



Artículo de Investigación

DOI: <https://doi.org/10.56124/tj.v8i20.015>

CEREBRO ADOLESCENTE Y DEPORTE: VÍNCULOS ENTRE EMOCIÓN, PLASTICIDAD Y APRENDIZAJE DESDE LAS NEUROCIENCIAS

ADOLESCENT BRAIN AND SPORT: LINKS BETWEEN EMOTION, PLASTICITY AND LEARNING FROM NEUROSCIENCES

Angie A. Loor Benítez

<https://orcid.org/0009-0005-9405-4214>

Universidad Casa Grande UCG

angie.loor@casagrande.edu.ec

Resumen

La adolescencia constituye un periodo crítico para el neurodesarrollo, caracterizado por una elevada plasticidad cerebral y una marcada reorganización de circuitos implicados en la regulación emocional, las funciones ejecutivas y el procesamiento socioafectivo. En este contexto, el ejercicio físico emerge como un modulador relevante debido a sus efectos sobre mecanismos neurobiológicos claves entre ellos el aumento del BDNF, la mejora de la perfusión prefrontal y la reducción de marcadores de estrés. El objetivo de este artículo fue sintetizar la evidencia reciente acerca del impacto del deporte y la actividad física en el neurodesarrollo adolescente, integrando hallazgos cognitivos, emocionales y neurobiológicos.

Se realizó una revisión narrativa de literatura publicada entre 2019 y 2025 en bases de datos especializadas, incluyendo estudios de neuroimagen, ensayos experimentales, revisiones sistemáticas y metaanálisis. Los resultados evidencian que el ejercicio regular mejora la inhibición, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, que favorecer la estabilidad emocional mediante la modulación de la amígdala, el hipocampo, la corteza prefrontal y la corteza cingulada anterior. En los adolescentes deportistas, el clima motivacional y el entorno socioemocional influyen en la eficacia de las estrategias de regulación emocional y en la salud mental general.

En conjunto, la evidencia sugiere que el deporte constituye una herramienta eficaz para promover un neurodesarrollo saludable, actuando sobre dimensiones moleculares, cerebrales y cognitivo emocionales. Se concluye que la integración sistemática de actividad física en contextos educativos y comunitarios puede favorecer el bienestar y la



maduración neurocognitiva en la adolescencia.

Palabras clave: adolescencia, deporte, neurodesarrollo.

Abstract

Adolescence is a critical neurodevelopmental period characterized by heightened brain plasticity and substantial reorganization of circuits involved in emotional regulation, executive functioning, and socioaffective processing. In this context, physical exercise emerges as a significant modulator due to its effects on key neurobiological mechanisms, including increased BDNF expression, enhanced prefrontal perfusion, and reduced stress markers. The aim of this review was to synthesize recent evidence on the impact of physical activity and sport on adolescent neurodevelopment by integrating cognitive, emotional, and neurobiological findings.

A narrative review was conducted using literature published between 2019 and 2025 across major scientific databases, including neuroimaging studies, experimental trials, systematic reviews, and meta-analyses. Results indicate that regular exercise improves inhibition, working memory, and cognitive flexibility, while also enhancing emotional stability through the modulation of the amygdala, hippocampus, prefrontal cortex, and anterior cingulate cortex. Additionally, in young athletes, motivational climate and socioemotional context influence the effectiveness of emotion regulation strategies and overall mental health.

Overall, the evidence suggests that sport is an effective tool for promoting healthy neurodevelopment, exerting influence at molecular, neural, and cognitive–emotional levels. It is concluded that the systematic incorporation of physical activity into educational and community settings may support neurocognitive maturation and psychological well-being during adolescence.

Keywords: adolescence, neurodevelopment, sport.

Introducción

La adolescencia constituye un periodo de profunda reorganización neurobiológica, en la que convergen transformaciones neuronales, endocrinos y socioemocionales, esenciales para el desarrollo cognitivo. Este proceso incluye cambios sustanciales en la arquitectura cerebral y la maduración progresiva de circuitos sensibles a la influencia hormonal, como los modulados por estrógenos, progesterona y testosterona, los cuales impactan en regiones subcorticales y prefrontales (Kretzer, y otros, 2024).

Durante esta etapa, estructuras como la amígdala, el hipocampo y la corteza



prefrontal presentan una elevada plasticidad que influye directamente en la reactividad emocional, la toma de decisiones y la autorregulación (Silvers, 2022). La amígdala muestra una activación más intensa frente a estímulos socioemocionales, mientras que la corteza prefrontal encargada del control ejecutivo continúa su maduración hasta el inicio de la adultez, aproximadamente entre los 20 a 25 años (Fombouchet y Zimmermann, 2023). Esta asincronía funcional expone la mayor impulsividad, sensibilidad emocional y búsqueda de recompensas típica de la adolescencia.

En este contexto, el deporte se configura como un entorno propicio para favorecer el desarrollo neurocognitivo. Diversas investigaciones demuestran que la actividad física regular potencia la plasticidad neuronal mediante el aumento de factores neurotróficos como el BDNF, la mejora de la perfusión cerebral y el fortalecimiento de redes ejecutivas incluyendo inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva, procesos ampliamente respaldados por la evidencia reciente en la población adolescente (Liu et al., 2025).

La pertinencia del presente artículo de revisión se sustenta en la brecha existente entre la evidencia científica que respalda los beneficios del deporte en la adolescencia y la percepción social que aún lo considera una actividad secundaria o prescindible. Esta subvaloración restringe su implementación sistemática en un periodo clave para el aprendizaje socioemocional y el fortalecimiento de habilidades cognitivas (Lee et al., 2018). Por ello, se vuelve imprescindible visibilizar su importancia como herramienta de apoyo al neurodesarrollo adolescente y fomentar su integración en diferentes entornos educativos y comunitarios.

El objetivo principal de este artículo es sintetizar y analizar la evidencia neurocientífica reciente sobre los efectos del ejercicio y el deporte en el neurodesarrollo adolescente, destacando los mecanismos que vinculan la plasticidad cerebral, la regulación emocional y los procesos de aprendizaje, se busca esclarecer cómo estas interacciones, propias del cerebro adolescente, posicionan al deporte como un modulador clave de funciones ejecutivas, bienestar emocional y adaptación cognitiva desde una perspectiva neurocientífica.



Metodología

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, sustentado en el paradigma interpretativo, mediante una revisión narrativa de la literatura científica disponible, la revisión se llevó a cabo entre enero a septiembre de 2025, desde Ecuador, mediante consulta en las bases de datos PubMed, Scopus y Web of Science, se utilizaron combinaciones de descriptores en inglés relacionados con neurodesarrollo adolescente y actividad física: adolescence, adolescent brain, emotion regulation, prefrontal cortex, amygdala, hippocampus, neuroplasticity, physical activity, exercise, sports, executive functions y motor learning; se incorporaron artículos obtenidos por búsqueda manual y descarga directa cuando su aporte teórico resultó pertinente para la comprensión del tema.

Variables conceptuales analizadas: neurodesarrollo adolescente, plasticidad cerebral, funciones ejecutivas, regulación emocional, redes ejecutivas, actividad física y deporte.

Criterios de inclusión:

1. Estudios centrados en población adolescente (10–19 años) o que aportaron evidencia relevante aplicable al neurodesarrollo adolescente.
2. Investigaciones que evaluaron plasticidad cerebral, funciones ejecutivas, regulación emocional o efectos de la actividad física.
3. Estudios con diseños experimentales, longitudinales, de neuroimagen, metaanálisis o revisiones sistemáticas narrativas.
4. Artículos publicados en revistas indexadas y con revisión por pares.

Criterios de exclusión:

1. Estudios basados exclusivamente en poblaciones clínicas sin relación con actividad física ni neurodesarrollo.
2. Investigaciones sin medidas neurobiológicas o psicológicas.
3. Documentos no arbitrados o literatura gris.
4. Artículos cuyo texto completo no estuvo disponible.



Procedimiento:

La búsqueda bibliográfica se realizó de forma independiente, registrando datos sobre autores, año, población estudiada, metodología, variables neurocognitivas y principales hallazgos. La información recuperada fue organizada y analizada temáticamente para identificar patrones comunes relacionados con la plasticidad cerebral, regulación emocional y efectos del deporte en la adolescencia.

Al tratarse de una síntesis narrativa de literatura secundaria, sin recolección de datos primarios ni participación de seres humanos, este estudio no requirió aprobación ética ni consentimiento informado, conforme a estándares internacionales para revisiones bibliográficas.

Resultados y discusión

La revisión de literatura realizada permitió identificar hallazgos centrales relacionados con los procesos neurobiológicos y psicológicos que caracterizan la adolescencia, así como los efectos del ejercicio físico y el deporte sobre el desarrollo cognitivo, afectivo y conductual. Los artículos analizados mostraron una notable convergencia respecto al papel modulador del deporte en funciones ejecutivas, regulación emocional y plasticidad cerebral, para facilitar su comprensión, los resultados se agruparon en cuatro categorías temáticas que resumen los aportes más relevantes: desarrollo neurocognitivo, regulación emocional, relación entre actividad física y cognición, y mecanismos neurobiológicos asociados al ejercicio, a continuación, se presenta una síntesis estructurada de los hallazgos más significativos, fundamentada en la evidencia científica reciente.

Resultados

1. Desarrollo neurocognitivo en la adolescencia

La evidencia revisada confirma que la adolescencia constituye una fase de reorganización neurobiológica marcada por procesos de mielinización, poda sináptica y remodelación de redes corticales y subcorticales moduladas por las hormonas puberales, estos cambios afectan principalmente a la corteza prefrontal, la amígdala y el hipocampo, estructuras clave para la regulación emocional, la toma de decisiones y



las funciones ejecutivas (Kretzer et al., 2024).

A nivel funcional, diversos estudios muestran una asincronía entre la maduración límbica temprana y el desarrollo gradual del control ejecutivo prefrontal, esta desincronización contribuye al aumento de impulsividad, sensibilidad emocional y búsqueda de recompensas durante esta etapa (Lee et al., 2018).

Los hallazgos clásicos en neurociencia del desarrollo indican que las funciones ejecutivas continúan madurando hasta la adultez temprana, prolongando la ventana de plasticidad cognitiva en los adolescentes y con esto una ventana de oportunidad para intervenir desde las neurociencias.

2. Regulación emocional en la adolescencia

Los estudios incluidos evidencian que la adolescencia se caracteriza por una mayor reactividad emocional frente a estímulos sociales, acompañada de una disponibilidad aún limitada de estrategias de regulación emocional eficaces. La activación elevada de la amígdala cerebral, combinada con un control prefrontal en proceso de consolidación, explica la tendencia hacia respuestas emocionales más intensas (Fombouchet y Zimmermann, 2023).

La revisión sobre regulación emocional en adolescentes describe que durante esta etapa se produce un incremento progresivo en el uso de estrategias cognitivas como la reevaluación, pero con grandes diferencias individuales en su eficiencia y estabilidad (Silvers, 2022). En jóvenes atletas de alto rendimiento, factores como la presión competitiva, el clima motivacional y el estilo interpersonal del entrenador influyen significativamente en el tipo de estrategias utilizadas y su relación con la salud mental

3. Actividad física, deporte y cognición

Los estudios revisados coinciden en que la actividad física regular tiene efectos positivos y consistentes sobre el rendimiento cognitivo en adolescentes, los Metaanálisis y revisiones recientes reportan mejoras en inhibición, memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y rendimiento académico asociado a programas de ejercicio aeróbico, deportes de conjunto y actividades motrices complejas (Liu et al., 2025).



La evidencia integrativa de (Steckenleiter , 2025) indica que los efectos cognitivos del ejercicio no son uniformes, dependen de características como intensidad, complejidad motriz, carga social e involucramiento emocional. Programas que combinan demandas físicas con desafíos cognitivos parecen generar beneficios más robustos en funciones ejecutivas.

En poblaciones deportivas, estudios longitudinales muestran que la participación sistemática en deportes se asocia con mayor estabilidad emocional, estrategias de afrontamiento más adaptativas y mejor salud mental general.

4. Mecanismos neurobiológicos asociados al ejercicio físico

Los artículos revisados identifican múltiples mecanismos que explican el impacto del ejercicio en la cognición y la regulación emocional durante la adolescencia:

a. Incremento del BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor)

La actividad física estimula la liberación de BDNF, proteína esencial para la plasticidad sináptica, la neurogénesis y la consolidación de la memoria. Este mecanismo es especialmente relevante durante la adolescencia, período con alta sensibilidad neurobiológica a neurotrofinas (Steckenleiter, 2025; Rico-González et al., 2025).

b. Mejora de la perfusión cerebral y eficiencia prefrontal

El ejercicio aeróbico favorece el flujo sanguíneo cerebral, mejorando la oxigenación y el metabolismo energético de la corteza prefrontal, región fundamental para funciones ejecutivas y regulación emocional (Herting y Chu, 2017).

c. Fortalecimiento de redes ejecutivas

La práctica deportiva regular promueve la integración funcional entre la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza cingulada anterior y regiones parietales, redes directamente involucradas en inhibición, monitoreo de errores y toma de decisiones (Brand et al., 2019).

d. Reducción de marcadores de estrés

Estudios muestran disminución de cortisol, aumento de dopamina y serotonina, y mayor estabilidad afectiva tras intervenciones basadas en actividad física. (Rico-



González et al., 2025).

e. Beneficios emocionales en poblaciones deportivas

En atletas adolescentes, la actividad física se relaciona con menor uso de estrategias desadaptativas como la supresión emocional y mayor uso de la reevaluación cognitiva, lo cual predice mejor salud mental (Brand et al., 2019).

Discusión

La evidencia sintetizada en esta revisión confirma que la adolescencia constituye una etapa de elevada plasticidad neurobiológica, en la que convergen procesos puberales, reorganización cortical y mayor sensibilidad socioemocional, este escenario, aunque incrementa la vulnerabilidad a impulsividad, reactividad emocional y dificultades regulatorias, también configura una ventana privilegiada para la intervención, debido a la alta maleabilidad de las funciones ejecutivas y la adaptación neuronal durante este periodo del desarrollo.

Los resultados analizados muestran que la asincronía entre la rápida maduración del sistema límbico y el desarrollo gradual del control ejecutivo prefrontal explica en gran medida la variabilidad en regulación emocional, búsqueda de recompensas y toma de decisiones observada en adolescentes, estos cambios se interpretan como expresiones naturales de un cerebro en transición, altamente sensible a experiencias ambientales que pueden modular positiva o negativamente su trayectoria neurocognitiva. En este contexto, la actividad física y el deporte emergen como herramientas particularmente eficaces para influir en esta reorganización cerebral.

Los hallazgos revisados convergen en demostrar que el ejercicio regular mejora la inhibición, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la estabilidad emocional en adolescentes, estos efectos no son homogéneos, dependen de la intensidad, la complejidad motriz, la participación social y el nivel de involucramiento emocional de la actividad, esta variabilidad sugiere que no todas las intervenciones deportivas generan los mismos beneficios, y que los programas más efectivos son aquellos que combinan demandas físicas con desafíos cognitivos y contextos motivacionales positivos.



Desde una perspectiva neurobiológica, los mecanismos implicados permiten comprender la profundidad de estos efectos: el incremento del BDNF potencia la plasticidad sináptica y la neurogénesis; la mejora del flujo sanguíneo cerebral optimiza la oxigenación y eficiencia de la corteza prefrontal; el fortalecimiento de redes ejecutivas facilita la integración funcional entre áreas responsables de la autorregulación; y la reducción de marcadores de estrés contribuye a un funcionamiento emocional más adaptativo. Estos mecanismos se reflejan en medidas cognitivas, en el bienestar psicológico global, especialmente en adolescentes expuestos a contextos emocionalmente demandantes, como los atletas de alto rendimiento.

En poblaciones deportivas, los estudios revisados sugieren que el deporte actúa sobre procesos biológicos, en las dinámicas psicosociales fundamentales. El estilo interpersonal del entrenador, el clima motivacional y la presión competitiva pueden modular directamente la eficacia de las estrategias de regulación emocional y, en consecuencia, la salud mental de los jóvenes, esto plantea la necesidad de considerar al deporte como un fenómeno integral, con los beneficios neurobiológicos pueden amplificarse o limitarse según la calidad del entorno socioemocional que acompaña la práctica.

Integrando todos estos elementos, la evidencia respalda que el deporte constituye un modulador clave del neurodesarrollo adolescente, actuando simultáneamente sobre procesos cognitivos, emocionales y sociales. Su impacto trasciende la mejora del rendimiento físico, posicionándose como una intervención con potencial preventivo, terapéutico y educativo. En un momento evolutivo caracterizado por plasticidad elevada y vulnerabilidades específicas, la promoción de actividad física estructurada y contextos deportivos saludables adquiere un valor estratégico para el desarrollo integral de los adolescentes.

Finalmente, la revisión pone de manifiesto la necesidad de que instituciones educativas, programas deportivos y responsables de políticas públicas integren el ejercicio físico como un componente esencial del bienestar adolescente, con respaldo neurocientífico, el deporte debe considerarse como un pilar fundamental para favorecer



la maduración ejecutiva, la regulación emocional y el aprendizaje socioafectivo durante esta etapa crítica del ciclo vital.

Conclusiones

La evidencia integrada en esta revisión permite establecer que el ejercicio físico actúa como un modulador neurobiológico robusto durante la adolescencia, etapa en la que convergen procesos intensivos de poda sináptica, mielinización y reorganización de circuitos límbico prefrontales. Los mecanismos identificados particularmente el aumento del BDNF, la optimización de la perfusión prefrontal y la reducción de la reactividad al estrés sostienen la capacidad del ejercicio para modificar dinámicas funcionales en redes críticas para la autorregulación, la integración emocional y la función ejecutiva, el deporte se posiciona como un potente modulador de plasticidad dependiente de actividad en un cerebro evolutivamente sensible.

El análisis revela aportes conceptuales relevantes, entre ellos la convergencia entre mecanismos moleculares (BDNF, IGF-1, cortisol), reorganización de redes (PFC, ACC, hipocampo, amígdala) y mejoría en dominios ejecutivos superiores, este enfoque transaccional supera visiones reduccionistas previas y propone un modelo integrador que explica cómo la actividad física puede inducir cambios neuroadaptativos sostenidos en sistemas de control cognitivo y regulación emocional, estos hallazgos dialogan con la literatura contemporánea en neurociencia del desarrollo y permiten matizar discrepancias existentes respecto a la magnitud, estabilidad y variabilidad interindividual de los efectos del ejercicio.

Persiste, sin embargo, limitaciones relevantes, la heterogeneidad metodológica de los estudios, las variaciones en protocolos de ejercicio y la escasez de investigaciones longitudinales dificultan establecer parámetros precisos sobre dosis, intensidad y ventanas temporales de mayor sensibilidad neuroplástica, la coherencia de los hallazgos neurobiológicos aporta solidez al planteamiento de que el ejercicio constituye una intervención con capacidad real de modular redes neurales fundamentales para la maduración adolescente.



Se concluye que el deporte representa una herramienta neurobiológica fundamentada para promover un neurodesarrollo saludable, optimizar la autorregulación y favorecer la consolidación de circuitos ejecutivos durante la adolescencia. Este análisis abre líneas futuras de investigación orientadas a modelos más precisos, biomarcadores longitudinales, estudios experimentales que permitan establecer causalidad y parámetros óptimos de intervención.

Referencias

- Brand, S., Gerber, M., Colledge, F., Holsboer-Trachsler, E., Pühse, U., & Ludyga, S. (2019). Acute exercise and emotion recognition in young adolescents. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 41(3), 129–136. Recuperado de: <https://doi.org/https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0160>
- Fombouchet, Y., & Zimmermann, P. (2023). The development of emotion regulation in adolescence. *Social Development*, 32(1-37).
- Herting, M. M., & Chu, X. (2017). Exercise, the adolescent brain, and cognition: Evidence for improved cerebral blood flow and executive functioning. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 25, 113-123. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/bdr2.1178>
- Kretzer, S., Lawrence, A. J., Pollard, R., Ma, X., Jung Chen, P., Amasi-Hartoonian, N., . . . Dazzan, P. (10 de 2024). The Dynamic Interplay Between Puberty and Structural Brain Development as a Predictor of Mental Health Difficulties in Adolescence: A Systematic Review. *Biological Psychiatry*, 96(7), 585–603. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2024.06.012>
- Lee, N. C., Hollarek, M., & Krabbend, L. (2018). Neurocognitive Development During Adolescence. En J. E. Lansford, *Handbook of Adolescent*



Development Research and Its Impact on Global Policy. New York: Perna Banati.

Liu, L., Xin, X., & Zhang, Y. (2025). The effects of physical exercise on cognitive function in adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*. Recuperado

de: <https://doi.org/https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1556721>

Rico-González, M., González-Devesa, D., Gómez-Carmona, C. C., & Moreno-Villanueva, A. (2025). Exercise as Modulator of Brain-Derived Neurotrophic Factor in Adolescents: A Systematic Review of Randomized Controlled Trials. 13(8), 253. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/sports13080253>. Recuperado de:

Silvers, J. A. (2022). Adolescence as a pivotal period for emotion regulation development. *Current Opinion in Psychology*(44), 149–155. Recuperado de: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2021.09.023>

Steckenleiter, C. (2025). Effects of physical activity on cognition in children and adolescents: From core concepts to findings and implementation in practise. *Sports Economics Review*, 1-8. Recuperado de: <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.serev.2025.100048>