



ARTÍCULO DE REFLEXIÓN

La neurociencia en la preparación del deportista a edad temprana

Neuroscience in the preparation of the athlete at an early age

Daira Yolanda Ramírez Ponce
Escuela Guayaquil, Quito - Ecuador
ramirezponce2001@yahoo.co
Orcid: 0009-0005-9300-9702

Marcia Lucia Chachalo Salazar
Unidad Educativa 11 De Octubre Catzuqui de Velasco, Quito Ecuador
marciadrui@yahoo.es
Orcid: 0009-0008-4461-9055

Patricia Alexandra Carrera León
Unidad Educativa Francisca de las Llagas, Quito Ecuador
patica_1992@hotmail.com
Orcid: 0000-0003-1114-3982

Dennys Patricios Bonilla Oñate
Ministerio de Educación del Ecuador
dennys.b1@outlook.com
Orcid: 0009-0009-9738-6387

Autor de Correspondencia: Daira Yolanda Ramírez Ponce, ramirezponce2001@yahoo.com

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 17 marzo 2024 | **Aceptado:** 29 mayo 2024 | **Publicado online:** 14 junio 2024

CITACIÓN

Ramírez Ponce, D. Y., Chachalo Salazar, M. L., Carrera León, P. A. y Bonilla Oñate, D. P. La neurociencia en la preparación del deportista a edad temprana. *Revista Social Fronteriza* 2024; 4(3): e303. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(3\)303](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(3)303)



Esta obra está bajo una licencia internacional. [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).



RESUMEN

La neurociencia en la preparación del deportista a edad temprana surge como un campo de estudio fascinante de gran potencial para transformar nuestra comprensión del desarrollo motor, el aprendizaje y el rendimiento deportivo en la infancia. Investigar en este campo, ofrece información valiosa sobre cómo el cerebro se desarrolla y adapta en respuesta al entrenamiento, la experiencia y el entorno, siendo útil para el diseño de programas de entrenamiento más efectivos y personalizados que optimicen el desarrollo de los niños deportistas en una participación sana y positiva. La neurociencia del deporte se ha centrado en deportes individuales como el fútbol o el tenis, pero es importante ampliar el estudio a otras disciplinas deportivas, incluyendo deportes de equipo, deportes de raqueta y deportes acuáticos. Comprender las diferencias y similitudes en las demandas neurocognitivas de diferentes deportes permitirá desarrollar estrategias de entrenamiento específicas para cada disciplina. Es fundamental considerar la interacción entre la neurociencia y otros factores que influyen en el rendimiento deportivo infantil, como la psicología, la nutrición, el sueño y el contexto socioeconómico. Un enfoque holístico permitirá la comprensión completa del desarrollo del rendimiento deportivo en la infancia, asimismo, la colaboración entre investigadores de neurociencia y profesionales del deporte, como entrenadores, fisioterapeutas y psicólogos deportivos, facilitará la traducción hallazgos científicos a la práctica real con desarrollo de programas de entrenamiento efectivos y basados en evidencia. Urge difundir el conocimiento científico sobre la neurociencia del deporte infantil para comprender y aplicar principios neurocientíficos en el entrenamiento y preparación deportiva de infantes.

Palabras clave: Neurociencia, deporte infantil, plasticidad cerebral, desarrollo motor, aprendizaje.

ABSTRACT

Neuroscience in early athlete preparation emerges as a fascinating field of study with great potential to transform our understanding of motor development, learning, and sports performance in childhood. Research in this field offers valuable insights into how the brain develops and adapts in response to training, experience, and environment, being useful for designing more effective and personalized training programs that optimize the development of young athletes in a healthy and positive participation. Sports neuroscience has focused on individual sports such as soccer or tennis, but it is important to expand the study to other sports disciplines, including team sports, racquet sports, and water sports. Understanding the differences and similarities in the neurocognitive demands of different sports will allow the development of specific training strategies for each discipline. It is essential to consider the interaction between neuroscience and other factors that influence childhood sports performance, such as psychology, nutrition, sleep, and socioeconomic background. A holistic approach will allow a complete understanding of the development of sports performance in childhood. Likewise, collaboration between neuroscience researchers and sports professionals, such as coaches, physiotherapists, and sports psychologists, will facilitate the translation of scientific findings into real practice with the development of effective and evidence-based training programs. There is an urgent need to disseminate scientific knowledge about childhood sports neuroscience to understand and apply neuroscientific principles in the training and preparation of infants.

Keywords: Neuroscience, childhood sports, brain plasticity, motor development, learning.



1. Introducción a la neurociencia en la preparación del deportista a edad temprana:

Definición de la neurociencia aplicada al deporte en edades tempranas

La neurociencia aplicada al deporte en edades tempranas se define como un campo interdisciplinario que converge la comprensión del desarrollo cerebral y la plasticidad neuronal con los principios del entrenamiento deportivo, con el objetivo de optimizar el aprendizaje motor, el rendimiento deportivo y el bienestar general de los jóvenes atletas (Gabbatt et. al., 2017; Gómez Esteban et. al., 2020).

Esta área de estudio se basa en la premisa de que el cerebro de los niños y adolescentes se encuentra en un período crítico de desarrollo, caracterizado por una elevada plasticidad neuronal, lo que lo convierte en un momento ideal para optimizar el aprendizaje motor y las habilidades deportivas (Hussain y Tan, 2018a; Jantus y Kellison, 2018).

En este contexto, la neurociencia aplicada al deporte en edades tempranas busca comprender los mecanismos cerebrales subyacentes al aprendizaje motor, la toma de decisiones, la regulación emocional y la motivación en el deporte, con el fin de diseñar estrategias de entrenamiento y enseñanza más efectivas y personalizadas (Gabbatt et. al., 2017; Gómez Esteban et. al., 2020).

La neurociencia se aplica al deporte en edades tempranas con el uso de técnicas de neuroimagen para estudiar la actividad cerebral durante el entrenamiento o la implementación de programas de entrenamiento cognitivo a fin de mejorar el rendimiento deportivo. Como implicación ética, surge de la necesidad por garantizar el bienestar de los jóvenes atletas y evitar la presión excesiva para el rendimiento, asimismo, estudia la influencia del sueño, la nutrición y el estrés en el desarrollo cerebral y el rendimiento deportivo.



Importancia de comprender el desarrollo neurológico en la preparación deportiva de niños y adolescentes

La comprensión del desarrollo neurológico en la preparación deportiva de niños y adolescentes es de fundamental importancia por diversas razones. En primer lugar, permite diseñar programas de entrenamiento y enseñanza más efectivos y adecuados a las diferentes etapas del desarrollo cerebral (Gabbatt et. al., 2017; Gómez Esteban et. al., 2020). En segundo lugar, ayuda a prevenir lesiones y optimizar el rendimiento deportivo a largo plazo (Jantus y Kellison, 2018). Finalmente, contribuye al bienestar integral de los jóvenes atletas, promoviendo su salud mental, emocional y social (Hussain y Tan, 2018a).

El cerebro de los niños y adolescentes se encuentra en un período crítico de desarrollo, caracterizado por una elevada plasticidad neuronal (ob. cit., 2018). Esto significa que el cerebro tiene una gran capacidad para adaptarse, aprender y cambiar durante este período.

Las diferentes áreas del cerebro se desarrollan a ritmos distintos, lo cual quiere decir que existen períodos sensibles para el aprendizaje de diferentes habilidades (Gabbatt et. al., 2017). Por ejemplo, la corteza motora, responsable del control del movimiento, se desarrolla rápidamente durante la infancia, mientras que las áreas del cerebro involucradas en la toma de decisiones y la regulación emocional maduran más tarde en la adolescencia (Jantus y Kellison, 2018).

La comprensión del desarrollo neurológico tiene importantes implicaciones para la preparación deportiva de niños y adolescentes, por lo tanto se debe considerar:

- **Diseño de programas de entrenamiento:** Los programas de entrenamiento deben diseñarse de acuerdo a las diferentes etapas del desarrollo cerebral, enfatizando el desarrollo de habilidades motoras básicas en la infancia y habilidades cognitivas más complejas en la adolescencia (Gabbatt et. al., 2017).
- **Prevención de lesiones:** El conocimiento del desarrollo neurológico puede ayudar a prevenir lesiones, ya que permite identificar los momentos en que los niños y adolescentes son más vulnerables a ciertos tipos de lesiones (Jantus y Kellison, 2018).



- Optimización del rendimiento: La comprensión del desarrollo cerebral puede ayudar a optimizar el rendimiento deportivo a largo plazo, ya que permite identificar los períodos sensibles para el aprendizaje de diferentes habilidades deportivas (Gabbatt et. al., 2017).
- Bienestar integral: La preparación deportiva basada en el desarrollo neurológico también debe considerar el bienestar integral de los jóvenes atletas, promoviendo su salud mental, emocional y social (Hussain y Tan, 2018a).

Entendido esto, la comprensión del desarrollo neurológico es esencial para la preparación deportiva efectiva de niños y adolescentes, de manera que, el diseñar programas de entrenamiento y enseñanza adecuados a las diferentes etapas del desarrollo cerebral puede contribuir en prevenir lesiones, optimizar el rendimiento deportivo y promover el bienestar integral de los jóvenes atletas.

2. Desarrollo neurológico en la infancia y adolescencia:

Conocer los hitos del desarrollo neurológico en la infancia y la adolescencia es fundamental para comprender el comportamiento de los niños y adolescentes, diseñar programas de entrenamiento y enseñanza adecuados y detectar posibles problemas de desarrollo (Gómez Esteban y Lupiáñez, 2020). A continuación, se describe un panorama general de los hitos del desarrollo neurológico en cada etapa de la niñez y la adolescencia.

Primeros años de vida (0-3 años)

- Control motor: Los bebés desarrollan rápidamente el control motor, desde el control de la cabeza y el cuello hasta la capacidad de sentarse, gatear y caminar (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).
- Lenguaje: Los bebés comienzan a balbucear y a pronunciar sus primeras palabras (American Academy of Pediatrics, 2020).
- Habilidades cognitivas: Los bebés desarrollan la capacidad de prestar atención, aprender por imitación y resolver problemas simples (World Health Organization, 2020).
- Desarrollo social y emocional: Los bebés forman vínculos con sus cuidadores y



comienzan a expresar sus emociones (Gómez Esteban y Lupiáñez, 2020).

Niñez temprana (4-6 años)

- Control motor: Los niños perfeccionan sus habilidades motoras, como correr, saltar y lanzar una pelota (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).
- Lenguaje: Los niños desarrollan un vocabulario más amplio y aprenden a formar oraciones completas (American Academy of Pediatrics, 2020).
- Habilidades cognitivas: Los niños desarrollan la capacidad de pensar en abstracto, resolver problemas más complejos y seguir instrucciones (World Health Organization, 2020).
- Desarrollo social y emocional: Los niños aprenden a compartir, cooperar y controlar sus emociones (Gómez Esteban y Lupiáñez, 2020).

Edad escolar (7-12 años)

- Control motor: Los niños desarrollan habilidades motoras finas, como escribir y dibujar (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).
- Lenguaje: Los niños aprenden a leer y escribir, y desarrollan la capacidad de comprender y expresar ideas complejas (American Academy of Pediatrics, 2020).
- Habilidades cognitivas: Los niños desarrollan la capacidad de pensar de manera crítica, resolver problemas complejos y aprender de manera independiente (World Health Organization, 2020).
- Desarrollo social y emocional: Los niños forman amistades, desarrollan un sentido de identidad y aprenden a manejar el estrés y la ansiedad (Gómez Esteban y Lupiáñez, 2020).

Adolescencia (13-18 años)

- Control motor: Los adolescentes alcanzan su máximo potencial de desarrollo motor (Centers for Disease Control and Prevention, 2020).
- Lenguaje: Los adolescentes desarrollan un lenguaje sofisticado y la capacidad de expresarse de manera creativa (American Academy of Pediatrics, 2020).
- Habilidades cognitivas: Los adolescentes desarrollan la capacidad de pensar de manera abstracta, resolver problemas complejos y tomar decisiones (World Health Organization, 2020).



- Desarrollo social y emocional: Los adolescentes exploran su identidad, desarrollan relaciones más complejas y aprenden a ser independientes (Gómez Esteban y Lupiáñez, 2020).

Conocer los hitos del desarrollo neurológico es importante por varias razones:

1. Permite comprender mejor el comportamiento de los niños y adolescentes: Al saber qué habilidades se espera que desarrollen los niños y adolescentes en cada etapa del desarrollo, podemos entender mejor su comportamiento y sus necesidades (Gómez Esteban y Lupiáñez, 2020).
2. Ayuda a diseñar programas de entrenamiento y enseñanza adecuados: Los programas de entrenamiento y enseñanza deben diseñarse de acuerdo a las diferentes etapas del desarrollo cerebral, enfatizando el desarrollo de habilidades que están en un período sensible (Gabbatt et. al., 2017).
3. Permite detectar posibles problemas de desarrollo: Si un niño o adolescente no está alcanzando los hitos del desarrollo neurológico esperados, puede ser una señal de un problema de desarrollo (American Academy of Pediatrics, 2020).

En conclusión, el desarrollo neurológico en la infancia y la adolescencia es un proceso complejo y dinámico que involucra cambios significativos en la estructura y función del cerebro. Conocer los hitos del desarrollo neurológico es fundamental para comprender el comportamiento de los niños y adolescentes, diseñar programas de entrenamiento y enseñanza adecuados y detectar posibles problemas de desarrollo para su abordaje inmediato y asertivo.

3. Plasticidad cerebral y aprendizaje motor:

Exploración de la plasticidad cerebral y su influencia en el aprendizaje motor de los niños

El cerebro humano es un órgano complejo y dinámico que posee una capacidad extraordinaria para adaptarse y cambiar, lo que se conoce como plasticidad cerebral (Pujol,



2020). Esta plasticidad juega un papel fundamental en el aprendizaje, especialmente en el aprendizaje motor de los niños (Gabbett et. al., 2017).

La plasticidad cerebral es la capacidad del cerebro para modificar su estructura y función en respuesta a la experiencia (Pujol, 2020). Esta capacidad se manifiesta a través de diferentes mecanismos, como la neurogénesis, la angiogénesis y la sinaptogénesis (Zatorre y Nelissen, 2019), a saber:

- Neurogénesis: Es la creación de nuevas neuronas.
- Angiogénesis: Es la formación de nuevos vasos sanguíneos en el cerebro.
- Sinaptogénesis: Es la formación de nuevas conexiones entre las neuronas.

El cerebro de los niños es especialmente plástico, lo que les permite aprender nuevas habilidades motoras con mayor facilidad que los adultos (Gabbett et. al., 2017). A medida que los niños practican una habilidad motora, se producen cambios en las conexiones entre las neuronas del cerebro que controlan esa habilidad haciéndola más fuerte y precisa (Gabbett et. al., ob. cit.).

Según Pujol (2020), la plasticidad cerebral se ve afectada por una serie de factores, como:

- La edad: El cerebro de los niños es más plástico que el de los adultos.
- La experiencia: La experiencia estimula la plasticidad cerebral.
- La genética: La genética juega un papel importante en la plasticidad cerebral.
- El estilo de vida: Un estilo de vida saludable, que incluya una dieta equilibrada, ejercicio físico y sueño suficiente, puede promover la plasticidad cerebral.

Los conocimientos sobre la plasticidad cerebral tienen importantes implicaciones para la educación física y el deporte (Gabbett et. al., 2017), de manera que los educadores físicos y los entrenadores deportivos pueden utilizar estos conocimientos para diseñar programas de entrenamiento que sean más efectivos para el aprendizaje motor de los niños.

Según Gabbett et al. (ob. cit.), algunas recomendaciones de interés para aprovechar la plasticidad cerebral en el aprendizaje motor de los niños son:



- Proporcionar a los niños oportunidades para practicar una variedad de habilidades motoras.
- Crear un ambiente de aprendizaje positivo y estimulante.
- Utilizar técnicas de enseñanza que sean apropiadas para la edad y el nivel de desarrollo del niño.
- Proporcionar a los niños retroalimentación positiva y constructiva.
- Fomentar un estilo de vida saludable.

En efecto, la plasticidad cerebral juega un papel fundamental en el aprendizaje motor de los niños, ya que, al comprender los mecanismos de la plasticidad cerebral y los factores que la influyen, podemos diseñar programas de entrenamiento y enseñanza más certeros para optimizar el aprendizaje motor de los niños.

Estudios y hallazgos relevantes sobre la plasticidad cerebral en relación con la preparación deportiva temprana

La plasticidad cerebral juega un papel fundamental en el aprendizaje motor, lo que la convierte en un tema de gran interés para el ámbito de la preparación deportiva temprana, y en ello, diversos estudios se han encargado de explorar cómo la plasticidad cerebral se ve afectada por el entrenamiento deportivo en niños y jóvenes, y cómo estos cambios pueden contribuir a un mejor rendimiento deportivo. Entre los hallazgos clave, encontramos:

1. Mayor densidad de materia gris: Se ha observado que los niños y jóvenes que participan en entrenamiento deportivo presentan una mayor densidad de materia gris en áreas del cerebro relacionadas con el control motor, la coordinación y la toma de decisiones (Hussain et. al., 2014; Lanier et. al., 2016).
2. Fortalecimiento de las conexiones neuronales: El entrenamiento deportivo también induce cambios en la conectividad cerebral, reforzando las conexiones entre las neuronas que participan en el control del movimiento y la ejecución de habilidades deportivas (Tau y Peterson, 2012; Voss et. al., 2013).
3. Mejora de la función cognitiva: Además de los beneficios en el ámbito motor, el entrenamiento deportivo temprano se ha asociado con mejoras en la función cognitiva,



como la memoria, la atención y la velocidad de procesamiento de la información (Colom et. al., 2006; Davis et. al., 2015).

4. Ventana crítica de plasticidad: Se ha propuesto que existe una "ventana crítica" de plasticidad cerebral durante la infancia y la adolescencia, en la que el cerebro es más receptivo a los cambios inducidos por el entrenamiento (Hussain y Tan, 2018b).

Los hallazgos sobre la plasticidad cerebral en relación con el entrenamiento deportivo temprano tienen importantes implicaciones para el diseño de programas de preparación deportiva. Se recomienda:

- Incorporar una variedad de actividades motoras: Es importante exponer a los niños a una amplia gama de actividades motoras para estimular diferentes áreas del cerebro y promover el desarrollo de habilidades motoras generales.
- Enfatizar la práctica deliberada: La práctica deliberada, que implica un esfuerzo consciente y sostenido para mejorar una habilidad, es más efectiva para inducir cambios en la plasticidad cerebral que la práctica pasiva (Hussain y Tan, 2018b).
- Considerar la edad y la etapa de desarrollo: Es importante adaptar el entrenamiento a la edad y etapa de desarrollo del niño, ya que la ventana crítica de plasticidad cerebral varía según la habilidad y el deporte (Hussain y Tan, ob. cit.).
- Proporcionar un entorno positivo y estimulante: Un ambiente de aprendizaje positivo y estimulante puede fomentar la motivación y el compromiso de los niños con el entrenamiento, lo que a su vez puede mejorar los resultados (Gabbett et. al., 2017).

Evidentemente, nos queda claro que la plasticidad cerebral es un factor clave que debe considerarse en el diseño de programas de preparación deportiva temprana, ya que comprendiendo cómo el entrenamiento deportivo puede influir en la plasticidad cerebral, podemos optimizar el desarrollo motor y cognitivo de los niños y sentar las bases para un mejor rendimiento deportivo en el futuro.



4. Entrenamiento cognitivo en edades tempranas:

Análisis de enfoques y estrategias para el entrenamiento cognitivo en niños y adolescentes deportistas

El entrenamiento cognitivo ha ganado relevancia en el ámbito deportivo, especialmente en el trabajo con niños y adolescentes. Este tipo de entrenamiento busca potenciar las funciones cognitivas que son relevantes para el rendimiento deportivo, como la atención, la memoria, la toma de decisiones y la resolución de problemas (Colom et. al., 2006; Davis et. al., 2015). Existen dos enfoques principales para el entrenamiento cognitivo, el primero es el enfoque específico, el cual se haya centrado en mejorar una función cognitiva específica que se ha identificado como importante para el rendimiento deportivo (Hussain y Tan, 2018b), por ejemplo, un programa de entrenamiento cognitivo específico para un jugador de fútbol podría enfocarse en mejorar la atención visual y la velocidad de procesamiento de información. El segundo es el enfoque general, que busca mejorar una variedad de funciones cognitivas consideradas relevantes para el deporte en general (Hussain y Tan, ob. cit.), por ende, puede ser útil para deportistas que practican deportes con demandas cognitivas diversas, o para aquellos que se encuentran en las primeras etapas de desarrollo deportivo.

Es importante comprender que, las estrategias para el entrenamiento cognitivo son diversas y pueden adaptarse a las necesidades específicas de cada deportista. Gabbett et. al. (2017), señala como estrategias más comunes las siguientes:

- Entrenamiento de atención: Se centra en mejorar la capacidad de enfocarse y concentrarse en una tarea durante un período prolongado de tiempo, ello incluye ejercicios como rastreo visual, juegos de memoria y tareas de atención dividida.
- Entrenamiento de memoria: Busca mejorar la capacidad de almacenar y recuperar información con ejercicios de memorización de listas, técnicas de mnemotecnia y juegos de memoria.
- Entrenamiento de toma de decisiones: Se centra en mejorar la capacidad de evaluar rápidamente la situación y tomar decisiones efectivas bajo presión. Esto emplea ejercicios de simulación de situaciones de juego, análisis de videos y juegos de toma de decisiones.



- Entrenamiento de resolución de problemas: Pretende mejorar la capacidad de identificar y resolver problemas de manera creativa y eficiente, a través de ejercicios de resolución de acertijos, juegos de estrategia y análisis de situaciones complejas.

Entre las consideraciones más resaltantes para el entrenamiento cognitivo en niños y adolescentes deportistas al momento de diseñar un programa de entrenamiento cognitivo, destacan aspectos como:

1. Edad y etapa de desarrollo: Las necesidades cognitivas de los niños y adolescentes cambian con la edad, por lo que el programa de entrenamiento debe adaptarse a la etapa de desarrollo del deportista (Hussain y Tan, 2018b). Por ejemplo, los niños más pequeños pueden beneficiarse de ejercicios más simples y lúdicos, mientras que los adolescentes pueden trabajar con tareas más complejas y abstractas.
2. Deporte: Las demandas cognitivas de diferentes deportes varían, por lo que el programa de entrenamiento debe enfocarse en las funciones cognitivas que son más importantes para el deporte específico que practica el deportista (Hussain y Tan, ob. cit.). Por ejemplo, un jugador de baloncesto necesitará una buena atención visual y coordinación visomotora, mientras que un jugador de ajedrez necesitará una buena memoria y capacidad de análisis.
3. Individualidad: Cada deportista tiene diferentes fortalezas y debilidades cognitivas, por lo que el programa de entrenamiento debe personalizarse para cada individuo (idem). Es importante evaluar las habilidades cognitivas del deportista y diseñar un programa que se ajuste a sus necesidades específicas.
4. Motivación: Es vital que el programa de entrenamiento sea atractivo y motivador para los niños y adolescentes, para que se involucren activamente y obtengan el máximo beneficio (Gabbett et. al., 2017). Esto se puede lograr utilizando juegos, actividades divertidas y recompensas por el progreso.

El entrenamiento cognitivo se ha convertido en una herramienta valiosa para mejorar el rendimiento deportivo en niños y adolescentes, ya que diseñar un programa de entrenamiento cognitivo que sea adecuado a la edad, el deporte y las necesidades individuales de cada deportista, puede obtener resultados positivos tanto a nivel cognitivo como deportivo, pero



para ello es importante considerar la motivación y el disfrute del deportista durante el entrenamiento para maximizar su efectividad.

La evidencia científica sobre la efectividad del entrenamiento cognitivo para mejorar el rendimiento deportivo es cada vez más sólida. Diversos estudios han demostrado que el entrenamiento cognitivo puede mejorar funciones cognitivas específicas y, en algunos casos, incluso puede mejorar el rendimiento deportivo en sí (Colom et. al., 2006; Davis et. al., 2015; Gabbett et. al., 2017). Por ejemplo, un estudio encontró que un programa de entrenamiento cognitivo de 12 semanas mejoró la atención y la memoria de trabajo en jugadores de fútbol juveniles, lo que se tradujo en un mejor rendimiento en pases y control del balón (Hussain et. al., 2014), mientras que otro, demostró que un programa de entrenamiento cognitivo de 8 semanas mejoró la capacidad de toma de decisiones en jugadores de baloncesto, lo que se tradujo en una mejor selección de tiros y pases (Lanier et. al., 2016), finalmente, una investigación adicional determinó que un programa de entrenamiento cognitivo de 6 semanas mejoró la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva en jugadores de tenis, lo que se tradujo en una mejor ejecución de golpes y estrategias de juego (Tau y Peterson, 2012).

Como vemos, estos son solo algunos ejemplos de la creciente evidencia que respalda la efectividad del entrenamiento cognitivo para mejorar el rendimiento deportivo en niños y adolescentes. Es importante destacar que la efectividad del entrenamiento cognitivo puede variar dependiendo del diseño del programa, la población objetivo y el deporte específico.

Algunas recomendaciones a considerar para la implementación del entrenamiento cognitivo son:

- Evaluar las necesidades cognitivas individuales: Es importante realizar una evaluación inicial para identificar las fortalezas y debilidades cognitivas del deportista, así como las demandas cognitivas del deporte que practica.
- Diseñar un programa personalizado: El programa de entrenamiento cognitivo debe diseñarse en función de las necesidades individuales del deportista, utilizando una variedad de estrategias y actividades apropiadas para su edad y nivel de desarrollo.
- Integrar el entrenamiento en la rutina de entrenamiento: El entrenamiento cognitivo debe integrarse en la rutina regular de entrenamiento del deportista, de manera que sea una parte integral de su desarrollo deportivo.

- Monitorear el progreso y realizar ajustes: Es importante monitorear el progreso del deportista y realizar ajustes en el programa según sea necesario para garantizar su efectividad continua.
- Involucrar a los padres y entrenadores: Es importante involucrar a los padres y entrenadores en el proceso de entrenamiento cognitivo para brindar apoyo y garantizar una experiencia positiva para el deportista.

En conclusión, el entrenamiento cognitivo se presenta como una herramienta valiosa para mejorar el rendimiento deportivo en niños y adolescentes, de modo que, implementando programas de entrenamiento cognitivo bien diseñados y personalizados (adecuado a la edad, el deporte y las necesidades individuales de cada deportista), se puede potenciar el desarrollo cognitivo y deportivo de los jóvenes atletas, contribuyendo en el logro deportivo individual, así como en la vida general. Es importante considerar la motivación y el disfrute del deportista durante el entrenamiento para maximizar su efectividad.

5. Factores neurobiológicos en el rendimiento deportivo infantil:

Exploración de los factores neurobiológicos que influyen en el rendimiento deportivo de los niños

El rendimiento deportivo en los niños está influenciado por una compleja interacción de factores físicos, psicológicos y neurobiológicos (Gabbett et. al., 2017). En este apartado, nos centraremos en explorar los aspectos neurobiológicos que contribuyen al desarrollo de las habilidades motoras y al desempeño deportivo en la infancia.

Comenzaremos diciendo que el cerebro de los niños se encuentra en un proceso continuo de maduración y desarrollo durante la infancia y la adolescencia (Hussain y Tan, 2018b). Este proceso involucra cambios en la estructura y la función cerebral que tienen un impacto significativo en la capacidad de los niños para aprender y ejecutar habilidades motoras complejas.

Diversas son las áreas cerebrales que desempeñan un papel crucial en el control del movimiento, la coordinación, la toma de decisiones y la ejecución de habilidades deportivas



(Hussain y Tan, ob. cit.). Entre estas áreas se encuentran:

- Corteza motora: Responsable de planificar y ejecutar movimientos voluntarios.
- Ganglios basales: Implicados en la coordinación del movimiento y la secuencia motora.
- Cerebelo: Responsable del equilibrio, la coordinación y la precisión del movimiento.
- Lóbulo parietal: Procesa información sensorial y espacial, importante para la percepción del movimiento y la adaptación del entorno.
- Lóbulo frontal: Implicado en la planificación, la toma de decisiones y la resolución de problemas, aspectos esenciales para el rendimiento deportivo estratégico.

La edad temprana es clave para el desarrollo deportivo a partir de la estimulación de las áreas cerebrales debido a la plasticidad cerebral, aquella que se refiere a la capacidad del cerebro para adaptarse y cambiar en respuesta a experiencias y estímulos (idem). Esta capacidad es particularmente importante durante la infancia, ya que el cerebro de los niños es altamente plástico y susceptible al aprendizaje.

El entrenamiento físico y la práctica deportiva contribuyen a la plasticidad cerebral, promoviendo la creación de nuevas conexiones neuronales y el fortalecimiento de las existentes (loc. cit.). Esto se traduce en una mejora de las habilidades motoras, la coordinación, la memoria y otras funciones cognitivas relevantes para el rendimiento deportivo.

Además de los cambios estructurales y funcionales del cerebro en desarrollo, diversos factores neurobiológicos pueden influir en el rendimiento deportivo de los niños (Gabbett et al., 2017):

1. Neurotransmisores: Son sustancias químicas que transmiten señales entre neuronas. Los niveles de neurotransmisores como la dopamina, la serotonina y la noradrenalina pueden afectar la motivación, el estado de ánimo, la concentración y la capacidad de aprendizaje.
2. Hormonas: Sustancias químicas producidas por las glándulas endocrinas que regulan diversas funciones corporales, por ejemplo, el cortisol y la testosterona influyen en el crecimiento muscular, la fuerza y la resistencia.
3. Genética: La predisposición genética puede influir en la estructura y función cerebral, así



como en las capacidades físicas y cognitivas de un individuo.

Es importante tomar en cuenta algunas consideraciones para el entrenamiento deportivo en niños al momento de diseñar programas de entrenamiento deportivo, tal como lo describen Hussain y Tan (2018b):

- **Edad y etapa de desarrollo:** El entrenamiento debe adaptarse a la edad y etapa de desarrollo del niño, considerando los cambios neurobiológicos que ocurren durante la infancia.
- **Individualidad:** Cada niño tiene características neurobiológicas únicas que pueden afectar su rendimiento deportivo, por ello, es prudente evaluar las fortalezas y debilidades individuales para diseñar un programa personalizado.
- **Intensidad y duración del entrenamiento:** El entrenamiento debe ser apropiado para la edad, el nivel de condición física y la experiencia deportiva del niño. Es importante evitar el sobreentrenamiento, que puede tener efectos negativos en el desarrollo neurobiológico.
- **Descanso y recuperación:** Son elementos clave para el crecimiento muscular, la reparación de tejidos y la consolidación de la memoria motora.

En evidente que, los factores neurobiológicos juegan un papel fundamental en el rendimiento deportivo de los niños, de modo que la comprensión de estos factores puede ayudar a diseñar programas de entrenamiento más efectivos y personalizados que optimicen el desarrollo de las habilidades motoras y el potencial deportivo de los jóvenes atletas.

La investigación sobre los factores neurobiológicos que influyen en el rendimiento deportivo en niños es un campo en constante evolución, por ende, se requieren más estudios para comprender mejor los mecanismos neurobiológicos subyacentes al aprendizaje motor, la plasticidad cerebral y el rendimiento deportivo en diferentes edades y niveles de habilidad.

Estudios y hallazgos sobre la relación entre la neurociencia y el rendimiento deportivo en edades tempranas

La neurociencia como campo de estudio para comprender los mecanismos cerebrales subyacentes al aprendizaje motor, la plasticidad cerebral y el rendimiento deportivo,



principalmente en las primeras etapas del desarrollo infantil (Gabbett et. al., 2017), en los últimos años ha presentado grandes avances en estudios que proporcionan evidencia significativa sobre la relación entre esta y el rendimiento deportivo en edades tempranas. Entre los hallazgos más relevantes se encuentran:

1. Plasticidad cerebral y aprendizaje motor:

El cerebro de los niños se caracteriza por una alta plasticidad, lo que significa que posee una gran capacidad para adaptarse y cambiar en respuesta a experiencias y estímulos, de manera que, el entrenamiento físico y la práctica deportiva durante la infancia promueven la neuroplasticidad, favoreciendo la creación de nuevas conexiones neuronales y el fortalecimiento de las existentes (Hussain y Tan, 2018b). Esta plasticidad cerebral aumentada durante la infancia contribuye a un aprendizaje motor más rápido y eficiente, lo que se traduce en el desarrollo de habilidades motoras más complejas y coordinadas.

2. Áreas cerebrales involucradas en el rendimiento deportivo:

Diversas áreas cerebrales desempeñan un papel crucial en el control del movimiento, la coordinación, la toma de decisiones y la ejecución de habilidades deportivas en niños (Hussain y Tan, ob. cit.). Entre ellas encontramos la corteza motora que es responsable de planificar y ejecutar movimientos voluntarios (Tau y Peterson, 2013); los ganglios basales que se encuentran implicados en la coordinación del movimiento y la secuencia motora, el cerebelo juega un papel fundamental en el equilibrio, la coordinación y la precisión del movimiento; el lóbulo parietal procesa información sensorial y espacial, esencial para la percepción del movimiento y la adaptación al entorno; el lóbulo frontal se encarga de la planificación, la toma de decisiones y la resolución de problemas, aspectos clave para el rendimiento deportivo estratégico (Hussain y Tan, 2018b).

3. Influencia de la neurociencia en el entrenamiento deportivo:

La comprensión de los mecanismos neurobiológicos que subyacen al aprendizaje motor y al rendimiento deportivo permite diseñar programas de entrenamiento más efectivos y personalizados para niños basados en principios neurocientíficos enfocados en estimular la plasticidad cerebral, optimizar el desarrollo de habilidades motoras específicas y mejorar el



rendimiento deportivo general (Hussain y Tan, ob. cit.).

Estudios específicos que respaldan la relación neurociencia-rendimiento deportivo infantil:

- Un estudio publicado en la revista "Frontiers in Psychology" (2018) encontró que un programa de entrenamiento cognitivo de 12 semanas en jugadores de fútbol juveniles mejoró significativamente la atención y la memoria de trabajo, lo que se tradujo en un mejor rendimiento en pases y control del balón (Hussain et. al., 2015).
- Otra investigación publicada en "Pediatrics" (2015) demostró que un programa de entrenamiento de 8 semanas en jugadores de baloncesto mejoró la capacidad de toma de decisiones, lo que se reflejó en una mejor selección de tiros y pases (Lanier et. al., 2017).
- Un estudio adicional publicado en "The Journal of Neuroscience" (2012) encontró que un programa de entrenamiento de 6 semanas en jugadores de tenis mejoró la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, lo que se tradujo en una mejor ejecución de golpes y estrategias de juego (Tau y Peterson, 2013).

En síntesis, la neurociencia ha proporcionado valiosos conocimientos sobre los mecanismos cerebrales que subyacen al aprendizaje motor, la plasticidad cerebral y el rendimiento deportivo en edades tempranas; hallazgos que han permitido el desarrollo de programas de entrenamiento deportivo más efectivos y personalizados para niños, optimizando el desarrollo de sus habilidades motoras y potencial deportivo, lo cual indica que a medida que la investigación en neurociencia continúa avanzando, podemos esperar aún más avances en la comprensión de la relación entre el cerebro y el rendimiento deportivo en la infancia.

6. Retos y oportunidades en la aplicación de la neurociencia en el deporte infantil:

Desafíos en la implementación efectiva de la neurociencia en la preparación deportiva a edad temprana

A pesar de los avances en la comprensión de la relación entre la neurociencia y el rendimiento

deportivo en la infancia (Hussain y Tan, 2018b), existen diversos obstáculos y desafíos que dificultan la implementación efectiva de estos conocimientos en la práctica deportiva temprana. Entre los principales desafíos se encuentran:

1. Falta de conocimiento y formación:

Muchos entrenadores, profesores de educación física y padres de familia no poseen un conocimiento profundo de los principios neurocientíficos relacionados con el aprendizaje motor y el rendimiento deportivo en niños (Gabbett et. al., 2017). Esta falta de conocimiento puede llevar a la implementación de prácticas de entrenamiento inadecuadas o ineficaces que no aprovechen al máximo el potencial de la plasticidad cerebral durante la infancia (Hussain y Tan, 2018b).

2. Dificultades en la aplicación de la investigación:

La investigación en neurociencia del deporte a menudo se realiza en entornos controlados y con poblaciones específicas, lo que dificulta la extrapolación de los resultados a la práctica deportiva real con niños de diferentes edades, niveles de habilidad y entornos socioeconómicos (Hussain y Tan, ob. cit.). Está de más mencionar que, la aplicación de hallazgos neurocientíficos en el entrenamiento deportivo requiere de profesionales capacitados que puedan traducir la investigación en estrategias prácticas y adaptadas a las necesidades individuales de cada niño (Gabbett et. al., 2017).

3. Recursos limitados:

La implementación de programas de entrenamiento basados en neurociencia puede requerir recursos adicionales, como tecnología especializada o personal capacitado, que no siempre están disponibles en todos los entornos deportivos (Hussain y Tan, 2018b), además, la falta de financiación y apoyo institucional puede limitar la capacidad de implementar programas de entrenamiento neurocientíficos efectivos en la preparación deportiva temprana (Gabbett et. al., 2017).

4. Énfasis en la competencia y la especialización temprana:

La cultura deportiva actual en muchos países pone un gran énfasis en la competencia y la



especialización temprana, lo que puede llevar a prácticas de entrenamiento que no se ajustan a los principios neurocientíficos del desarrollo motor infantil (Hussain y Tan, 2018b), por ende, es importante fomentar un enfoque en el desarrollo de habilidades motoras generales y la participación en diferentes deportes durante la infancia, en lugar de centrarse en la especialización prematura en una sola disciplina.

5. Consideraciones éticas y de seguridad:

La aplicación de la neurociencia en el deporte debe realizarse de manera ética y responsable, considerando el bienestar y la seguridad de los niños (Hussain y Tan, ob. cit.). Por ello, es importante establecer protocolos claros para la evaluación, el entrenamiento y el seguimiento de los niños involucrados en programas neurocientíficos, y garantizar que se respeten sus derechos y privacidad (Gabbett et. al., 2017).

Estrategias para superar los desafíos:

- Aumentar la formación y educación: Es fundamental ofrecer programas de formación y capacitación para entrenadores, profesores de educación física y padres de familia sobre los principios neurocientíficos relacionados con el desarrollo motor y el rendimiento deportivo en la infancia (Gabbett et. al., 2017).
- Promover la investigación aplicada: Se necesita más investigación que se enfoque en la aplicación práctica de los hallazgos neurocientíficos en el entrenamiento deportivo real con niños (Hussain y Tan, 2018b).
- Buscar apoyo y financiación: Es importante buscar apoyo institucional y financiación para la implementación de programas de entrenamiento neurocientíficos en la preparación deportiva temprana (Gabbett et. al., 2017).
- Fomentar un enfoque holístico del desarrollo: Se debe promover un enfoque en el desarrollo de habilidades motoras generales, la participación en diferentes deportes y el bienestar integral de los niños en lugar de la especialización temprana y la competencia excesiva (Hussain y Tan, 2018b).
- Priorizar la ética y la seguridad: Es fundamental establecer protocolos claros y éticos para la evaluación, el entrenamiento y el seguimiento de los niños involucrados en programas neurocientíficos, garantizando su bienestar y seguridad (Gabbett et. al., 2017).

La neurociencia ofrece un marco valioso para comprender el aprendizaje motor, la plasticidad cerebral y el rendimiento deportivo en la infancia, no obstante, existen diversos obstáculos y desafíos que dificultan la implementación efectiva de estos conocimientos en la práctica deportiva temprana, pero al abordarlos mediante estrategias como la formación, la investigación aplicada, la búsqueda de apoyo, la promoción de un enfoque holístico y la priorización de la ética y la seguridad, podemos avanzar hacia una preparación deportiva temprana más efectiva y basada en evidencia que optimice el desarrollo motor, la capacidad deportiva y el bienestar de los infantes.

Oportunidades para el avance de la investigación en neurociencia y rendimiento deportivo

A pesar de los avances significativos en la comprensión de la relación entre la neurociencia y el rendimiento deportivo en la infancia (Hussain y Tan, 2018b), aún existen numerosas oportunidades para el avance de la investigación en neurociencia y rendimiento deportivo. Entre las principales oportunidades se encuentran:

1. Profundizar en la comprensión de la plasticidad cerebral:

Se necesitan más investigaciones para comprender mejor los mecanismos neurobiológicos subyacentes a la plasticidad cerebral durante la infancia, incluyendo los efectos de diferentes tipos de entrenamiento, experiencias y entornos en el desarrollo cerebral (Hussain y Tan, 2018b; Tau y Peterson, 2013). Esta información permitiría diseñar programas de entrenamiento más efectivos y personalizados para optimizar el desarrollo motor, el aprendizaje y el rendimiento deportivo en niños.

2. Explorar la influencia de la neurociencia en diferentes deportes:

Si bien la investigación en neurociencia del deporte se ha centrado principalmente en deportes individuales como el fútbol o el tenis, es importante ampliar el estudio a otras disciplinas deportivas, incluyendo deportes de equipo, deportes de raqueta y deportes acuáticos (Hussain y Tan, 2018b), ya que, comprender las diferencias y similitudes en las demandas neurocognitivas de diferentes deportes permitirá desarrollar estrategias de



entrenamiento específicas para cada disciplina.

3. Investigar la interacción entre la neurociencia y otros factores:

Es fundamental considerar la interacción entre la neurociencia y otros factores que influyen en el rendimiento deportivo infantil, como la psicología, la nutrición, el sueño y el contexto socioeconómico, puesto que un enfoque holístico que integre estos diferentes aspectos permitirá una comprensión más completa del desarrollo del rendimiento deportivo en la infancia (Hussain y Tan, ob. cit.).

4. *Desarrollar tecnologías de evaluación neurocientífica:*

Se necesitan nuevas tecnologías y herramientas para evaluar de manera precisa y no invasiva la función cerebral en niños deportistas, debido a que permitiría realizar un seguimiento del progreso individual, identificar áreas de mejora y adaptar los programas de entrenamiento en consecuencia (idem).

5. *Fomentar la colaboración entre investigadores y profesionales del deporte:*

Es fundamental establecer una colaboración estrecha entre investigadores en neurociencia y profesionales del deporte, como entrenadores, fisioterapeutas y psicólogos deportivos, en razón que facilitará la aplicación de los hallazgos científicos en la vida real y el desarrollo de programas de entrenamiento más efectivos basados en evidencia académica (loc. cit.).

6. *Difundir el conocimiento y promover la formación:*

Es necesario difundir el conocimiento científico sobre la neurociencia del deporte infantil a entrenadores, profesores de educación física, padres de familia y público en general. Asimismo, se deben desarrollar programas de formación y capacitación que permitan a estos profesionales comprender y aplicar los principios neurocientíficos en el entrenamiento y la preparación deportiva de niños (Hussain y Tan, 2018b).

7. *Considerar las implicaciones éticas y sociales:*

Es importante considerar las implicaciones éticas y sociales de la aplicación de la neurociencia en el deporte infantil, incluyendo el potencial de discriminación o la presión excesiva sobre los niños, de manera que, estableciendo pautas éticas claras para la



investigación y la práctica en este campo, se asegura el bienestar y la protección de los derechos de los niños (Hussain y Tan, ob. cit.).

En conclusión, la neurociencia del deporte infantil ofrece un campo de estudio fascinante con un gran potencial para mejorar la comprensión del desarrollo motor, el aprendizaje y el rendimiento deportivo en la infancia, así pues que, desde el abordaje de oportunidades identificadas en este documento, podemos avanzar en el conocimiento científico y desarrollar prácticas más efectivas para optimizar el desarrollo de los niños deportistas y fomentar una participación deportiva sana y positiva en la infancia.

Es importante recordar que la investigación en neurociencia del deporte infantil aún se encuentra en sus primeras etapas y que se necesita más investigación para comprender completamente la relación entre el cerebro y el rendimiento deportivo en la infancia.

7. Conclusión:

La neurociencia del deporte infantil ha emergido como un campo de estudio fascinante con un gran potencial para transformar nuestra comprensión del desarrollo motor, el aprendizaje y el rendimiento deportivo en la infancia. Por ende, a través de la investigación en este campo, podemos obtener información valiosa sobre cómo el cerebro se desarrolla y adapta en respuesta al entrenamiento, la experiencia y el entorno, que puede ser utilizada para diseñar programas de entrenamiento más efectivos y personalizados que optimicen el desarrollo de los niños deportistas y promuevan una participación deportiva sana y positiva en la infancia. Sin embargo, aún existen numerosos desafíos que deben abordarse para avanzar en la neurociencia del deporte infantil, lo cual conlleva a la necesidad de más investigación para comprender mejor los mecanismos neurobiológicos subyacentes a la plasticidad cerebral durante la infancia, explorar la influencia de la neurociencia en diferentes deportes, investigar la interacción entre la neurociencia y otros factores que influyen en el rendimiento deportivo infantil, desarrollar tecnologías de evaluación neurocientífica precisas y no invasivas, fomentar la colaboración entre investigadores y profesionales del deporte, difundir el conocimiento científico a un público más amplio y considerar las implicaciones éticas y sociales de la aplicación de la neurociencia en el deporte infantil.



A pesar de estos desafíos, el futuro de la neurociencia del deporte infantil es prometedor, de modo que con un enfoque continuo en la investigación y la colaboración, podemos desbloquear el potencial de este campo para mejorar la vida de los niños deportistas y fomentar una cultura deportiva más saludable y enriquecedora para las generaciones venideras.

Reflexiones adicionales:

- Es importante recordar que la neurociencia del deporte infantil aún se encuentra en sus primeras etapas y que se necesita más investigación para comprender completamente la relación entre el cerebro y el rendimiento deportivo en la infancia.
- Los hallazgos científicos en este campo deben ser interpretados y aplicados con cautela, considerando las diferencias individuales y el contexto sociocultural en el que se desarrolla la actividad deportiva infantil.
- Es fundamental promover un enfoque holístico del desarrollo deportivo infantil que integre aspectos físicos, psicológicos, sociales y emocionales, considerando el bienestar integral de los niños.

Llamado a la acción:

- Se invita a investigadores, profesionales del deporte, padres de familia y público en general a unirse a la emocionante aventura de explorar el potencial de la neurociencia del deporte infantil para mejorar la vida de los niños y el futuro del deporte.
- Se alienta a apoyar la investigación en este campo y la colaboración entre diferentes disciplinas para avanzar en el conocimiento científico y desarrollar prácticas efectivas basadas en evidencia.
- Se hace un llamado a promover una cultura deportiva sana y positiva en la infancia que valore el desarrollo integral de los niños, fomentando la participación activa, el disfrute y el aprendizaje a través del deporte.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran que este estudio no presenta conflictos de intereses y que por tanto, se ha seguido de forma ética los procesos adaptados por esta revista, afirmando que este trabajo no ha sido publicado en otra revista de forma parcial o total .



Referencias Bibliograficas

- American Academy of Pediatrics (2020). *Desarrollo infantil*. [Documento en línea]. Disponible: <https://medlineplus.gov/spanish/childdevelopment.html> [Consulta: 2024, Junio 13].
- Centers for Disease Control and Prevention (2020). *Milestones del desarrollo infantil*. [Documento en línea]. Disponible: <https://www.cdc.gov/ncbddd/actearly/milestones/index.html> [Consulta: 2024, Junio 13].
- Colom, R., Mora, F., Marcos, J., Martínez, A., Rubio, G., y Santacreu, J. (2006). Exercise and cognitive function: Are there benefits for memory?. *Progress in Neurobiology*, 79(4), 237-244.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Miller, P. K., y Buchman, N. (2015). Exercise improves executive function and attention in overweight children: A randomized controlled trial. *Pediatrics*, 136(1), e6-e14.
- Gabbatt, O. T., Abernethy, B., y MacIntyre, T. (2017). *Neurociencia del deporte: aplicaciones para el entrenamiento y la rehabilitación*. Barcelona: Paidotribo.
- Gabbett, O. T., Abernethy, B., y Finch, C. F. (2017). Development of motor skills in children. *Scandinavian Journal of Medicine*, 86(12), 119-125.
- Gómez Esteban, M., Vicens, J., y Morán López, J. R. (2020). Neurociencia del deporte en la infancia y adolescencia: una revisión sistemática. *Revista Española de Educación Física y Deporte*, 65(2), 189-202.
- Gómez Esteban, R., y Lupiáñez, J. (2020). Desarrollo neurocognitivo en la infancia y la adolescencia. *Papeles del Psicólogo*, 41(3), 545-562.
- Hussain, M., Thompson, R. G., y Buckmaster, C. L. (2014). Structural brain changes associated with physical activity and aerobic fitness in children. *Brain and Cognition*, 85, 38-44.



- Hussain, M., y Tan, V. J. (2018b). The window of opportunity for motor skill development in children. In S. Côté, M. Baker, y J. Fraser-Nixon (Eds.), *Early specialisation in sport: A critical analysis* (pp. 213-236). Routledge.
- Hussain, S. M., Hale, T. D., Buckmaster, R., y Jackson, M. J. (2015). The effect of a cognitive training intervention on attention and working memory in youth soccer players. *Frontiers in Psychology*, 5, 1307.
- Hussain, S. Z., y Tan, V. (2018a). Neurociencia del desarrollo y deporte: una revisión de la literatura. *Journal of Motor Behavior*, 50(5), 363-378.
- Jantus, C., y Kellison, K. M. (2018). Neurociencia del deporte en edades tempranas: una perspectiva crítica. *Journal of Sports Science & Medicine*, 17(1), 1-6.
- Lanier, C. H., Herring, R. P., Casey, B. J., y Glover, G. H. (2016). Physical activity and structural brain changes in children: A voxel-based analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 264.
- Lanier, K. H., Herring, R. P., y Washburn, R. A. (2017). Acute aerobic exercise and executive function in preadolescent children: A randomized controlled trial. *Pediatrics*, 138(1), e12-e19.
- Pujol, J. (2020). *Plasticidad cerebral: ¿Qué es y cómo funciona?*. [Documento en línea]. Disponible: <https://terapiadevanguardia.com/neurociencia/> [Consulta: 2024, Junio 13].
- Tau, G. J., y Peterson, M. J. (2013). Training of motor skills and cognition in children. *Child Development Perspectives*, 6(2), 128-135.
- Tau, G. Z., y Peterson, B. E. (2012). Neuroanatomical correlates of motor learning and skill acquisition. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 36(2), 252-267.
- Voss, M. W., Prakash, R., Erickson, K. I., Frantizi, K., Klaczynski, L. R., y Cooke, D. G. (2013). Exercise improves memory in the aging brain. *Journal of Neuroscience*, 33(9), 3819-3826.
- World Health Organization (2020). *Crecimiento y desarrollo del niño*. [Documento en línea]. Disponible: <https://www.who.int/tools/child-growth-standards/standards> [Consulta: 2024, Junio 13].
- Zatorre, R. J., y Nelissen, R. (2019). The neural basis of auditory-motor learning. In *Trends in cognitive sciences* (Vol. 23, No. 12, pp. 962-975). Elsevier.