



Revista Digital de Educación Física

ISSN: 1989-8304 D.L.: J 864-2009

EFFECTOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN LAS FUNCIONES EJECUTIVAS

Jonatan Sánchez Blanchart

Maestro de Educación Primaria. Madrid (España)

Email: jonatansanchezblanchart@gmail.com

Silvia Romero-Tamayo

Profesor doctor en la Universidad Camilo Jose Cela. Madrid(España)

Email: silviarometa@gmail.com

RESUMEN

La Neuroeducación Física está ganando importancia en los últimos años, debido al avance en el estudio de nuevas metodologías activas que permitan un desarrollo integral del alumnado. Sin embargo, la OMS muestra datos desgarradores sobre la inactividad física cada vez más patente en los jóvenes, lo que puede incidir en enfermedades cada vez más visibles en la sociedad. Se realizó una revisión donde se analizaron 16 artículos que se enfocaban en los efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en la Etapa Primaria. Se pudo constatar que, aunque existen beneficios de la actividad física, es importante tener en cuenta el tipo de ejercicio utilizado, así como la intensidad del mismo para poder constatar que existe un efecto positivo. En líneas generales y como síntesis, se hace necesaria la continuación de esta línea de investigación para profundizar en los efectos beneficiosos sobre cada una de las funciones ejecutivas tratadas.

PALABRAS CLAVE:

Neuroeducación, funciones ejecutivas, educación física, actividad física, neurociencia

EFFECTS OF PHYSICAL EDUCATION IN EXECUTIVE FUCTION

ABSTRACT

Physical Neuroeducation is gaining importance in recent years, due to the progress in the study of new active methodologies that allow a comprehensive development of students. However, the WHO shows heartbreaking data on the increasingly evident physical inactivity in young people, which may lead to increasingly visible diseases in society. A review was carried out in which 16 articles were analyzed that focused on the effects of physical activity on executive functions in the primary stage. It was found that, although there are benefits of physical activity, it is important to consider the type of exercise used, as well as its intensity in order to verify that there is a positive effect. In general terms and as a synthesis, it is necessary to continue this line of research to deepen in the beneficial effects on each of the executive functions treated.

KEYWORD

Neuroeducation, executive functions, physical education, physical activity, neuroscience

INTRODUCCIÓN.

Enseñar mediante la neurociencia es uno de los retos de este comienzo de siglo que debe darse en las escuelas (Lluch y De la Vega, 2019). El cerebro es un órgano complejo y plástico que continuamente se va adaptando a las experiencias vitales del individuo por medio de cambios estructurales a lo largo de la vida (Alarcón, 2018), teniendo en cuenta la existencia de periodos críticos para el desarrollo general y el desarrollo de las habilidades cognitivas que pueden ser significativas en estas etapas y que pueden contribuir en una mayor o menor medida en la plasticidad sináptica (Molina-Martín, 2022).

En los últimos años, se han llevado a cabo numerosas investigaciones relacionando la influencia de la actividad física sobre las funciones ejecutivas (Maureira 2016, Andrades-Suárez 2022). En este aspecto, la Educación Física debe establecer una conexión entre la práctica y la teoría, así como la conexión entre la escuela y la sociedad, donde se implique activamente al sujeto mediante el aprendizaje significativo, que conecte los conocimientos existentes con los nuevos aprendidos, implicando cognoscitivamente (González-Clavo et al., 2022).

Sin embargo, para alcanzar las recomendaciones de actividad física en el que la escuela juega un importante papel en el fomento de las intervenciones y el desarrollo de estrategias, el número de horas de Educación Física son insuficientes para alcanzar las mínimas recomendaciones de actividad física (García-Vallejo et al., 2023). En este sentido, la implantación de estrategias didácticas como la utilización de recreos activos y descansos activos que ofrecen la oportunidad al alumnado de ofrecer diferentes actividades físicas para poder aumentar el tiempo de compromiso motor (Khan y Hillman 2014).

La labor del docente en este sentido será la de conocer las bases neuropsicológicas, es decir, cómo y cuándo se produce el desarrollo y los periodos críticos que le persiguen. Por tanto, se debe dotar al alumnado de las herramientas necesarias para que pueda desarrollar al máximo sus capacidades. El presente trabajo analiza los efectos que tiene el ejercicio físico en el desarrollo de las Funciones Ejecutivas del alumnado durante la etapa escolar.

1.1. NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN: BASE NEUROPSICOLÓGICA.

La evolución del ser humano ha estado marcada en gran parte por la funcionalidad y la capacidad del cerebro que ha ido evolucionando con el paso de los siglos (Díaz-Rincón 2022) y que le ha permitido diferenciarse del resto de especies. Para comprender el aprendizaje, se partirá del sistema nervioso y del cerebro, los cuales significaron una ventaja evolutiva respecto al resto de especies, como se mencionó anteriormente.

Este órgano de carácter plástico le ha permitido adaptarse continuamente cambiando su estructura como respuesta a aquellos cambios que han provocado un fortalecimiento o debilitamiento de las conexiones neuronales (Alarcón, 2018). Este hecho se conoce como poda neuronal. Aproximadamente el 50% de las conexiones neuronales al comienzo de esta poda son reducidas. Este proceso comienza en las regiones posteriores del cerebro hasta finalizar en las regiones frontales entre los 18 y 20 años (Correa-Griot, 2021). Estos grupos neuronales se ven favorecidos si se potencian con tareas, mientras que otros van desapareciendo si no

son estimulados, permitiendo así la generación de estructuras cada vez más complejas (Correa-Griot, 2021).

El estudio de estas funciones del cerebro es llevado a cabo por la neurociencia, entendida como un conjunto de ciencias que tienen como centro de estudio el sistema nervioso y cómo la conducta del cerebro se relaciona con la conducta y el aprendizaje (Gallego, 2017). Debido a este motivo han surgido nuevos conceptos con el prefijo neuro como neuroeducación, neuromotricidad, neuroeducación física (Díaz- Rincón, 2022). En este sentido, la neuroeducación está estableciendo un nuevo rumbo en la educación y el aprendizaje, no sólo para estudiar cómo funciona el cerebro como se mencionó con anterioridad sino también para enseñar, a través de oportunidades que permitan sacar el mayor potencial del cerebro siendo una nueva visión de la educación dándole una mayor relevancia (Rossell et al, 2020).

1.2. FUNCIONES EJECUTIVAS

Las Funciones ejecutivas son un conjunto de procesos cognitivos independientes que permiten analizar qué es lo que queremos, cómo podemos conseguirlo y cuál es el plan de actuación. En este sentido, permiten la autorregulación de nuestra conducta y corregirla en función de los resultados (Cruz del Moral et al 2020).

En el control e integración de las funciones ejecutivas localizándose estas en la corteza prefrontal. Estas modificaciones causadas por la maduración del lóbulo prefrontal incluyen procesos de mielinización y sinaptogénesis (Rosselli, Matute y Jurado, 2008).

El programa Neuroeduca establece los siguientes tipos de funciones ejecutivas (Molina-Martín, 2022):

- **Metacognición:** reflexión sobre los propios procesos mentales.
- **Atención:** selección consciente de estímulos relevantes.
- **Control inhibitorio:** capacidad de gestionar impulsos y aplazar gratificaciones.
- **Planificación:** anticipación y organización de metas.
- **Flexibilidad cognitiva:** adaptación a cambios o imprevistos (Pardos-Véglia y González-Ruiz, 2018).
- **Gestión emocional:** las emociones influyen decisivamente en el aprendizaje (Molina-Martín, 2022).
- **Activación:** nivel de alerta óptimo para ejecutar acciones.
- **Memoria de trabajo:** almacenamiento temporal y procesamiento de información, con participación del hipocampo.

1.3. INFLUENCIA DE ALGUNOS FACTORES SOBRE LAS FUNCIONES EJECUTIVAS.

Uno de estos factores es el estrés que se considera un proceso entre estresores y tensiones que incluye la interacción entre la persona y el ambiente (Martínez et al., 2022) cuando se requiere un rendimiento superior al normal. Cuando se percibe como amenaza, la información llega a la amígdala, que activa al

sistema nervioso autónomo —con ramas simpática y parasimpática— generando respuestas fisiológicas y psicológicas (Alarcón, 2018). Asimismo, la exposición prolongada al estrés perjudica la memoria declarativa y la sinapsis, dificultando la selección de información relevante.

El estado de ánimo, se entiende como “una afección central que se corresponde con un estado neurofisiológico que es conscientemente accesible, primitivo y simple a nivel psicológico, pero complejo a nivel etiológico” (Martínez et al. 2022). Existen diferentes sistemas biológicos que están asociados a los procesos de regulación del estado de ánimo y que tienen que ver con la mayor o menor presencia en la sangre de determinadas hormonas como son la adrenocorticotrófica, el cortisol y las endorfinas que se encargan de la gestión del estrés. En este sentido, las funciones ejecutivas están muy relacionadas con las emociones.

El sueño es esencial para consolidar la memoria y mantener funciones cognitivas activas (Molina-Martín, 2022; Martínez et al., 2022).

La alimentación, la falta de nutrientes puede impactar negativamente el rendimiento cognitivo. Nutrientes como el omega-3 y el ácido fólico estimulan la plasticidad sináptica a través del BDNF (brain-derived neurotrophic factor) (Hassevoort et al., 2016; Moral, 2020; Alarcón, 2018).

La Actividad Física, en conexión con los principios de la neurociencia, tiene un papel fundamental en el desarrollo de las funciones ejecutivas durante la etapa escolar. Para optimizar este desarrollo, es necesario comprender cómo aprende el cerebro y aplicar estrategias pedagógicas que consideren el contexto emocional, físico y cognitivo del alumnado. El docente debe ser capaz de integrar conocimiento neuropsicológico en su práctica para potenciar el aprendizaje significativo y el rendimiento global del alumnado.

2. OBJETIVOS

Una vez vista, la relevancia de la educación física en el desarrollo del individuo se ha planteado como objetivo de este trabajo poder determinar los efectos que tiene la Educación Física en las funciones ejecutivas y cómo es la afección de esta en su desarrollo y en la plasticidad sináptica.

Se han establecido además objetivos secundarios que complementan el objetivo principal para determinar también la importancia de la Educación Física en la etapa primaria y cómo el aumento de horas lectivas beneficia el desarrollo cognitivo de los alumnos.

3. METODOLOGÍA.

La metodología utilizada para el desarrollo de este estudio se llevó a cabo a través de la búsqueda bibliográfica en bases de datos como Dialnet, Google Académico y libros sobre funciones ejecutivas que permitiesen una mayor cantidad de recogida de aquellos estudios que hiciesen referencia a los efectos de la

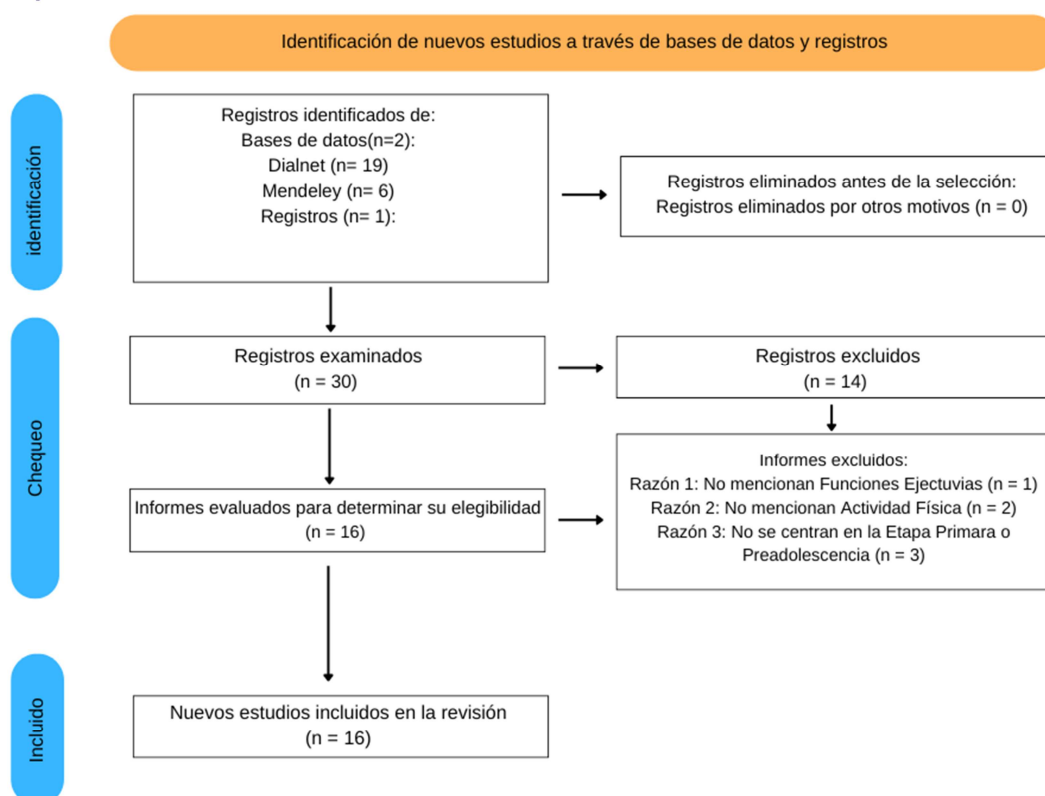
actividad física en las funciones ejecutivas. Además, se utilizó un gestor de referencias como Mendeley para hacer una búsqueda mayor de estudios para que después pudiesen ser elegidos o descartados en función de los criterios.

Los criterios de elegibilidad que se siguieron fueron en primer lugar establecer un rango de búsqueda que abarcase desde el 1 de mayo de 2013 al 1 de mayo de 2023, intentando que fuesen lo más actualizados posibles para poder dotar de una significatividad mayor. El proceso de inclusión estaba basado en la relación del ejercicio físico y las Funciones Ejecutivas. Para ello, se utilizó la búsqueda por palabras clave como funciones ejecutivas, educación física, actividad física, neurociencia y neuroeducación, así como su traducción en inglés. En este sentido se utilizaron como palabras raíz “funciones ejecutivas” y “Educación física”, y como descriptor secundario “efectos”. El proceso de exclusión se llevó a cabo teniendo en cuenta que dichos artículos no mencionasen funciones ejecutivas, actividad física o no se centrasen en la Etapa Primaria.

El proceso de selección de los estudios para ser analizados una vez guardados fue en primer lugar evaluar si cumplen los criterios de elegibilidad propuestos en el punto anterior. Para ello, se realizó un cribado con la lectura del título y resumen del artículo para poder observar de manera rápida la información que recoge dicho estudio. Una vez analizados todos los títulos y resúmenes de los estudios recogidos, se realizó una posterior lectura completa de estos para poder extraer la información necesaria para dicho análisis. Durante este proceso se realizó un diagrama de flujo PRISMA 2020 (Figura 1) donde quedó resumido todo el proceso.

Figura 1:

Diagrama PRISMA



Fuente: Elaboración propia

La siguiente tabla muestra alfabéticamente la clasificación de los estudios seleccionados, el año en el que fueron publicados:

Tabla 1.

Estudios seleccionados

Actividad Física intensa para la mejora de la Memoria de Trabajo en el alumnado de Educación Primaria.	2020	Artículo
Actividad física y cognición: inseparables en el aula.	2020	Artículo
Can movement games enhance executive function in overweight children? A randomized controlled trial.	2019	Artículo
Cognitively engaging chronic physical activity, but not aerobic exercise, affects executive functions in primary school children: A group-randomized controlled trial.	2015	Artículo
Efecto de los descansos activos en la atención y concentración de los alumnos de Educación Primaria.	2020	Artículo
Effects of a cognitively demanding aerobic intervention during recess on children's physical fitness and executive functioning.	2016	Artículo
Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis.	2018	Artículo
El ágora de la Neuroeducación: La neuroeducación explicada y aplicada.	2019	Libro
Estimulación temprana de las funciones ejecutivas en escolares, una revisión actualizada.	2014	Artículo
Actividad Física intensa para la mejora de la Memoria de Trabajo en el alumnado de Educación Primaria.	2020	Artículo
Estimulando las funciones ejecutivas a través del movimiento: Recursos para su desarrollo en las clases de Educación Física.	2022	Libro
Impacto de la Expresión Corporal en las funciones ejecutivas del cerebro.	2022	Artículo
Neuroacción: La neurociencia aplicada a la Educación Física.	2022	Artículo
Plasticidad sináptica, bdnf y ejercicio físico.	2016	Artículo
Relación entre actividad física, rendimiento académico y funciones ejecutivas en adolescentes.	2022	Artículo
The Effects of Aerobic Versus Cognitively Demanding Exercise Interventions on Executive Functioning in School-Aged Children: A Cluster-Randomized Controlled Trial.	2021	Artículo

4. RESULTADOS.

Investigaciones recientes muestran los efectos beneficiosos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas durante la infancia teniendo en cuenta los cambios fisiológicos que se producen durante la práctica de esta debido a las necesidades cognitivas necesarias para la realización de la tarea y del requerimiento cognitivo que precisa (Lluch, 2019).

Los niños preadolescentes europeos, comprendidos entre los 6 y los 12 años, pasan más de 209 minutos al día, lo que equivaldría al 64% de su tiempo escolar en actividades sedentarias, mientras que el 5% de ese tiempo, apenas 16 minutos al

día lo hacen realizando actividades moderada-vigorosas. (De Greff et al., 2018). Muchos investigadores se han centrado en la hipótesis de las funciones ejecutivas que establecen que las actividades con una intensidad moderada a vigorosa aumentan la actividad de ciertas regiones de la red estructural del cerebro, mejorando significativamente las funciones ejecutivas.

En la actualidad, muchos de estos estudios muestran las características cuantitativas y cualitativas del ejercicio físico y sus efectos sobre las funciones ejecutivas. En este sentido, se establecen cambios fisiológicos de carácter neuroquímico al aumentar neurotransmisores como la dopamina (relacionada con la atención), serotonina (influye en la memoria) o la noradrenalina, el incremento del flujo sanguíneo y una mayor oxigenación en el cerebro, la activación del córtex prefrontal y a nivel estructural del hipocampo y del cerebelo (Lluch, 2019). Sin embargo, no se ha encontrado una evidencia concluyente de los efectos de la actividad física tanto en el rendimiento académico como cognitivo de los alumnos. Aunque, sí que se ha podido constatar efectos positivos relacionados con el área de matemáticas y el cálculo (Jiménez-Vaquerizo 2019).

Siguiendo esta línea, en un estudio sobre la influencia del ejercicio físico aeróbico en la atención, la memoria y el cálculo en alumnos de 6 y 7 años, se realizaron varios test y baterías neuropsicológicas, así como la recopilación de muestras biológicas para medir el BDNF. En este estudio muestran la progresión positiva de la capacidad de cálculo con la realización de ejercicio físico, en el que además se presentan diferencias entre los grupos de frecuencia de ejercicio medio y alto. Además, en lo referente a la atención se demostró que cuanto mayor era la práctica de ejercicio físico mayor era el índice de atención y, por ende, menor tiempo de reacción (Lluch, 2019).

El tipo de ejercicio y la intensidad de este que se realice debe ser verificado pues se han demostrado efectos diferentes entre el ejercicio aeróbico y aquellas actividades que implican coordinación o perceptivo-motor, siendo estas últimas con más influencia en el desarrollo motor y cognitivo debido en parte a la variedad de estas actividades (Schmidt, 2015; Jiménez-Vaquerizo, 2019). En este sentido, el nivel de condición física está muy relacionado con el incremento de ganglios basales y el volumen del hipocampo (Jiménez-Vaquerizo, 2019), en un 2%, revirtiendo ciertos factores que puede acelerar el envejecimiento y mejorando aquellas tareas relacionadas con la memoria (Díaz-Rincón y García-Hernández, 2022). Este incremento influye en los distintos tipos de funciones ejecutivas anteriormente descritos, y que permiten la elección de una acción sobre otra, la memoria de trabajo, la posibilidad de autorregular el comportamiento y el autocontrol, la adaptación rápida a un entorno cambiante y el procesamiento de operaciones matemáticas (Lluch y De la Vega, 2019; Jiménez Vaquerizo, 2019).

Otro de los beneficios es la mejora de la plasticidad cerebral, que permite explicar cómo se produce el aprendizaje. Además, se favorece el proceso de angiogénesis o aumento del número de vasos sanguíneos que favorece la neurogénesis, y que mediante la práctica de ejercicio físico se ve incrementada la sinaptogénesis o las conexiones entre neuronas (Andrades-Suárez et al, 2022; Díaz-Rincón y García-Hernández, 2022; Álvarez-Bueno et al., 2017).

Entre los factores constatados, la práctica regular de ejercicio aeróbico beneficia las capacidades cerebrales del individuo (tanto en infantes como en adultos) (Andrades-Suárez et al, 2022). En este sentido, la frecuencia de actividad física vigorosa-moderada a lo largo de la semana incrementa los valores de la memoria y la flexibilidad y, la velocidad del procesamiento de la información (Jiménez Vaquerizo, 2019). Esta práctica continuada ayuda a mejorar el desarrollo de la memoria de trabajo, incrementando a su vez la actividad en las áreas prefrontal y parietal, aumentando a su vez las conexiones entre ambos hemisferios del cerebro (Jiménez Vaquerizo, 2019).

Estudios sobre mejora de la creatividad, en el que participaron niños y niñas de 8 y 12 años, se estableció un grupo control con las sesiones tradicionales de Educación Física, y otro grupo de intervención en el que se utilizó carrera continua con ejercicios cada vez más exigentes. Los resultados mostraron que el grupo de intervención presentaba mejoras sobre la flexibilidad cognitiva y la creatividad respecto del grupo control. En esta misma línea, otro estudio en el que participaron niños y niñas de entre 7 y 9 años, en el que se establecieron un grupo control al que no se le aplicaron cambios, y un grupo de intervención sobre el que se realizaron dos horas al día de entrenamiento fitness que constaba de 70 minutos de actividades aeróbicas seguidas de actividades de habilidades motoras. Los resultados mostraron que los alumnos que estaban en el grupo de intervención habían mejorado considerablemente su memoria de trabajo, sobre todo en aquellas tareas en el que la demanda de memoria de trabajo era más pronunciada (Martínez et al., 2022).

Khan y Hillman (2014) muestran que los estudios con roedores revelan que una cantidad variada de factores afectan a la neurogénesis incluidos el estrés, la edad, el enriquecimiento ambiental y la actividad física. Este hecho mostraba que el giro sobre la rueda de los roedores influía notablemente la mejora de tareas del hipocampo, la memoria espacial y el reconocimiento de objetos nuevos y estimulantes. Además, en estudios posteriores se mostró que estos efectos neurogenéticos se localizan en la circunvolución o giro dentado del hipocampo pero que, sin embargo, podría verse también afectado por una variedad de factores que incluyen neurotransmisores y factores de crecimiento.

En lo referente al ejercicio aeróbico y la memoria dependiente del hipocampo, este último es esencial para la construcción y representación de los elementos de una escena. Para Khan y Hillman (2014) esta forma de memoria es importante para la vinculación de asociaciones arbitrarias entre fragmentos de información y su expresión. El P300 o P3 es un componente positivo que observa el funcionamiento cognitivo en forma de onda y que permite observar la cantidad de recursos atencionales asignados y que tiene que ver con el potencial relacionado con un evento (ERP, por sus siglas en inglés) (Khan y Hillman, 2014). Las diferencias neuroeléctricas, teniendo en cuenta la condición física de niños, se pudo observar que los niños con un mayor ajuste no sólo superaron a aquellos con un ajuste menor, sino que presentaron una mayor amplitud de P300 (Khan y Hillman, 2014). Estos resultados indicaron que el alumnado con una mayor condición física poseía una mayor cantidad de recursos atencionales, una mayor flexibilidad cognitiva y un aumento de la velocidad de procesamiento cognitivo.

Por otro lado, aquellos alumnos que habían recibido un mayor volumen de actividad física presentaban al responder lo más rápido posible, una menor

amplitud de “error relacionado negativamente” (ERN por sus siglas en inglés) y que se encuentra en la parte dorsal del córtex cíngulo anterior, y que hace referencia a un componente negativo en la respuesta (Khan y Hillman, 2014). Por tanto, implica que el alumnado más apto presenta un menor conflicto en la respuesta durante la ejecución de la tarea. Siguiendo a Jiménez Vaquerizo (2019) todo ello es debido a que la actividad física genera el factor BDNF, que como fue mencionado anteriormente, aumenta la plasticidad neuronal, permitiendo que se genere una especie de lubricante que facilita el funcionamiento del cerebro. Podría decirse desde una perspectiva neurodidáctica que el ejercicio físico “enciende el cerebro” (Cruz del Moral et al., 2020).

Al existir diferentes estudios que analizan distintos tipos de ejercicios y su duración, es recomendable un estudio concreto para cada una de las funciones ejecutivas. La inclusión de tareas energizantes mejoraría las áreas de matemáticas y ciencias (Cruz del Moral et al., 2020). En este sentido, tras la realización de actividad física existe un periodo de hasta 52 minutos donde perduran esas mejoras cognitivas.

Doherty y Forés (2020) en su revisión establecen que a pesar de que exista una relación positiva entre actividad física y la cognición, existen estudios que establecen un impacto mínimo favorable, y que, aunque hayan intentado correlacionar la actividad física con la plasticidad neuronal, no se puede generalizar debido a que no se han establecido parámetros como la intensidad, duración o frecuencia del ejercicio físico (Jiménez-Vaquerizo, 2019) y que más tarde se evidenciaría la falta de rigor sobre los efectos de la actividad física en la respuesta debido a la dosis proporcionada (Jiménez-Vaquerizo, 2019). En este aspecto, cuando esta es de corta duración actúa como gen reductor del estrés, mejora el estado de ánimo y de la actividad hipocampal y, presencia extendida de serotonina y dopamina (Doherty y Forés, 2020). Sin embargo, una actividad a largo plazo de intensidad moderada a vigorosa tiene mucho más impacto en las funciones y estructuras del cerebro. De Greff et al. (2018) concluye en su metanálisis que una sesión de actividad física puede repercutir de manera positiva en la atención y la inhibición, pero no lo hará sobre el rendimiento académico ni en los otros dominios de las funciones ejecutivas. Sin embargo, el incremento de sesiones de manera regular de actividad física sí que pueden aumentar este hecho, y más si es llevado a cabo con actividades atractivas y desafiantes para el alumnado. En este sentido, Álvarez-Bueno et al. (2017) destaca que no todas las formas de ejercicio influyen en la cognición por igual, pues aquellos que requieran cognición y movimientos complejos, controlados y adaptativos tendrán una repercusión mayor sobre las funciones ejecutivas.

Van der Niet et al. (2016) utilizaron el tiempo de recreo para evaluar por medio de juegos complejos, cooperativos y de equipo, para que de manera atractiva pudieran convertirse en actividades de intensidad moderada-vigorosa y actividades cognitivas atractivas. En los resultados, se encontró una mejoría en la prueba de inhibición del grupo de intervención (Prueba Stroop) y en la prueba de memoria de trabajo verbal (Prueba DS). Sin embargo, no se encontraron diferencias significativas en aquellas que evaluaban funciones ejecutivas y en aquellas variedades de aptitud física, es decir, el estado físico no varió del grupo de intervención del grupo control. Por otro lado, estos autores indican que la inhibición, aunque aparece en la primera infancia su mayor desarrollo se produce durante la

niñez tardía (situándola sobre los 6-10 años) con un dominio sobre los 12 años (final de la Etapa Primaria). Por tanto, se presenta ese estadio más sensible durante toda esta etapa educativa. Por otro lado, la prueba DS reflejó mejoras en aquellas estrategias de memoria de trabajo, haciéndolas más eficaces. En este sentido, se relacionan esta última con la inhibición. Por tanto, se requiere que las funciones ejecutivas deben ser trabajadas de manera continuada e ir desafiando al alumnado a medida que aumenta su desempeño (Ruiz y Vera, 2014; Van der Niet, 2016).

Dentro de las metodologías activas que se utilizan en el área de Educación Física, el uso de los descansos activos ha sido objeto de estudio por innumerables autores que han mostrado la mejora de la atención con descansos activos de 15 a 20 minutos (Contreras-Jordán et al, 2020), pues las pausas activas inferiores a 10 minutos no producen mejoras atencionales, ni en su rendimiento (Andrades Suárez et al, 2022).

Siguiendo a Contreras-Jordán et al (2020), la actividad física moderada sería la más beneficiosa en términos cognitivos puesto que la Actividad Física Moderada-Vigorosa parece deteriorar el rendimiento cognitivo. Sin embargo, se debe tener en cuenta el tipo de actividad que se realiza y la intensidad empleada en dicho descanso para que sea realmente significativo. Se realizó un programa de descansos activos de 10 sesiones de 15 minutos. A pesar de no tener efectos significativos, el hecho de no interrumpir una sesión incrementa la reducción de la atención del alumnado, lo cual es un problema de aprendizaje. En este sentido, la implantación de este tipo de intervención permite mejorar la atención y reducir el sedentarismo (Contreras-Jordán et al, 2020).

Martín et al. (2022) establece la escasez de programas de Educación Física enfocadas a las funciones ejecutivas y, sobre todo, a través de la Expresión Corporal. Gracias a esta, se desarrolla la autopercepción, el autoconocimiento, la comunicación verbal y no verbal con los demás, la espontaneidad, la imaginación y creatividad, favoreciendo así el desarrollo social y personal de los alumnos (Martín et al, 2022).

En esta línea, existen estrategias para estimular las funciones ejecutivas a través de la expresión corporal como el mindfulness, la relajación, la estimulación psicomotriz, así como, el mimo, la danza o el circo (Martín et al., 2022). Para obtener el máximo beneficio para la salud mental y rendimiento cognitivo, Díaz-Rincón y García-Hernández (2022) establecen que será necesario realizar 30 minutos de actividad física moderada y otros 30 de actividad física vigorosa sin contar con las clases de Educación Física. Además, será necesario que dos días por semana se realicen ejercicios de flexibilidad, resistencia muscular y coordinación. Además, realizar 30 minutos de ejercicio aeróbico de carrera suave durante tres veces por semana provoca un mejor rendimiento cognitivo (Díaz-Rincón y García-Hernández, 2022). En definitiva, los estudios actuales de neurociencia remarcan que 60 a 90 minutos de actividad física diarios provocan grandes beneficios en la salud integral del alumnado. Sin embargo, no debe ser algo puntual, pues debe ir acompañado de un volumen, calidad, frecuencia e intensidad adecuada de trabajo óptimo (Díaz-Rincón y García-Hernández, 2022).

5. CONCLUSIONES.

El ser humano a lo largo de su desarrollo ha ido adquiriendo conocimiento por medio del fortalecimiento de conexiones neuronales y del debilitamiento de aquellas que no utiliza. Gracias a la neurociencia podemos comprender más el desarrollo del conocimiento del niño y como poder potenciarlo desde el aprendizaje. En este sentido, es muy importante que el docente tenga la formación necesaria para conocer aquellos aspectos relevantes que pueden intervenir o interferir para que un aprendizaje se convierta en significativo. Las funciones ejecutivas permiten analizar qué queremos, cómo podemos conseguirlo y cuál es el plan de actuación. Éstas que como se desarrolló en su punto, están compuestas por distintos tipos, los cuales se ven influenciados por distintos factores como el estrés, el sueño, el estado de ánimo, la alimentación y la actividad física. Una vez analizados los 16 estudios se destacan las siguientes conclusiones:

- Se observan características cuantitativas con los cambios fisiológicos a partir de cambios neuroquímicos al aumentar el número de neurotransmisores y, por otro lado, características cualitativas al producir beneficios en las relaciones interpersonales y emocionales del alumnado, en la ejecución de una determinada tarea motriz en la que el alumno tenga que anticiparse y prestar atención.
- Es importante establecer qué tipo de ejercicio, pues aquellos ejercicios que llevan a trabajar la coordinación, así como la elección de respuestas y que además son atractivos pueden contribuir más significativamente en el desarrollo de las funciones ejecutivas.
- Es importante establecer la intensidad de este, pues 15 de los 16 estudios remarcan la importancia de realizar ejercicios con una intensidad moderada vigorosa para que se pudieran observar dichos beneficios, y que se pueden mantener hasta un máximo de 52 minutos una vez finalizada la actividad.
- Con la realización de actividad física, se observa un aumento de los ganglios basales y del tamaño del hipocampo. Además, se produce un aumento de número de vasos sanguíneos en el cerebro lo que favorece la neurogénesis. Este hecho, mejora la plasticidad cerebral, que nos permite comprender como se adquiere el aprendizaje, y la sinaptogénesis que es el proceso mediante el cual se conectan las neuronas.
- El aumento de la frecuencia de actividad física modera-vigorosa produce efectos beneficiosos sobre el control inhibitorio, flexibilidad cognitiva, la atención, la planificación y la memoria de trabajo, debido a la mejora significativa de los distintos grupos de intervención en las distintas pruebas realizadas frente a los grupos control.
- Se ha podido constatar efectos positivos en el área de matemáticas, pero no hay pruebas concluyentes de los beneficios sobre el lenguaje.
- Sin embargo, aunque se hayan establecido efectos beneficiosos sobre dichas funciones ejecutivas, hay estudios que remarcan que no se encuentra una evidencia concluyente de estos efectos sobre el rendimiento académico. Este hecho puede provocar que se puedan provocar neuromitos como consecuencia de datos imprecisos a la hora de llegar a cabo los estudios. Por tanto, es importante destacar las siguientes limitaciones:

- Muchos de esos estudios no se centran en una función ejecutiva en concreto.
- Utilizan distintos tipos de actividades físicas.
- Utilizan distintos tipos de intensidad.

A pesar de estas limitaciones en los estudios, todos ellos coinciden en el beneficio de la actividad física frecuente, ya que sus beneficios no solo son a nivel físico, sino también a nivel social y emocional, favoreciendo la convivencia y el trabajo cooperativo.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Alarcón, F. Cárdenas, D., Clemente-Suárez, V., Collado-Martínez, J. A. (coordinador), Guillén Buil, J., Jiménez López, M., Lázaro Mateo, J., Navarro Ardoy, D., Mercadé Canals, O., Rivilla Arias, I., y Sánchez Sánchez, M. (2018). *Neurociencia, deporte y educación*. Wanceulen.

Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Martínez-Hortelano, J. A., y Martínez-Vizcaíno, V. (2017). *The Effect of Physical Activity Interventions on Children's Cognition and Metacognition: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.06.012>

Andrades-Suárez, K., Faúndez-Casanova, C., Carreño-Cariceo, J., López-Tapia, M., Sobarzo-Espinoza, F., Valderrama-Ponce, C., Villar-Cavieles, N., Castillo-Retamal, F., y Westphal, G. (2022). *Relación entre actividad física, rendimiento académico y funciones ejecutivas en adolescentes*. *Ciencias de la Actividad Física UCM*, 23(2), 1-17. <https://doi.org/10.29035/rcaf.23.2.10>

Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R., y Ortega, F. B. (2013). *A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study*. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), e52-e61. doi:10.1111/sms.12093

Contreras-Jordán, O., León-González, M. P., Infantes-Paniagua, Á., y Prieto-Ayuso, A. (2020). *Efecto de los descansos activos en la atención y concentración de los alumnos de Educación Primaria*. <https://doi.org/10.47553/rifop.v34i1.77723>

Correa-Griot, H. (2021). *Aportes sobre neurociencia y educación*. *Temas Segunda Época*, (7), 11-11. <https://doi.org/10.46681/Temas/a2021n7a5>

Cruz Del Moral, R., López Castro, M., y Arjona Luque, S. M. (2020). *Actividad Física intensa para la mejora de la Memoria de Trabajo en el alumnado de Educación Primaria*. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (431), ág-68. <https://doi.org/10.55166/reefd.vi431.943>

- De Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., y Hartman, E. (2018). *Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis*. Journal of science and medicine in sport, 21(5), 501-507.
- Díaz-Rincón, B., y García-Hernández, J. (2022). *Neuroacción: La neurociencia aplicada a la Educación Física*. Papeles Salmantinos De educación, (26), 11-41. <https://doi.org/10.36576/2695-5644.26.11>
- Doherty, A., y Forés, A. (2020). *Actividad física y cognición: inseparables en el aula*. Journal of Neuroeducation, 1(1), 66-75. <https://doi.org/10.1344/joned.v1i1.31665>
- Gallego, I. B. (2017). *La neurociencia en el ámbito educativo*. Revista Internacional de apoyo a la inclusión, logopedia, sociedad y multiculturalidad, 3(1), 118-135.
- García-Vallejo, A., Sánchez-Alcaraz, B., Hellín-Martínez, M., y Asencio, M. A. (2023). *Influencia de un programa de recreos activos en la condición física de estudiantes de Educación Primaria*. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (48), 222-228. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.96099>
- Jiménez-Vaquerizo, E. (2019). *Efecto del ejercicio físico en la capacidad cognitiva de escolares durante la educación obligatoria*. Lecturas: Educación Física Y Deportes, 24(259), 96-106. Recuperado a partir de <https://www.efdeportes.com/efdeportes/index.php/EFDeportes/article/view/1620>
- Khan, N. A., y Hillman, C. H. (2014). *The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review*. Pediatric exercise science, 26(2), 138-146. <https://doi.org/10.1123/pes.2013-0125>
- Lluch, L., y De la Vega, I. N. (2019). *El ágora de la neuroeducación: la neuroeducación explicada y aplicada*. Ediciones Octaedro
- Maureira, F. (2016). *Plasticidad sináptica, bdnf y ejercicio físico*. EmásF: revista digital de educación física, ISSN 1989-8304, No. 40, 2016, págs. 51-63 (pp. 51-63). [Universidad de la Rioja, 2009-]. Retrieved from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5456613>
- Martín, M. M., López, I. G., y Peña, A. A. (2022). *Impacto de la Expresión Corporal en las funciones ejecutivas del cerebro*. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (45), 462-470.
- Martínez, I. C., Rodríguez, C., y Carrasco, L. (2022). *Estimulando las funciones ejecutivas a través del movimiento: Recursos para su desarrollo en las clases de Educación Física*. Wanceulen SL. <https://play.google.com/store/books/details?id=Z15mEAAAQBAJ>
- Molina-Martín, D. (2022). *Programa Neuroeduca: entrenamiento de las funciones ejecutivas en educación infantil*. Letra Minúscula.

Organización Mundial de la Salud. (2020). *Actividad física*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity>

Pardos-Véglia, A., y González Ruiz, M. (2018). *Intervención sobre las Funciones Ejecutivas (FE) desde el contexto educativo*. Revista Iberoamericana de Educación. <https://doi.org/10.35362/rie7813269>

Rodríguez-Maimón, M. G. (2023). Los descansos activos: *Una experiencia didáctica para su desarrollo en la enseñanza primaria*. Retos: nuevas tendencias en educación física, deporte y recreación, (48), 784-790. <https://doi.org/10.47197/retos.v48.95725>

Rosselli, M., Matute, E. y Jurado, M. B. (2008). Las funciones ejecutivas a través de la vida. Revista neuropsicología, neuropsiquiatría y neurociencias, 8(1), 23-46

Ruiz, F. B., y Vera, M. R. (2014). *Estimulación temprana de las funciones ejecutivas en escolares, una revisión actualizada*. Revista de orientación educacional, 28(53), 15-24. <https://doi.org/10.16888/http://dx.doi.org/10.16888/interd.2020.37.1.6>

Schmidt, M., Jäger, K., Egger, F., Roebbers, C. M., y Conzelmann, A. (2015). *Cognitively engaging chronic physical activity, but not aerobic exercise, affects executive functions in primary school children: A group-randomized controlled trial*. Journal of Sport and Exercise Psychology, 37(6), 575-591. <https://doi.org/10.1123/jsep.2015-0069>

Van der Niet, A. G., Smith, J., Oosterlaan, J., Scherder, E. J., Hartman, E., y Visscher, C. (2016). *Effects of a cognitively demanding aerobic intervention during recess on children's physical fitness and executive functioning*. Pediatric exercise science, 28(1), 64-70. <https://doi.org/10.1123/pes.2015-0084>

Fecha de recepción: 26/7/2025

Fecha de aceptación: 2/9/2025