrenamiento visual computarizado
Regulación conductual	Irritabilidad, labilidad emocional, depresión, ansiedad, agresión, agitación	- Terapia cognitivo-conductual - Biorretroalimentación

trolado, la Prueba de Stroop y la Prueba de Conexión de Secuencias^{14,15}. El entrenamiento consiste en tareas con una progresión de demandas atencionales crecientes, pasando de distractores simples a más complejos. En la práctica, generalmente se acompaña de técnicas compensatorias de RC, que incluyen el uso de un cuaderno de memoria y estrategias de resolución de problemas¹⁵. También se pueden emplear estrategias basadas en el juego y videojuegos¹⁶. Además, las ayudas farmacológicas como los esti-

mulantes pueden tener un papel en función de cada caso¹⁵.

Memoria

La memoria se ve comúnmente afectada en las lesiones cerebrales adquiridas⁸. Al igual que los déficits de atención, las técnicas de RC para la memoria incluyen una combinación de métodos restaurativos y compensatorios¹⁵. Ejemplos de enfoques restaurativos incluyen el uso de dispositivos mnemotécnicos, mientras que los

métodos compensatorios abarcan el entrenamiento en estrategias internalizadas y el uso de ayudas externas para la memoria¹⁵.

Otra técnica compensatoria conocida como *aprendizaje sin error* se enfoca en recuerdos relevantes específicos del paciente, identificando apoyos que ayuden a compensar sus déficits particulares de memoria. Otras técnicas incluyen el Entrenamiento de Memoria y Atención de Ámsterdam para Niños y el Entrenamiento Estratégico de Memoria y Razonamiento Avanzado¹⁴.

Funciones ejecutivas

Las funciones ejecutivas constituyen una habilidad cognitiva fundamental que se relaciona con los dominios descritos anteriormente¹⁴. Estas funciones se centran en la capacidad para resolver problemas. Las alteraciones en este ámbito pueden manifestarse como dificultades para iniciar tareas, procesar información o realizar múltiples tareas al mismo tiempo¹⁵.

Las estrategias asistidas por computadora pueden contribuir a mejorar la atención, la memoria y las habilidades ejecutivas¹⁶. Además, el entrenamiento en estrategias metacognitivas puede favorecer el funcionamiento ejecutivo mediante indicaciones estructuradas y repetitivas, lo que ayuda a reducir errores¹⁴. Las tareas más complejas pueden descomponerse en pasos más pequeños para facilitar su procesamiento. También puede emplearse la RC domiciliar basada en el Entrenamiento en Gestión de Metas, con monitoreo e intervenciones a través de videoconferencia^{14,16}.

Lenguaje y comunicación

Los déficits en el lenguaje y la comunicación pueden ser diversos e incluir apraxia, afasia, disartria o dificultades en la comunicación social¹⁵. Las técnicas para estos casos se orientan hacia el déficit lingüístico específico que presente el paciente. La terapia del habla y lenguaje, incluyendo la terapia de afasia inducida por restricción y la terapia asistida por computadora, puede ser útil en casos de afasia y disartria, mientras que los ejercicios de producción de gestos pueden ser beneficiosos para la apraxia¹⁵.

En casos de déficits graves, pueden utilizarse dispositivos de comunicación aumentativa. Las

intervenciones grupales también pueden ser útiles para reentrenar habilidades de comunicación social^{15,16}.

Procesamiento visoespacial

La percepción visoespacial puede verse afectada como consecuencia de agnosia, apraxia y otras alteraciones cognitivas concomitantes. Esto puede manifestarse en forma de dificultades en las habilidades de construcción y negligencia unilateral¹⁵. La terapia de restauración visual utiliza estímulos visuales para dirigir la atención hacia las áreas de visión residual. El entrenamiento en exploración visual también puede desempeñar un papel importante¹⁵. Con el avance de la tecnología, los videojuegos de realidad virtual pueden contribuir a optimizar dicho procesamiento¹⁴. Muchas de estas técnicas pueden implementarse en colaboración con terapeutas ocupacionales¹⁶.

Regulación conductual

Los cambios conductuales son muy comunes en todos los niveles de gravedad del daño cerebral adquirido. Estos pueden incluir irritabilidad, labilidad emocional, depresión y agitación⁸. La psicoterapia, el tratamiento farmacológico y la terapia cognitivo-conductual pueden desempeñar un papel importante en el manejo de tal desregulación¹⁴.

Discusión

La mayoría de la investigación sobre el daño cerebral adquirido en pediatría se ha extrapolado de poblaciones adultas, pero existen diferencias clave, particularmente el concepto de neuroplasticidad en cerebros en desarrollo, que pueden alterar las vías de recuperación en los niños^{14,16}. Además, en el caso de los niños, se pone un mayor énfasis en las metodologías de rehabilitación basadas en la familia y entorno escolar¹³.

Si bien los principios subyacentes de la rehabilitación cognitiva han permanecido en gran medida sin cambios, con los avances en la tecnología, ha habido diversas adaptaciones de las técnicas convencionales utilizadas en la rehabilitación cognitiva, como la realidad virtual como ayuda para el procesamiento visoespacial¹⁶. Con el rápido cambio del panorama tecnológico y el

uso generalizado de la inteligencia artificial (IA), podrían surgir más oportunidades en el futuro para incorporar esta tecnología en varias técnicas de rehabilitación cognitiva. También existe la posibilidad de ofrecer rehabilitación cognitiva de manera remota, lo que reduciría las barreras a las que se enfrentan algunas familias^{14,16}.

Por último, aunque se ha intentado estandarizar las técnicas de rehabilitación, las presentaciones y la gravedad variables del daño cerebral adquirido, dificultan la generalización de los enfoques.¹⁴ Además, pocos estudios tienen en cuenta la edad y el desarrollo de las poblaciones pediátricas al investigar el efecto de estas técnicas.

Bibliografía

1. Goldman L, Siddiqui EM, Khan A, et al. Understanding acquired brain injury: a review. *Biomedicine* 2022; 10:2167.
2. Slykerman RF, Clasby BE, Chong J, et al. Case identification of non-traumatic brain injury in youth using linked population data. *BMC Neurol* 2024; 24:82.
3. CDC. QuickStats: Percentage of children and adolescents aged ≤17 years who had ever received a diagnosis of concussion or brain injury, by sex and age group - National Health Interview Survey, United States, 2022. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2023; 72: 899.
4. Chan V, Pole JD, Keightley M, et al. Children and youth with non-traumatic brain injury: a population based perspective. *BMC Neurol* 2016; 16: 110.
5. Haydel MJ, Weisbrod LJ, Saeed W. Pediatric head trauma. StatPearls [Internet], 2024. En: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537029/>; consultado junio 2025.
6. Blackwell LS, Grell R. Pediatric traumatic brain injury: Impact on the developing brain. *Pediatr Neurol* 2023; 148:215–22.
7. Yue JK, Upadhyayula PS, Avalos LN, Cage TA. Pediatric traumatic brain injury in the United States: rural-urban disparities and considerations. *Brain Sci* 2020; 10:135.
8. National Institute of Neurological Disorders and Stroke. Traumatic brain injury (TBI). Bethesda (MD): NIH. En: <https://www.ninds.nih.gov/health-information/disorders/traumatic-brain-injury-tbi>; consultado junio 2025.
9. Samuel R. Cognitive rehabilitation for reversible and progressive brain injury. *Indian J Psychiatry* 2008; 50:282-4.
10. Boake C. A history of cognitive rehabilitation of head-injured patients, 1915 to 1980. *J Head Trauma Rehabil* 1989; 4:1-8.
11. Mashinetc O, Hernandez MA, Feinstein EM. The fist-edge-palm test and beyond: The life and legacy of Alexander Luria. American Academy of Neurology. 2025 Annual Meeting | S10 - History of Neurology. En: <https://www.aan.com/msa/Public/Events/AbstractDetails/58253>; consultado junio 2025.
12. Novakovic-Agopians T, Abrams GM. Cognitive rehabilitation therapy. *Encyclopedia of the Neurological Sciences (Second edition)*, Academic Press, 2014:824–26
13. Palanivel V, Burrough M. Acquired brain injury in children, and their rehabilitation: where we are now? *Paediatrics and Child Health* 2021; 31:176.80.
14. Laatsch L, Dodd J, Brown T, et al. Evidence-based systematic review of cognitive rehabilitation, emotional, and family treatment studies for children with acquired Brain Injury Literature: From 2006 to 2017. *Neuropsychol Rehabil* 2019; 30:130-61.
15. Barman A, Chatterjee A, Bhide R. Cognitive impairment and rehabilitation strategies after traumatic brain injury. *Indian J Psychol Med* 2016; 38:172-81.
16. Corti C, Urgesi C, Poggi G, Strazzer S, Borgatti R, Bardoni A. Home-based cognitive training in pediatric patients with acquired Brain Injury: Preliminary results on efficacy of a randomized clinical trial. *Sci Rep* 2020; 10:1391.

Conclusión

El daño cerebral adquirido representa un importante problema de salud pública y puede tener consecuencias devastadoras, especialmente en la población pediátrica. Esta revisión destaca las técnicas de rehabilitación cognitiva para los distintos dominios cognitivos afectados en lesiones cerebrales, tanto traumáticas como no traumáticas. La tecnología, la colaboración interdisciplinaria y las terapias basadas en la familia, el hogar y la escuela, desempeñan un papel fundamental, particularmente en poblaciones pediátricas.

Conflicto de intereses: Ninguno que declarar