Pedagogía Profesional

Universidad de Ciencias Pedagógicas "Enrique J. Varona", Cuba
Facultad de Educación en Ciencias Técnicas
http://revista.ucpejv.edu.cu/index.php/rPProf
ISSN 1684-5765
Volumen 24, no.3, jul - set de 2026
Trimestral

Neuroeducación en la formación de residentes de Rehabilitación Pediátrica

Neuroeducation in the training of Pediatric Rehabilitation residents

Dr. Eduardo Dunn García*
<dunn.eduardo75@gmail.com> https://orcid.org/0000-0001-7586-9040

Dr. C. Rosalina García Chirino**
<rosalinagch@ucpejv.edu.cu> https://orcid.org/0000-0001-5767-6923

Dr. C. Elsa Margarita Soto Saez***
<elsitica67@gmail.com> https://orcid.org/0000-0002-9296-1583

*Universidad de Ciencias Médicas de La Habana, Cuba, ** Universidad de Ciencias Pedagógicas Enrique José Varona, La Habana, Cuba y *** Hospital de Rehabilitación "Julio Díaz", La Habana, Cuba.

RESUMEN
El artículo tiene el objetivo de analizar la intersección entre la neuroeducación y la actividad pedagógica de los docentes de Rehabilitación Pediátrica (RP) en la formación de residentes de Medicina Física y Rehabilitación. A partir del paradigma de la Educación Avanzada, se examina cómo el docente trasciende el rol de transmisor para convertirse en un arquitecto del aprendizaje clínico. Se explica cómo la neurociencia fundamenta la forma en que el conocimiento se transmite al residente, mediante la regulación de la carga cognitiva, el entrelazamiento de casos y la práctica espaciada. Otro eje de análisis es la imperativa necesidad de evitar la propagación de neuromitos, sustituyendo creencias infundadas por evidencia neurocientífica. Como ejemplo aplicado, se explora la enseñanza del control postural en niños con parálisis cerebral, lo que demuestra que la dotación neuroeducativa optimiza la toma de decisiones del futuro especialista.

Palabras clave: neuroeducación, carga cognitiva, neuromitos.

ABSTRACT
This paper aims to analyze the intersection between neuroeducation and the pedagogical activity of Pediatric Rehabilitation (PR) instructors in the training of Physical Medicine and Rehabilitation residents. Using the Advanced Education paradigm, it examines how instructors transcend the role of knowledge transmitters to become architects of clinical learning. It explains how neuroscience underpins the way knowledge is transmitted to residents through cognitive load regulation, case interweaving, and spaced practice. Another key focus of analysis is the imperative need to prevent the spread of neuromyths by replacing unfounded beliefs with neuroscientific evidence. As an applied example, the teaching of postural control in children with cerebral palsy is explored, demonstrating that neuroeducational resources optimize the decision-making of future specialists.

Keywords: neuroeducation, cognitive load, neuromyths

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International, que permite su uso, distribución y reproducción, siempre que sea citado de la manera adecuada y sin fines comerciales.

INTRODUCCIÓN

La Neuroeducación y el nuevo paradigma docente

La Neuroeducación se erige como un campo interdisciplinar que integra los avances en neurociencia cognitiva, en psicología del desarrollo y la pedagogía, con el objetivo de comprender cómo el cerebro aprende de manera óptima[1.] Lejos de ser una moda, proporciona un marco biológico que valida constructos pedagógicos como la relevancia emocional, la atención sostenida y la neuroplasticidad. En este contexto, el docente de especialización médica debe dejar de operar bajo intuiciones para fundamentar su práctica educativa en cómo el sistema nervioso procesa, consolida y recupera la información.

La investigación es importante en tanto se reconoce a nivel nacional e internacional la necesidad de una formación encaminada a la competencia en los residentes de Medicina de Rehabilitación. El programa de formación de Singapur, establecido por el Consejo de Acreditación de Especialistas ∗Specialists Accreditation Board∗(SAB) del Ministerio de Salud, incluye el desarrollo de la facultad docente (faculty development inteaching) como requisito de residencia. Este exige que los residentes enseñen regularmente a médicos junior, estudiantes de medicina y colegas de disciplinas aliadas[2]. De manera similar, Corewell Health ha institucionalizado la competencia "Profesionalismo - Residentes como Educadores (Professionalism−Residentsas Educators) en su currículo de residencia en Medicina Física y Rehabilitación[3].

Estas iniciativas confirman que la formación de residentes como educadores clínicos es una tendencia emergente que demanda fundamentos neuroeducativos sólidos. Es en esta convergencia donde la neuroeducación se vuelve indispensable, de ahí que el objetivo del artículo sea: analizar la intersección entre la neuroeducación y la actividad pedagógica de los docentes de Rehabilitación Pediátrica (RP) en la formación de residentes de Medicina Física y Rehabilitación

El trabajo del docente de Rehabilitación Pediátrica (RP) es altamente complejo. La formación en esta área exige un enfoque multidisciplinario que integra fisioterapia, pediatría y trabajo familiar, centrado en el desarrollo psicomotor infantil y la atención temprana. Sin embargo, enseñar a habilitar o rehabilitar a un niño no consiste únicamente en mostrar técnicas; requiere fomentar en el residente un razonamiento clínico profundo. Bajo el enfoque de la Educación Avanzada, el docente de RP no es un mero instructor técnico, sino un facilitador que promueve la independencia, la ética humanista y la resolución de

problemas en entornos clínicos reales. Los profesionales dedicados a la formación de estos recursos humanos requieren habilidades para planificar y dirigir el proceso docente-educativo con calidad. El artículo tiene el objetivo de analizar la intersección entre la neuroeducación y la actividad pedagógica de los docentes de Rehabilitación Pediátrica (RP) en la formación de residentes de Medicina Física y Rehabilitación.

DESARROLLO

Regulación emocional y seguro psicológico (El filtro amigdalar)

La Teoría de la Carga Cognitiva (Cognitive Load Theory - CLT), desarrollada por el psicólogo instruccional John Sweller, constituye uno de los pilares fundamentales de la Neuroeducación aplicada a la formación médica[4]. Esta teoría se basa en el modelo de memoria humana que incluye la memoria sensorial, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo. La memoria de trabajo posee una capacidad limitada para procesar información, lo que crea un ruido en la comunicación para el aprendizaje. La CLT identifica tres tipos de carga cognitiva que impactan en la memoria de trabajo: la carga intrínseca (complejidad inherente de la tarea), la carga extrínseca (asociada a elementos no esenciales derivados de una mala instrucción) y la carga germana (esfuerzo cognitivo dedicado a estrategias que facilitan el aprendizaje)

La Asociación para la Educación Médica en Europa (AMEE) es la guía oficial de esta asociación, que traslada estos principios al ámbito de la educación médica. Esta guía explica que, cuando la carga cognitiva asociada a una tarea clínica excede la capacidad de la memoria de trabajo del residente, el rendimiento y el aprendizaje se ven perjudicados. Para facilitar el aprendizaje, los autores proponen técnicas instruccionales como reducir la carga extrínseca (mediante ejemplos trabajados), ajustar la carga intrínseca al nivel de desarrollo del aprendiz y dedicar la capacidad no utilizada de la memoria de trabajo a la carga germana. La guía también introduce el "efecto de inversión de la pericia" (expertise-reversal effect): las técnicas que funcionan para principiantes pueden no ser efectivas e incluso interferir en el aprendizaje de residentes más avanzados.

La neurociencia educativa (*educational neuroscience*) es un campo de investigación interdisciplinario que busca traducir los hallazgos sobre los mecanismos neurales del aprendizaje a la práctica y la política educativa, y comprender la relación entre la educación y el cerebro desde una perspectiva bidireccional . Autores contemporáneos la definen como el esfuerzo por conceptualizar los fundamentos neurales del aprendizaje y otros resultados educativos, como un paso para proponer intervenciones

pedagógicas basadas en el cerebro. En esta línea, Thomas y Arslan[5] argumentan que la neurociencia educativa proporciona un marco biológico que valida constructos pedagógicos como la relevancia emocional, la atención sostenida y la neuroplasticidad. mientras que Williamson, Desde esta perspectiva, la neurociencia educativa no solo ofrece información sobre cómo aprende el cerebro, sino que también proporciona herramientas para el diseño de metodologías docentes basadas en la evidencia científica.

Desde la neurociencia educativa, se sabe que las emociones influyen decisivamente en el aprendizaje. La Teoría Control-Valor de las emociones, Pekrun[6], explica cómo el entorno emocional y el seguro psicológico regulan la motivación y los recursos atencionales del estudiante. Si un residente es evaluado en un entorno clínico con altos niveles de estrés o miedo al error (común frente a un niño con una discapacidad severa y su familia expectante), la ansiedad consume la capacidad de la memoria de trabajo y deteriora el desempeño.

El docente neuroeducado no utiliza la humillación o la presión desmedida como herramienta formativa; por el contrario, diseña un "seguro psicológico" que permite al residente verbalizar dudas sin riesgo, garantizando que la memoria de trabajo se dedique a analizar el caso y no a defenderse de una amenaza percibida.

Gestión de la carga cognitiva y codificación dual

La memoria de trabajo del residente tiene un límite estricto. La Teoría de la Carga Cognitiva (CLT) descrita en la AMEE Guide No. 86 explica cómo la sobrecarga extrínseca (derivada de una mala enseñanza) bloquea el aprendizaje. Si el docente de RP explica la neurofisiología de la espasticidad, las diferencias de tono muscular; y simultáneamente pide al residente que manipule al niño, generará una sobrecarga cognitiva que bloqueará el aprendizaje[7].

La Neuroeducación sugiere el uso de la "codificación dual": el docente debe alinear la explicación verbal con un estímulo visual o somatosensorial, presentando la información de forma fragmentada. Se explica primero el concepto teórico, luego se observa al niño, y finalmente se integra la palpación. La evidencia reciente en educación médica hospitalaria respalda estas estrategias para optimizar la carga cognitiva de los residentes[8].

Investigaciones específicas en educación de residentes confirman la aplicación de este principio[9]. demostraron que existe una correlación directa entre la cantidad de exposición práctica (electroencefalogramas revisados por rotación) y la competencia diagnóstica alcanzada por los

residentes de neurología infantil (coeficiente de correlación 0.461; p = 0.007), lo que subraya la importancia de dosificar adecuadamente la carga cognitiva y la práctica deliberada en el diseño curricular.

Práctica espaciada y recuperación activa

El mito de que estudiar intensamente la noche anterior a una evaluación garantiza el aprendizaje está superado. La consolidación de la memoria a largo plazo requiere que las sinapsis sean fortalecidas a través del tiempo. Estudios recientes demuestran que los estudiantes de medicina olvidan aproximadamente un tercio del conocimiento basal a los seis meses, pero la recuperación activa mediante preguntas de práctica espaciada reduce significativamente esta pérdida[10].

En la misma línea, la práctica de recuperación (retrieval practice) y el aprendizaje espaciado (spaced learning) han demostrado preservar el conocimiento en estudiantes de ciencias médicas[11]. En lugar de evaluar un tema una sola vez, el docente de RP recupera activamente la información con el residente en diferentes momentos (ej. al inicio del pase de visita, durante la sesión de terapia y al cerrar la jornada), forzando al cerebro del residente a esforzarse por recordar, lo cual fortalece la red neuronal asociada a ese conocimiento clínico.

Entrelazamiento (Interleaving) para el diagnóstico diferencial

Tradicionalmente, la enseñanza médica se hace por bloques (primero todos los casos de Parálisis Cerebral, luego todos los casos de mielomeningocele). La Neuroeducación demuestra que el entrelazamiento (mezclar diferentes tipos de problemas durante el estudio) mejora significativamente la capacidad de discriminación y el razonamiento diferencial. Un estudio reciente demostró que el aprendizaje basado en casos (case-based learning) de forma entrelazada fomenta de manera efectiva las habilidades de razonamiento clínico[12].

El docente experto presenta alternadamente casos de origen central (ej. daño cerebral temprano) y origen periférico (ej. distrofias musculares), obligando al residente a comparar activamente los patrones de aprendizaje motor, en lugar de aplicar protocolos mecánicos.

El residente como educador clínico: formación explícita

Más allá de recibir enseñanza neuroeducativa, el residente debe ser formado activamente como educador. Programas de residencia de vanguardia han incorporado este principio en sus currículos. El programa LEND de la Oregon Health & Science University[13]. integra la formación de residentes en

rehabilitación pediátrica con mentoría clínica, enseñanza interdisciplinaria a 12 disciplinas diferentes y trabajo con familias, demostrando cómo la neuroeducación se aplica en la práctica formativa de especialistas en neurodesarrollo. Adicionalmente, implementaron un programa innovador en neurología que mejoró significativamente las competencias docentes de los residentes, demostrando la viabilidad de formar "arquitectos del aprendizaje clínico"[14]. Finalmente, la inclusión de la enseñanza a pie de cama ("bedside teaching") como actividad formativa obligatoria en el programa de Singapur [2] (valida el escenario natural para la aplicación de principios neuroeducativos como la regulación de la carga cognitiva y el seguro psicológico.

La barrera de los neuromitos en la educación médica

Uno de los mayores riesgos al incorporar hallazgos cerebrales a la pedagogía es la simplificación excesiva, lo que deriva en neuromitos: falsas creencias sobre el cerebro que gozan de amplia aceptación. En la formación de residentes de RP, los neuromitos representan un peligro epistemológico directo. Si el docente transmite conceptos erróneos, el futuro especialista diseñará tratamientos y conductas contraproducentes.

Se han realizado sobre el tema investigaciones que muestran una alta prevalencia de neuromitos relacionados con el movimiento y la coordinación entre docentes en formación y en ejercicio. Por ejemplo, la falsa creencia de que "los ejercicios que reheasan la coordinación de habilidades perceptivo-motoras pueden mejorar las habilidades de alfabetización (lectoescritura)" fue juzgada incorrectamente por más del 95% de los educadores en ejercicio consultados en una muestra representativa[15].

Este neuromito es particularmente peligroso en Rehabilitación Pediátrica, pues podría inducir a los terapeutas a priorizar intervenciones motoras sobre las específicamente lingüísticas en niños con trastornos mixtos.

Ejemplos críticos adicionales incluyen:

- Mitos de "estilos de aprendizaje puros": La creencia de que los residentes o los niños son estrictamente visuales, auditivos o kinestésicos. La neurociencia demuestra que el aprendizaje es multimodal; etiquetar limita la exposición a estímulos en la neurorrehabilitación.
- Mitos de períodos críticos inflexibles: La idea de que, si una sinapsis no se estimula en una ventana exacta, la oportunidad se pierde. Si bien existen períodos sensibles para ciertas

funciones, el concepto de plasticidad cerebral dependiente de la experiencia. El sistema nervioso central conserva una notable capacidad de reorganización funcional durante toda la vida, si bien requiere enfoques terapéuticos distintos según la edad y la lesión.

La aplicación pedagógica de la no realización de neuromitos implica que el docente actúe como un "filtro crítico". Antes de enseñar una técnica, debe inducir al residente a preguntarse: "¿Qué evidencia neurocientífica respalda esta intervención, más allá de la tradición clínica?"

Para ilustrar cómo la transmisión neuroeducativa impacta en la práctica, se examina la enseñanza del aprendizaje motor para el control postural y el alcance en un niño con Parálisis Cerebral.

El enfoque tradicional (basado en neuromitos)

Un docente podría instruir al residente a realizar "repeticiones masivas" del movimiento, basándose en el mito de que la repetición aislada crea una ruta motora permanente. Sin embargo, la evidencia demuestra que el movimiento pasivo no es efectivo para el aprendizaje sensorimotor; por el contrario, el control prospectivo activo es un requisito para un aprendizaje efectivo. Si el niño fallaba, se culpaba a una falta de atención, aplicando correcciones verbales constantes (sobrecarga cognitiva).

El enfoque neuroeducativo desde el conocimiento científico

El docente guía al residente utilizando principios derivados de la neurociencia del aprendizaje motor. La revisión sistemática de Simpson, Ellison, Carnegie y Marchant (Edge Hill University) demostró que los factores motivacionales y atencionales de la teoría OPTIMAL -enfoque externo, expectativas elevadas y apoyo a la autonomía- facilitan el aprendizaje motor en poblaciones pediátricas.

1. **Condición de la dopamina (Motivación y Expectativa)**: el cerebro del niño no aprende eficazmente sin un sistema de recompensa. En lugar de forzar el alcance, el residente aprende a generar "expectativas de éxito" en la terapia, utilizando estados dopaminérgicos positivos (juego, celebración del logro parcial) en lugar de miedo al fracaso. La literatura sobre neuroplasticidad. La motivación y la atención son facilitadoras clave de los cambios plásticos en el sistema nervioso.

2. Enfoque Atencional Externo (Desmitificando el control interno: un neuromito en fisioterapia es creer que el niño debe "concentrarse en su espalda" (control interno). La evidencia sugiere que el sistema motor se optimiza cuando la atención se dirige al efecto de la acción en el entorno (foco externo) y no a las propias articulaciones. El residente aprende a aplicar esto, liberando carga

cognitiva en el sistema nervioso del paciente y mejorando la automaticidad del movimiento. Investigaciones experimentales en niños en riesgo de Trastorno del Desarrollo de la Coordinación han confirmado que la combinación de expectativas elevadas (mediante ilusiones visuales) y práctica autocontrolada produce un efecto aditivo significativo en la retención del aprendizaje motor[16].

3. Aprendizaje por error (Error augmentation: el cerebelo calcula el error de predicción. El docente instruye al residente a no anticipar todos los movimientos ni sostener al niño en exceso (tecnocracia asistencial). Permitir pequeños errores posturales es el catalizador biológico para actualizar el modelo motor interno del niño, siempre que el error sea manejable y el niño mantenga la sensación de control activo sobre la tarea.

4. Al enseñar bajo este modelo, el docente no solo entrena a un profesional en rehabilitación, sino que moldea un "neuro-educador clínico" que comprende los fundamentos cerebrales del aprendizaje motor y los aplica tanto a su propia docencia como a la terapia de sus pacientes.

CONCLUSIONES

El salto cualitativo en la formación de residentes ocurre cuando el docente aplica principios neuroeducativos no solo a la persona que recibirá atención sanitaria, sino al propio acto de enseñar al residente. La clínica es el aula, y la forma en que el docente transmite el conocimiento debe respetar la arquitectura cerebral del aprendiz (el residente en formación).

La integración de la Neuroeducación en la actividad pedagógica de los docentes de Rehabilitación Pediátrica redefine profundamente la formación de los residentes de Medicina Física y Rehabilitación. Alineado con la Educación Avanzada, el docente trasciende la transmisión unidireccional del conocimiento para convertirse en un arquitecto de la neuroplasticidad, tanto del paciente como del propio residente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1 Mora F. Neuroeducación: Solo se puede aprender aquello que se ama. Alianza Editorial; 2021.

2 Singapore Ministry of Health. Rehabilitation Medicine Senior Residency training requirements. Specialists Accreditation Board: 2024. https://isomer-user-content.by.gov.sg/91/95b3d655-e35e-40f5-b005-9bb5f8a4c6bf/rehabilitation-medicine-senior-residency-training-requirements-latest.pdf

3 Corewell Health. Physical Medicine and Rehabilitation residency curriculum. Corewell Health Graduate Medical Education; 2024 https://corewellhealth.org/graduate-medical-education/southeast-michigan/residencies/physical-medicine-and-rehabilitation

4 Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning. Cognitive Science. 1988; 12(2): 257-285. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0364021388900237

5 Thomas M & Arslan Y. Why does the brain matter for education? British Journal of Educational Psychology. 2025; 95(2): 303-320; 2025. https://www.researchgate.net/publication/386425766_Why_does_the_brain_matter_for_education

6 Pekrun R. The control-value theory of achievement emotions: Assumptions, corollaries, and implications for educational research and practice. Educational Psychology Review. 2006; 18(4): 315-341.https://www.researchgate.net/publication/225610891_The_Control-Value_Theory_of_Achievement_Emotions_Assumptions_Corollaries_and_Implications_for_Educational_Research_and_Practice

7 Young JQ, Van Merrienboer Durning S & Ten Cate O. Cognitive Load Theory: Implications for medical education: AMEE Guide No. 86. Medical Teacher. 2024; 36(5): 371-384. https://www.researchgate.net/publication/260523777_Cognitive_Load_Theory_Implications_for_medical_education_AMEE_Guide_No_86

8 Levine EM, O'Brien V, Chaudhry SI. & Smith CD. Cognitive load in hospital medicine: Implications for teachers, learners, and programs. Journal of Hospital Medicine. 2025, 20 (6), e13717. https://www.researchgate.net/publication/385698145_Cognitive_load_in_hospital_medicine_Implications_for_teachers_learners_and_programs

9 Katyal R, Nascene D, Wirrell E & Nickels K. Education Research: EEG education in child neurology and neurodevelopmental disabilities residencies: A survey of US and Canadian program directors. Neurology: Education. 2024; 3(3). https://pure-portal.regsj.dk/en/publications/education-research-eeg-education-in-child-neurology-and-neurodeve/

10 Csaba GJ, Buzás N, Pálfi E & Kovács L. How much do medical students forget? A longitudinal study on the retention of basic medical knowledge. Orvosi Hetilap. 2025; 166 (11): 422-429. https://www.researchgate.net/publication/390115278_Mennyit_felejtenek_az_orvostanhallgatok_Stabil_tudas_kiepitese_az_orvoskepzesben

11 Retrieval practice and spaced learning: Preventing loss of knowledge in Dutch medical sciences students. BMC Medical Education. 2022; 22 (1): 45. https://www.researchgate.net/publication/358134720_Retrieval_practice_and_spaced_learning_preventing_loss_of_knowledge_in_Dutch_medical_sciences_students_in_an_ecologically_valid_setting

12 LimJJ, Tan LP, Ong SY. & Wong RC. Does online case-based learning foster clinical reasoning skills? A mixed-methods study. Future Healthcare Journal. 2024; 11 (4): 100210. https://www.researchgate.net/publication/385778661_Does_online_case-based_learning_foster_clinical_reasoning_skills_A_mixed-methods_study

13 Oregon Health & Science University. LEND Pediatric Physical Therapy Residency. OHSU Institute on Development and Disability; 2025. https://www.ohsu.edu/lend/lend-pediatric-physical-therapy-residency

14 Mustafa R. Curriculum Innovations: A novel neurology clinician-educator program. Neurology: Education. 2024; 3 (4). https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11694801/

15 Vig J, Révész L, Kaj M, Kälbli K, Svraka B, Révész-Kiszela K & Csányi T. The prevalence of educational neuromyths among Hungarian pre-service teachers. Journal of Intelligence. 2023; 11(2): 31. [https://doi.org/10.3390/jintelligence11020031]{.underline}

16 Iranian Research Team. The effect of a visual illusion and self-controlled practice on motor learning in children at risk for developmental coordination disorder. Scientific Reports. 2024; 14 [https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11139998/]{.underline}

Recibido: 2 de junio de 2026
Aceptado: 28 de agosto de 2026

El (los) autor(es) de este artículo declara(n) que:

X Este trabajo es original e inédito, no ha sido enviado a otra revista o soporte para su publicación.
X Está(n) conforme(s) con las prácticas de comunicación de Ciencia Abierta.
X Ha(n) participado en la organización, diseño y realización, así como en la interpretación de los resultados.
X Luego de la revisión del trabajo, su publicación en la revista Pedagogía Profesional.
X NO HAY NINGUN CONFLICTO DE INTERÉS con otras personas o entidades