

Actividad Física y desarrollo de funciones cognitivas de niños y niñas de 4 a 5 años:
revisión sistemática.

Physical activity and development of cognitive functions in children aged 4 to 5 years: a
systematic review.

Julia Velásquez Oreste¹, (juliavoreste@gmail.com)

Consuelo Monsalve Fuentes¹, (consuelo.monsalve@gmail.com)

Stephanie Meza Pincheira¹, (stephaniemeza.mp@gmail.com)

Javiera Toledo Garrido¹, (jaconstoga@gmail.com)

Lucía Illanes Aguilar¹, (luciaillanesa@gmail.com)

¹Facultad de Ciencias Sociales y Artes, Universidad Mayor, Chile.

Correspondencia✉

Consuelo Monsalve Fuentes
consuelo.monsalve@gmail.com

Resumen

Objetivo: Analizar los aportes de la actividad física en el desarrollo de las funciones cognitivas de niños y niñas de 4 a 5 años. **Método:** Se desarrolló una revisión sistemática bajo directrices PRISMA, de veinticuatro artículos encontrados en PubMed, Redalyc, ResearchGate y Google Academy. **Resultados:** La práctica de actividad física tiene efectos beneficiosos en: Funciones Ejecutivas y cognitivas superiores; lenguaje, pensamiento y lectoescritura temprana. Se ven favorecidas la atención y concentración. A nivel neurofisiológico, aumento de áreas específicas del cerebro, neurogénesis, gliogénesis, mayores conexiones neuronales a nivel cortical desencadenantes de neurotransmisores como la dopamina, serotonina, norepinefrina y endorfinas. **Conclusión:** Correspondencia positiva entre la actividad física y desarrollo cognitivo de los niños y niñas menores de 5 años. Recomendable promover la actividad física en los primeros años de vida, entendiendo que es en este período donde se encuentran las mayores oportunidades de intervención para el desarrollo de las funciones cognitivas y funciones ejecutivas.

Palabras clave: Actividad física, funciones cognitivas, educación inicial, los niños y niñas, revisión sistemática.

Abstract

Aim: To analyze the contributions of physical activity in the development of cognitive functions in children aged 4 to 5 years. **Methods:** We developed a systematic review under PRISMA guidelines, of twenty-four articles found in PubMed, Redalyc, ResearchGate and Google Academy. **Results:** The practice of physical activity has beneficial effects on: EF and higher cognitive; language, thinking and early literacy. Attention and concentration are favored. At the neurophysiological level, increase of specific areas of the brain, neurogenesis, gliogenesis, greater neuronal connections at the cortical level triggering neurotransmitters such as dopamine, serotonin, norepinephrine and endorphins. **Conclusion:** Positive correlation between physical activity and cognitive development in children under 5 years of age. It is advisable to promote physical activity in the first years of life, understanding that it is in this period where the greatest opportunities for intervention for the development of cognitive functions and executive functions are found.

Keywords: Physical activity, cognitive functioning, early childhood, preschoolers, children, systematic review.

Introducción

La Actividad Física (AF) tiene un rol fundamental en el desarrollo de los niños y niñas, especialmente en la primera infancia, dado su gran aporte en el ámbito motriz, cognitivo, socioemocional y de salud en general. Durante este período crítico del desarrollo, se establecen las bases para el aprendizaje y el bienestar. De esta forma, se habla de una de las fases del desarrollo más importante de la vida, la que inevitablemente determinará su desempeño futuro y, en consecuencia, el desarrollo de la comunidad cultural a la que pertenecen.

Después de dos años de pandemia, se hace necesario recabar nuevos aportes en torno a la importancia que tiene la actividad física en el adecuado desarrollo de las funciones cognitivas de los niños y niñas, entendiendo que la actividad física favorece el proceso de aprendizaje y el desarrollo integral, particularmente, en este rango etario. De acuerdo con Aguilar-Farías et al. (2020) “Los niños necesitan del movimiento para desarrollarse integral y saludablemente. La experiencia más completa de aprendizaje y desarrollo la brinda el juego, pero lamentablemente las limitaciones de desplazamiento impuestas por las medidas sanitarias lo han afectado.” (p.2)

La AF es definida por la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2020), “como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, con el consiguiente consumo de energía. La actividad física hace referencia a todo movimiento, incluso durante el tiempo de ocio o para desplazarse a determinados lugares” (p.6)”. En el caso de los menores de 5 años, la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2020) señala que puede considerarse como AF a acciones como caminar, gatear, correr, saltar, hacer equilibrios, trepar, entre otras habilidades.

Existe suficiente evidencia respecto a que la práctica de AF, influye positivamente en la salud cardiovascular, condición física, socialización, autoconcepto y el bienestar general de los niños, pero, en la actualidad, se observa un aumento en las

investigaciones que además la indicarían como un elemento determinante en los procesos cognitivos especialmente de los niños y niñas.

Investigaciones en el área de las neurociencias, muestran evidencias que la AF permitiría que el cerebro funcione de manera óptima, dada su fuerte influencia en la neurogénesis, sinaptogénesis y la creación de conexiones neuronales en áreas cerebrales como la corteza motora, prefrontal e hipocampo, lo que permitiría una evidente mejora en el rendimiento cognitivo, promoviendo, además, un estado cerebral saludable (Nielsen, 2020).

Considerando lo señalado precedentemente, el propósito de esta Revisión Sistemática (RS) es analizar los aportes de la actividad física en el desarrollo de las funciones cognitivas de niños y niñas de 4 a 5 años.

Método.

Se llevó a cabo una revisión sistemática, de acuerdo con las directrices PRISMA (Moher et al. 2009), combinando los términos en español e inglés Actividad Física, Función Cognitiva, Educación Inicial, Physical Activity, Cognitive Functioning, Preschoolers a través de las bases de datos Pubmed, Redalyc, ResearchGate y Google Academy. Se restringió la búsqueda al rango etario de 4-5 años y a publicaciones entre el 2017 y 2022. Se aplicaron los operadores booleanos and, or, not, visualizando 1.195 documentos que fueron sometidos a criterios de elegibilidad (Tabla 1).

Tabla 1.

Criterios de elegibilidad.

| Criterios de inclusión | Criterios de exclusión |
|--|---|
| Metaanálisis, revisiones sistemáticas, estudios científicos. Publicados entre 2017 y 2022. Edad entre 4 y 5 años o el término educación inicial. Aborden los siguientes conceptos: actividad física, movimiento, aprendizaje, cognición, desarrollo cognitivo. Coherencia con la temática. | Documentos sin acceso al texto completo. Abarquen adultos, adolescentes, adultos mayores. Aborden los estilos de aprendizaje y las inteligencias múltiples. |

Resultados.

Finalmente, se seleccionaron 24 documentos relacionados con el efecto de la AF en el desarrollo de las funciones cognitivas: Funciones Superiores (lenguaje, pensamiento) y Funciones Ejecutivas (FE). El proceso de selección cualitativa se presenta en la Figura 1, a través del diagrama de flujo PRISMA (Moher et al. 2009).

Figura 1.

Diagrama de flujo.

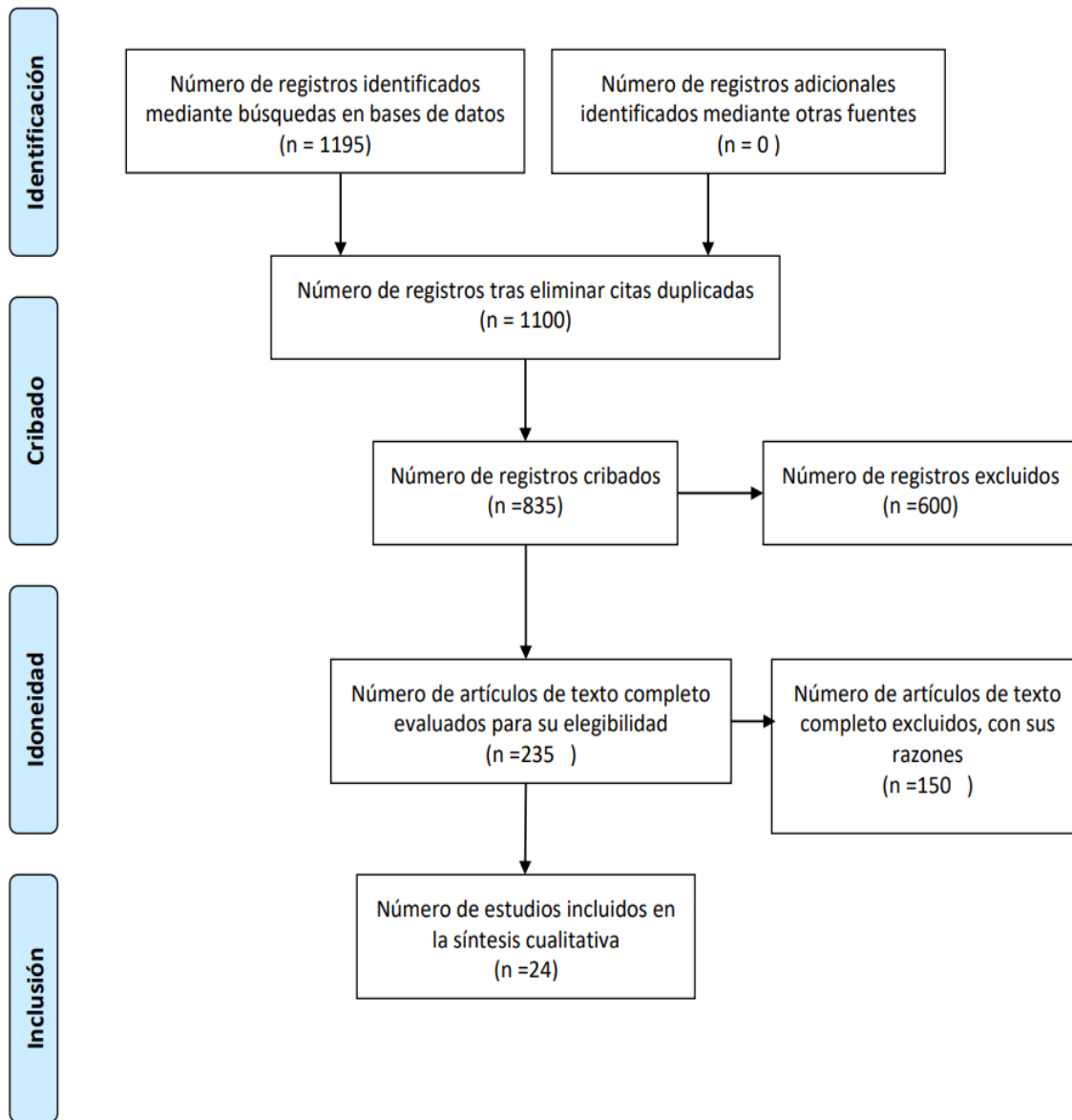


Tabla 2.

Síntesis de los resultados de los estudios seleccionados.

| Nombre autor (s) y año | Muestra | Buscadores | Metodología | Resultados |
|--------------------------------|--|------------|--------------------|---|
| Álvarez-Bueno et al. (2017) | 36 estudios: MEDLINE, EMBASE, Cochrane Central Register of Controlled Trials, Web of Science y PsycINFO. | Pubmed | RS y metaanálisis. | Intervenciones de AF son estrategias útiles para fomentar el desarrollo de la cognición de los niños: funciones cognitivas, FE básicas y de nivel superior. El ejercicio planificado y los programas dirigidos a aumentar el tiempo dedicado a la AF tienen más probabilidades de producir un efecto en la cognición de niños y adolescentes. |
| Bidzan-Bluma y Lipowska (2018) | 58 artículos: PsycInfo Medline, Google Scholar. | Pubmed | RS | La AF mejora en la atención, impacto positivo del ejercicio, tanto regular como irregular, que conduce a un aumento en el nivel de oxihemoglobina, facilitando el funcionamiento de las FE. Niños que están más en forma tenían mayores capacidades en los ganglios basales y el hipocampo. Estas áreas están asociadas con el control cognitivo y la memoria. Entre los niños de 3 a 5 años, el aumento de la AF mejora sus FE, especialmente en el área de la memoria de trabajo. |

| | | | | |
|------------------------------|---|---------------|----------------------------|---|
| <p>Carson et al. (2017).</p> | <p>96 artículos: MEDLINE, SPORTDiscus, Ovid, EMBASE, PsycINFO, Cochrane Central Register of Controlled Trials Participaron 71.291 estudiantes de 36 países.</p> | <p>Pubmed</p> | <p>RS</p> | <p>La AF se asoció al desarrollo motor favorable, buena forma física y salud ósea y esquelética. La intensidad moderada a vigorosa, la AF total y de intensidad vigorosa se asociaron favorablemente con múltiples indicadores de salud. Variedad de tipos de AF; juegos activos, aeróbicos, danza y estructurada/ organizada.</p> |
| <p>Cliff et al. (2017)</p> | <p>248 niños en edad preescolar (edad media = 4,2 ± 0,6 años, 57 % niños) participaron en el estudio PATH-ABC, Nueva Sur de Gales, Australia.</p> | <p>Pubmed</p> | <p>Estudio transversal</p> | <p>Las composiciones de comportamiento de movimiento se asociaron significativamente con el desarrollo físico y cognitivo (es decir, memoria de trabajo y vocabulario). Las combinaciones más idóneas de conductas de movimiento (por ejemplo, alto nivel de sueño, bajo nivel de sedentarismo, alta AF) pueden ser importantes para una salud óptima en los primeros años.</p> |
| <p>Li et al. (2020)</p> | <p>10 artículos: PubMed, EMBASE, Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados, PsycINFO y la Infraestructura Nacional de Conocimiento de China.</p> | <p>Pubmed</p> | <p>Metaanálisis</p> | <p>Las intervenciones de AF crónica tienen efectos pequeños pero positivos en las FE generales de los participantes [diferencia de medias estandarizada (DME) = 0,35, IC del 95 %: 0,20-0,50], así como en la inhibición (DME = 0,37, IC del 95 %: 0,12-0,62) y memoria de trabajo (SMD = 0,24, IC 95%: 0,02-0,46) y un efecto moderado en el dominio flexibilidad cognitiva (SMD = 0,66, IC 95%: 0,28-1,05).</p> |

| | | | | |
|------------------------------|--|---------------|--------------------------|--|
| <p>Malambo et al. (2022)</p> | <p>15 estudios: PubMed, Web of Science, EBSCOhost, and SPORTDiscus.</p> | <p>Pubmed</p> | <p>RS</p> | <p>El nivel de AF en niños de edad preescolar está fuertemente relacionado con la banda alfa relacionada con el rendimiento cognitivo, mientras que otros autores no mostraron asociaciones significativas entre la AF y la FE después de la intervención. Además, el tamaño del efecto de la relación entre la AF y la FE en los niños parece ser más significativa cuando las intervenciones de AF implican la coordinación de la fuerza o tareas motoras de alta exigencia.</p> |
| <p>Jylänki et al. (2022)</p> | <p>35 estudios:ERIC, ERIC, Scopus, Web of Science, PsycINFO, CINAHL, PubMed y SPORTDiscus.</p> | <p>Pubmed</p> | <p>RS</p> | <p>Existen efectos beneficiosos de la intervención sobre las habilidades cognitivas y académicas. La mayor evidencia se encontró para las FE, el lenguaje y la aritmética, y los efectos fueron mayores en la mejora de la memoria y en las intervenciones combinadas en comparación con las intervenciones de AF y habilidades motoras fundamentales solamente, mientras que las intervenciones de habilidades motoras fundamentales tuvieron efectos más grandes que las intervenciones de AF.</p> |
| <p>Song et al. (2022)</p> | <p>11 artículos: PubMed, Web of Science, PsycINFO, and SPORTDISCUS. (tamaño total de la muestra: 2053)</p> | <p>Pubmed</p> | <p>RS y metaanálisis</p> | <p>La combinación de actividades cognitivas y físicas puede producir efectos sinérgicos debido a la coactivación y la interconexión de las áreas neuronales asociadas con la cognición y el movimiento (refiriéndose en general a la corteza prefrontal y al cerebelo, respectivamente) Esta</p> |

| | | | | |
|------------------------|--|----------------|-------------------|---|
| | | | | coactivación neuronal es más fuerte cuando la tarea es exigente, novedosa, requiere concentración y cuando la respuesta requerida es impredecible y rápida. Las intervenciones de AF que se involucran cognitivamente parecen tener impactos favorables más fuertes en las FE. |
| Wilckens et al. (2020) | 22 artículos:PubMed, EMBASE, Cochrane, Central Register de Ensayos Controlados. | Pubmed | RS y metaanálisis | El ejercicio tiene un efecto positivo sobre el volumen total del hipocampo. Los cambios están asociados con tamaños de efecto moderados a grandes de mejora de la memoria y la FE. |
| Rivas (2017) | 24 artículos extraídos de: PUBMED, SCOPUS y SCIELO. | Google Academy | RS | La AF está relacionada con el desarrollo cognitivo y bienestar de los alumnos de infantil y primaria. Se sugiere que las intervenciones de AF inciden positivamente en el desarrollo de las habilidades motoras, en los procesos de atención y memoria de los infantes. |
| Romero et al. (2017) | 24 artículos: Pubmed, Scopus y Scielo. 708 participantes, rango etario de 3-12 años. | Redalyc | RS | La AF no sólo mejora el funcionamiento cognitivo en general, sino también el rendimiento en tareas que requieren de las FE. Un estilo de vida físicamente activo durante la infancia parece tener una influencia positiva en el desarrollo del cerebro. Hay fuertes asociaciones entre las habilidades motoras y las FE. El funcionamiento ejecutivo en la infancia predice el rendimiento durante toda la vida y se ha relacionado con la mejora de la |

| | | | | |
|-------------------------|---|--------------|--|--|
| | | | | competencia social, la prevención de los problemas de conducta, el éxito académico, la mejora de la salud y la calidad de vida. |
| Doherty y Forés. (2020) | 81 estudios y metaanálisis. Bases de datos no informadas. | ResearchGate | RS | Asociación positiva entre AF, estado físico y cognición. La investigación neurocientífica confirma que el aprendizaje es un proceso social, emocional, interactivo, significativo, físico y constructivo. |
| Basso y Suzuki (2017) | 273 artículos, extraídos de: Pubmed, Google Scholar. | Pubmed | Revisiones narrativas y meta analíticas. | Los efectos más consistentes informados de la AF aguda, son mejoras en las tareas cognitivas que dependen principalmente de la corteza prefrontal, mejoras en el estado de ánimo y disminuye el nivel de estrés. Existe evidencia más limitada que muestra que la AF mejora la memoria a largo plazo, la memoria asociativa, dependiente del hipocampo, el aprendizaje y la retención de habilidades motoras dependientes del estriado, memoria emocional dependiente de la amígdala, y habilidades dependientes de las cortezas visual y motora primaria. Las FE, incluida la atención, la memoria de trabajo, la resolución de problemas, la flexibilidad cognitiva, la fluidez verbal, la toma de decisiones y el control inhibitorio reciben el mayor beneficio del ejercicio agudo. |

| | | | | |
|------------------------------|---|---------|---------------------|---|
| Chacón-Cuberos et al. (2020) | 503 documentos: WOS. Revisión de 23 publicaciones de carácter científico. | Redalyc | RS | El entrenamiento multicomponente basado en el trabajo de la fuerza, la coordinación y la capacidad aeróbica permite el desarrollo metacognitivo a través de mejoras en la capacidad de atención y planificación, lo que se puede explicar por una mejor irrigación en el córtex cerebral. |
| Kuzik, et al. (2020) | 95 niños Canadienses de 3-5 años. | Pubmed | Estudio transversal | Actividades físicas moderadas a vigorosas se asociaron significativamente con el desarrollo físico (es decir, habilidades locomotoras, habilidades motoras de objetos y habilidades motoras totales) y cognitivo (es decir, memoria de trabajo y vocabulario). |
| Kuzik, et al. (2017) | 10 artículos: Medline, EMBASE, PsycINFO, and SportDiscus, con 7436 participantes de 5 países. | Pubmed | RS | Las combinaciones más idóneas de conductas de movimiento (por ejemplo, alto nivel de sueño, bajo nivel de sedentarismo, alta actividad física) pueden ser importantes para una salud óptima en los primeros años. Los resultados pueden ayudar a informar sobre las directrices de movimiento para los primeros años. |
| Zeng et al. (2017) | 15 artículos: Academic Search Complete, Communication and Mass Media Complete, Education Resources Information Center (ERIC), | Pubmed | RS | Sintetiza las evidencias experimentales de alta calidad disponible sobre la eficacia de la AF sobre las habilidades motoras y el desarrollo cognitivo en niños de 4 a 6 años con un desarrollo típico. Los hallazgos favorecen la evidencia causal de las relaciones entre la AF con las habilidades motoras |

| | | | | |
|------------------------|--|--------|--------------------|---|
| | Google Scholar, Medline, PsycInfo, PubMed, Scopus, Sport-Discus, and Web of Science | | | y el desarrollo cognitivo en niños en edad preescolar, y el aumento de la AF tiene efectos beneficiosos significativos sobre las habilidades motoras y el funcionamiento cognitivo. Sin embargo, existen limitaciones aún sobre el alcance de estos estudios, porque existen muy pocos estudios en esta área. |
| Veldman et al. (2021) | 39 artículos: Pubmed, PsycINFO y Sportdiscus. Estudios realizados en niños en edad preescolar (3 a 5 años) | Pubmed | RS | Evidencia moderada de una asociación positiva de la AF con el desarrollo motor y el desarrollo cognitivo. Mejora en los resultados de aprendizaje en niños que realizaron una AF asociada a lo que se estaba aprendiendo. Mejoras en lectoescritura temprana y lenguaje en comparación con un grupo donde no se intenciona la AF. Existe evidencia moderada de una asociación positiva de la AF con el desarrollo cognitivo en niños menores de 5 años. |
| Ruhland y Lange (2021) | 374 artículos: PubMed, Science Direct, PsycINFO y Ovid Influencia de intervenciones BC-Af en la | Pubmed | RS y metaanálisis. | Estudios incluidos, muestran una influencia positiva de la AF en varios subtipos de atención, brindan información inicial sobre la influencia de las intervenciones de AF en el aula, en la atención y la conducta enfocada en la tarea. |

| | | | | |
|--|--|----------------|-----------------------|--|
| | atención y el comportamiento en la tarea 4-18 años edad escolar. | | | |
| Organización Panamericana de la Salud (2019) | 96 artículos: MEDLINE, SPORTDiscus, EMBASE, PsycINFO y CENTRA, 71.271 participantes de 5 países. | Google Academy | RS | Posibles daños de combinaciones de mayor AF, menos tiempo pasivo ante una pantalla, y mayor duración del sueño, y los mayores beneficios son el resultado de cumplir estos tres comportamientos. En niños de 1 a 4 años también se recomiendan los factores anteriores, asociados favorablemente con el desarrollo motor, y el estado físico, también se benefician del desarrollo cognitivo. |
| Nielsen et al. (2018) | Colegio de Educación Infantil y Primaria de la provincia de Málaga. | Google Academy | Estudio de caso mixto | Actuales estudios demuestran los efectos beneficiosos de la práctica de AF en el desarrollo del cerebro, en las conexiones neuronales y en el apropiado equilibrio de las sustancias neuroquímicas, también sobre el desarrollo cognitivo, las FE y el aprendizaje, así como la necesidad de impulsar la AF desde las primeras edades. Dicha necesidad debería ser una prioridad de las políticas educativas. Entender las interacciones entre el cuerpo y el cerebro, permitirá gestionar adecuadamente el proceso educativo y propiciar un desarrollo óptimo de las habilidades cognitivas y las FE. |

| | | | | |
|----------------------------------|---|----------------|---------------------------|---|
| Arufe-Giraldez y Navarro (2021). | 30 artículos: Dialnet, Psycinfo, Sport Discus, Scopus y Web of Science. | ResearchGate | RS | Aumentar la cantidad de tiempo dedicado a la Educación Física puede promover beneficios cognitivos y mejorar la salud de los niños en edad preescolar. Se ha descubierto la dependencia de la estabilidad cortical (fuerza, equilibrio y atención – concentración) con la práctica sistemática de AF. |
| Lalama y Calle (2019) | 10 jardines de infantes de Guayaquil, Ecuador | ResearchGate | Investigación cualitativa | Construir aprendizajes a través del movimiento crea mejores situaciones simbólicas y relacionales, en donde la sinapsis entre lo lúdico y afectivo será un andamiaje perfecto para cimentar una educación basada en el juego, aprendo y me divierto. |
| Gil-Espinosa et al. (2018) | Legislación educativa española y la literatura científica en relación al juego y la AF en Educación Infantil. Bases de datos no informadas. | Google Academy | Revisión documental | Ofrecer experiencias de aprendizaje a los niños a través de actividades apropiadas para ayudarles a adquirir las habilidades psicomotrices, la comprensión cognitiva y las aptitudes sociales y emocionales que necesitan para llevar una vida físicamente activa. La trascendencia social de la educación física estriba en la influencia que puede ejercer en la calidad de vida de las personas independientemente de su edad y condición. |

Veldman et al. (2021), encontraron evidencia moderada de una asociación positiva de la AF con el desarrollo motor y el desarrollo cognitivo. Algunos estudios determinaron mejoras en los resultados de aprendizaje en aquellas(os) niñas y niños que realizaron una AFP asociada a lo que se estaba aprendiendo. También, se obtuvieron mejores aprendizajes en lectoescritura temprana y lenguaje en comparación con un grupo donde no se intenciona la actividad física.

Según Bidzan-Bluma y Lipowska (2018) la capacidad de centrar la atención mejora entre los niños y niñas que participan en actividades físicas. Los estudios transversales sugieren que, con respecto a la flexibilidad cognitiva y memoria operativa, la regularidad y la intensidad de la AF en los niños y niñas afecta positivamente su capacidad para centrar la atención en una tarea determinada.

Álvarez-Bueno et al. (2017) señalan que las intervenciones de AF son útiles para fomentar el desarrollo de la cognición de los niños y niñas: funciones cognitivas, FE básicas y de nivel superior. Por otra parte, los programas curriculares dirigidos a aumentar el tiempo dedicado a la AF tienen más probabilidades de producir un efecto positivo en la cognición de niños y adolescentes.

Se ha visto que los descansos activos posibilitan la restauración de la capacidad de atención y mejoran la irrigación cerebral. En este sentido, los entrenamientos basados en trabajos de fuerza, coordinación y capacidad aeróbica, de forma combinada, propician el desarrollo metacognitivo, mejorando la capacidad de atención y planificación, lo que se explicaría por el mejoramiento en la irrigación del córtex, lo que permitiría una activación mental más elevada (Chacón-Cuberos et al. 2020)

Dentro de los resultados obtenidos, la estructura del cerebro que mayor cambio presenta es el hipocampo, y más específicamente en el área del giro dentado. Según Wilckens et al. (2020) los niños con mayor nivel de ejercicio físico el volumen del

hipocampo es más grande, aumentando la materia gris en la porción del giro dentado de esta estructura.

En este sentido, Carson et al. (2017) expone que la AF y el sedentarismo pueden ayudar a la decisión de crear lineamientos que buscan promover comportamientos de AF para una salud y un desarrollo óptimos en los primeros años de los niños. A través de estudios observacionales, la AF se asoció consistentemente con un desarrollo motor favorable, buena forma física y salud ósea y esquelética.

Autores como Lalama y Calle (2019), concluyen que un niño o niña estimulado(a) con AF y movimiento genera, a nivel fisiológico, mayores conexiones neuronales y a nivel cortical, desencadenantes de neurotransmisores como la dopamina y serotonina, que promueven los procesos de motivación lo que permitiría la construcción de nuevos aprendizajes.

Li et al. (2020), indica que: la actividad física, podría aumentar el volumen del hipocampo, neurogénesis del hipocampo, cerebelo, cortezas cerebrales, y densidad de vasos sanguíneos en el giro dentado y el cuerpo estriado, los cuales son altamente asociados con el desarrollo cognitivo; puede aumentar el flujo sanguíneo cerebral y oxigenación a la corteza prefrontal que se ha relacionado con cambios positivos en la función cognitiva. Como tal, la AF crónica puede facilitar este fenómeno y mejorar los beneficios cognitivos entre este grupo etario, así también, se ha postulado que la AF induce la regulación al alza de los neurotransmisores (por ejemplo, dopamina, norepinefrina, endorfinas, factor neurotrófico derivado del cerebro [BDNF], factor de crecimiento similar a la insulina- que también pueden desempeñar un papel crucial en la mejora de la función cognitiva.

Por su parte Basso y Suzuki (2017) destacan la amplitud y complejidad de los cambios que se han informado en los minutos a las horas posteriores a una sola sesión de ejercicio aeróbico. Los tres efectos cognitivos/conductuales más consistentes de una sola sesión

de ejercicio en humanos son FE, ánimo mejorado y niveles de estrés reducidos. Así como los efectos neurofisiológicos y cambios en los niveles neuroquímicos, incluidos los neurotransmisores, metabolitos, factores de crecimiento y neuromoduladores.

Doherty y Forés (2020), indican que el ejercicio aeróbico, aumenta la proliferación neuronal-síntesis de factores neurotróficos (como BDNF), glicogénesis, sinaptogénesis y reduce la inflamación sistemática. Efectos que impactan en la mejora de la salud mental, reducen el deterioro de la materia gris que se produce con el envejecimiento y optimizan las funciones cognitivas. Con la AF, se acrecienta el flujo sanguíneo (vascularización), que a su vez aumenta el oxígeno y genera los nutrientes que llegan al cerebro, fomentando la actividad cerebral. Si, en el aula, el docente simplemente pide a sus estudiantes que se pongan de pie y se estiren, el cerebro recibe un 7% más oxígeno.

El ejercicio colabora en el funcionamiento del cerebro, ayudando en la plasticidad y haciéndolo más modificable y susceptible de cambios, aprendizaje y mejora, en tal sentido “cada vez que realizamos ejercicios aeróbicos se desencadena el Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (FNDC), que estimula la proliferación de nuevas neuronas (neurogénesis), nuevas conexiones entre neuronas (sinaptogénesis) y se regulan los sistemas de neurotransmisión y neuromodulación y reduce la inflamación sistemática” (Rivas 2022 p. 6). Por otra parte, no se puede dejar de lado el carácter social del cerebro y la importancia de las interrelaciones, dado que se necesita de relaciones sociales con los demás para un adecuado desarrollo.

Con respecto a la práctica de AF más vigorosa en el contexto escolar, mejoraría la memoria, la concentración y el rendimiento académico, dado que este tipo de actividad libera neurotransmisores como la “dopamina, asociada con la motivación, el enfoque y el aprendizaje; serotonina, que mejora el estado anímico, y norepinefrina, que mejora la atención, la percepción y la motivación”. (Doherty y Forés, 2020 p.69)

Song et al. (2022) concluyen que es más probable que la AF cognitivamente atractiva ofrezca mayores beneficios cognitivos que la AF que no lo es. Una posible explicación es que la AF cognitivamente activa las mismas redes neuronales que aquellas que activan las FE. El aumento de la activación de estas redes, después de un episodio de AF puede resultar en un funcionamiento neuronal más eficiente durante las actividades cognitivas posteriores, lo que resulta en un mejor rendimiento. La red neuronal reclutada directamente por la participación cognitiva de la AF es la misma que las FE, lo que sugiere que este podría ser un mecanismo. El aumento de la activación de la red neuronal aumenta el funcionamiento neuronal, lo que podría contribuir a un mayor rendimiento cognitivo.

Por otro lado, la combinación de actividades cognitivas y físicas puede producir efectos sinérgicos debido a la coactivación y la interconexión de las áreas neuronales asociadas con la cognición y el movimiento (refiriéndose en general a la corteza prefrontal y al cerebelo, respectivamente). Esta coactivación neuronal es más fuerte cuando la tarea es exigente, novedosa, requiere concentración y cuando la respuesta requerida es impredecible y rápida. Por lo tanto, las actividades físicas cognitivamente atractivas pueden estimular los parámetros contextuales necesarios para provocar la coactivación, lo que resulta en un mejor rendimiento cognitivo. En contraste con las intervenciones sólo de actividad física, las intervenciones de AF que involucran cognitivamente parecen tener impactos favorables más fuertes en las FE. La razón de esto es que una AF más comprometida cognitivamente requiere una participación y cooperación con los compañeros, anticipar el comportamiento del compañero y del oponente, adaptar las estrategias de movimiento a los requisitos cambiantes de la tarea, un proceso que requiere más interacción cognitiva y social, y la necesidad de movilizar los circuitos neuronales asociados con las FE para participar.

Jylänki et al. (2022), determina que puede ser posible apoyar el aprendizaje cognitivo y académico de los niños en edad preescolar con un desarrollo típico con intervenciones

de Desarrollo de la Motricidad Fundamental (DMF) y AF. Cuando se compararon las intervenciones de DMF y AF solas o con las intervenciones combinadas, estas últimas parecieron tener efectos más evidentes. Sin embargo, debido a la falta de grupos de control esenciales, esta noción permanece sin dilucidar. Además, se encontró que las intervenciones de DMF tienen efectos más grandes en comparación con las intervenciones de AF. No obstante, la mayoría de los estudios analizados tuvieron baja calidad metodológica, por lo que estos resultados deben tomarse con cautela.

Discusión

A partir de los hallazgos encontrados, se puede establecer que existe relación entre la AF y el desarrollo de las FE. Al respecto Bidzan-Bluma y Lipowska (2018) determinan ciertos aspectos relacionados con atención, pensamiento, lenguaje, aprendizaje y memoria que se verían influenciados por la AF, en relación a estos procesos cognitivos, manifiestan que la capacidad de centrar la atención mejora entre los niños que participan en actividades físicas. El impacto positivo de la AF, conduce a un aumento en el nivel de oxihemoglobina, facilitando el funcionamiento de las FE hasta por treinta minutos. También se encontró que los niños que realizaban AF demostraron mejores FE en términos de inhibición y mejores habilidades de planificación que los niños que no realizaban ninguna actividad física.

Por otra parte, las FE revisten gran importancia en el éxito escolar y desarrollo emocional de los niños y adolescentes, susceptibles de mejorar a través del entrenamiento tanto físico como cognitivo.

En consonancia a estos hallazgos, Álvarez-Bueno (2017), determina que las intervenciones de AF son estrategias útiles para fomentar el desarrollo de la cognición infantil (funciones cognitivas básicas y superiores y FE). Además, demuestra que el ejercicio planificado curricularmente y los programas dirigidos a aumentar el tiempo dedicado a la AF tienen más probabilidades de producir un efecto en los niños a nivel

cognitivo. Así, Kuzik et al. (2020) enuncia relaciones positivas en el desarrollo cognitivo y en el control inhibitorio.

Según Bidzan-Bluma y Lipowska (2018) los niños que están en mejores condiciones físicas tienen mayores capacidades en los ganglios basales y el hipocampo, áreas que se relacionan directamente con el control cognitivo y la memoria (aprendizaje). Entre los niños y niñas de 3 a 5 años, se evidenció que el aumento de la AF mejora sus funciones cognitivas, especialmente en el área de la memoria de trabajo. La AF en el aula (una sesión de diez minutos de AF aeróbica integrada con la práctica de matemáticas) mejoró tanto los niveles de AF como el rendimiento académico.

Coincidiendo con los hallazgos de Bidzan-Bluma y Lipowska (2018), Kuzik et al. (2017) indica que las combinaciones más idóneas de comportamiento sedentario y AF están favorablemente asociadas con el desarrollo motor y el estado físico entre los niños en edad preescolar (de 3 a 5 años).

A su vez, la AF no solo mejoraría el rendimiento académico, sino que ayudaría al rendimiento cognitivo, Chacón-Cuberos et al. (2020), señalan que “la inclusión de descansos activos permite restaurar la capacidad de atención y mejorar la irrigación cerebral obteniendo beneficios cognitivos”. (p.7). Asimismo, coinciden Hernández-Mendo et al. (2019) dado que ha aumentado la evidencia de los beneficios de la AF sobre el funcionamiento cognitivo, destacando las asociaciones entre la práctica física y las habilidades, como la atención y concentración, las FE, la memoria o el lenguaje.

Ruhland y Lange (2021), evidencian una influencia positiva de la AF y coordinación bilateral en varios subtipos de atención, brindan información inicial sobre la influencia de las intervenciones de AF y coordinación bilateral en la atención y la focalización en la tarea. Al respecto, Carson et al. (2017) coinciden en que a pesar de que la evidencia sugiere que la AF se debe promover y está destinada a optimizar la salud general de niños y niñas más pequeños, en los primeros años sigue siendo un área de investigación

relativamente nueva, por lo que la investigación futura debe centrarse en abordar una serie de lagunas y limitaciones mencionadas en la revisión, a fin de fortalecer la base de evidencia e informar con precisión la promoción de la salud en el futuro.

La OMS (2019) indica que, en los niños y niñas de 1 a 4 años, los beneficios de un mayor nivel de AF incluyen un mejor desarrollo motor, cognitivo y estado físico. Sugiere AF para niños y niñas de 3 a 4 años de edad, por al menos 180 minutos diarios de múltiples actividades físicas de cualquier intensidad, de los cuales al menos 60 minutos serán de AF de intensidad moderada a enérgica, esto se asoció favorablemente con múltiples indicadores como la salud ósea y esquelética, la salud cardiometabólica, y el desarrollo de las aptitudes cognitivas y motoras. Así también sugiere, Arufe- Giráldez et al. (2021) que la existencia de programas de Educación Física estructurados, confirman múltiples beneficios, especialmente en la esfera motriz y cognitiva, pero también en la esfera social, afectivo-emocional y la salud del niño. Se recomienda el empleo de programas estructurados en las clases de Educación Física en la etapa de Educación Infantil ya que estos producen mejoras de una manera holística en los niños y niñas de este rango etario.

En este sentido, la AF en niños de edad preescolar está fuertemente relacionada con la banda alfa relacionada con el rendimiento cognitivo. Por otra parte, el impacto de la relación entre la AF y las FE en los niños parece ser más significativo cuando las intervenciones implican la coordinación de la fuerza o tareas motoras de alta exigencia. (Malambo et al. 2022).

Romero et al. (2017) indica que la AF no sólo mejora el funcionamiento cognitivo en general, sino que también el rendimiento en tareas que requieren de las FE. También un estilo de vida físicamente activo durante la infancia parece tener una influencia positiva en el desarrollo del cerebro y que diferentes dimensiones del desempeño cognitivo, tales como la velocidad de procesamiento, la planificación y las estrategias de control, y la

memoria de trabajo, se podrían mejorar con el ejercicio físico y la AF regular coincidiendo con los hallazgos de Li et al. (2020) indicando que las intervenciones de AF crónica, especialmente las intervenciones de AF más desafíos cognitivos, tienen un efecto positivo sobre los múltiples dominios de FE en niños y niñas de 3 a 7 años. Al respecto también es coincidente con hallazgos de Song et al. (2022), quienes se refieren a que las intervenciones de ejercicio crónico tuvieron un efecto menor pero sustancial sobre las FE generales y el control inhibitorio específicamente. Una posible explicación es que la AF cognitivamente activa, estimula las mismas redes neuronales dependientes del frente que se activan cuando se activan las FE. El aumento de la activación de estas redes cerebrales después de un episodio de AF puede resultar en un funcionamiento neuronal más eficiente durante las actividades cognitivas posteriores, lo que resulta en un mejor rendimiento

En relación a la AF y su influencia positiva en niños y niñas menores de 5 años Carson et al. (2017) sostiene que se asocia favorablemente con el desarrollo motor y la aptitud física, coincidiendo en cierto modo con el estudio llevado a cabo por Cliff et al. (2017) en estudiantes preescolares australianos, donde sostiene que se justifican las estrategias para promover la adherencia a las Directrices de Conducta de Movimiento de 24 horas para niños en edad preescolar, ya que puede ser beneficioso para su desarrollo socio-cognitivo, considerando que el movimiento se asocia significativamente con el desarrollo físico, es decir, habilidades locomotoras, habilidades motoras de objetos y habilidades motoras totales, además de lo cognitivo, como lo es, la memoria de trabajo y el vocabulario.

Hallazgos de Cliff et al. (2017) indican que el uso de pantallas y la falta de AF en niños y niñas, influye indirectamente ya que obstaculiza oportunidades para la interacción social con adultos, niños y niñas de su misma edad, lo cual es crítico para el desarrollo en este período, ya que a menor AF y mayor tiempo en estado sedentario frente a una pantalla predicen períodos de sueño más cortos durante la infancia lo que puede impactar

la cognición social a través de los decrecientes períodos de sueño que permiten la regeneración de procesos cerebrales.

La revisión de Gil-Espinosa et al. (2018), demuestra que la AF y el juego deben ser protagonistas en la educación infantil, a su vez el aprendizaje basado en el juego y narración de cuentos como métodos para generar motivación intrínseca en el aprendizaje, ya que el movimiento guarda relación con el desarrollo integral de la infancia. Por lo que también indican que, la actividad y ejercicio físico desempeñan un importante papel sobre la mejora del rendimiento cognitivo y académico de los niños, niñas y adolescentes. Algunas alteraciones del lenguaje infantil están asociadas con determinados déficits neuropsicológicos, como problemas de memoria, de atención, FE, disfunciones motrices, percepción temporal, reconocimiento táctil, esquema corporal, orientación espacial y discriminación visual, en la misma línea Velman (2021) encuentra evidencia de una asociación positiva de la AF con el desarrollo motor y el desarrollo cognitivo. Observaron, mejoras en lectoescritura temprana y el lenguaje en comparación con un grupo donde no se intenciona la AF. Por lo tanto, es posible establecer una asociación positiva de la AF con el desarrollo cognitivo en niños menores de 5 años; complementa su postura Álvarez-Bueno (2017) indicando que las intervenciones de AF son estrategias útiles para fomentar el desarrollo de la cognición de los niños: funciones cognitivas, FE básicas y de nivel superior. El ejercicio planificado y los programas dirigidos a aumentar el tiempo dedicado a la AF tienen más probabilidades de producir un efecto en la cognición de niños y adolescentes.

Coincidente, autores como Gil- Espinosa et al. (2018), Nielsen et al. (2018) y Li et al. (2022) muestran los efectos de la práctica de AF en el desarrollo del cerebro, tanto en las conexiones entre las neuronas y en el apropiado equilibrio de las sustancias neuroquímicas, los efectos beneficiosos de la AF sobre el desarrollo cognitivo, las FE y el aprendizaje. Relevan la necesidad de impulsar, desde las primeras edades, la práctica de AF, convirtiendo la temática en una prioridad político social.

Conclusión

La AF interviene positivamente en el desarrollo cognitivo, psicosocial y psicomotor del grupo etario en estudio, por lo tanto, resulta trascendental promover la AF de forma sistemática y planificada, en los primeros años de vida, entendiendo que es en este período donde se encuentran las mayores oportunidades de intervención para un adecuado desarrollo de las Funciones Cognitivas Básicas y Superiores, y las FE.

La AF y su influencia en el desarrollo infantil, está presente permanentemente en discusiones científicas, sin embargo, la falta de evidencia, respecto al tipo, frecuencia e intensidad de las distintas actividades físicas y su incidencia en cada uno de los procesos cognitivos a fin de llegar a determinar cuál sería la forma más efectiva de lograr cambios profundos y duraderos en la primera infancia, no han permitido direccionar cambios de fondo en aspectos culturales, sociales y sobre todo educativos, referentes a la primera infancia.

Algunas consecuencias y efectos a largo plazo de la AF en la niñez se encuentran mayor tendencia a presentar obesidad, presión arterial alta, diabetes tipo II, enfermedades coronarias y posible disminución en la salud cognitiva, así como reducción en las FE.

Existen responsabilidades compartidas de familias, escuela y estado en la promoción de la AF en la primera infancia en particular, a través de programas intencionados, transversales, intra y extraescolares, así como provisión de equipamiento en espacios públicos y escolares.

Conflictos de interés

Las autoras declaran no presentar conflictos de interés.

Financiamiento

Esta investigación no contó con financiamiento alguno.

Agradecimientos

Agradecemos al Programa de Magíster en Neurociencias de la Educación, Universidad Mayor.

Contribución de cada uno de los autores

C.M: diseño, recolección de datos y redacción del manuscrito, J.V: análisis, y redacción del manuscrito; S.M: recolección de datos y redacción del manuscrito; J.T: diseño y redacción del manuscrito, referencias; L.I: diseño, análisis y redacción del manuscrito.

Referencias

- Aguilar-Farías, N., Verdugo-Miranda, F., & Cortinez-O'Ryan, A. (2020). Interés por la AF y recomendaciones recibidas con relación a conductas físicas durante etapas tempranas de la pandemia por COVID-19 en Chile. *Journal of Movement & Health*, 18(1). doi: [http://dx.doi.org/10.5027/jmh-Vol18-Issue1\(2021\)art115](http://dx.doi.org/10.5027/jmh-Vol18-Issue1(2021)art115)
- Alcívar-Chávez, A.C. (2018). Estimulación temprana y desarrollo psicomotriz en niños de educación inicial Caso: Unidad Educativa El Carmen, Ecuador. *Polo del Conocimiento*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Estimulaci%C3%B3n-temprana-y-desarrollo-psicomotriz-en-Alc%C3%ADvar-Ch%C3%A1vez/d9f52f600ddc1e45d1c392591455809d15069aa6>
- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sánchez-López, M., Martínez-Hortelano, J. A., & 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 & Adolescent Psychiatry*, 56(9), 729–738. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2017.06.012>
- Arufe-Giráldez, Víctor & García, Alba & Navarro Paton, Ruben. (2021). Efectos de los programas de Educación Física en el desarrollo motriz, cognitivo, social, emocional y la salud de niños de 0 a 6 años. Una revisión sistemática. *Sportis Scientific Technical Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity*. 7. 448-480. 10.17979/sportis.2021.7.3.8661.
- Basso JC, Suzuki WA. The Effects of Acute Exercise on Mood, Cognition, Neurophysiology, and Neurochemical Pathways: A Review. *Brain Plast*. 2017 Mar 28;2(2):127-152. doi: 10.3233/BPL-160040. PMID: 29765853; PMCID: PMC5928534.

- Bidzan-Bluma, I., & Lipowska, M. (2018). Physical Activity and Cognitive Functioning of Children: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(4), 800. <https://doi.org/10.3390/ijerph15040800>
- Carod-Artal F.J. Síndrome post-COVID-19: epidemiología, criterios diagnósticos y mecanismos patogénicos implicados. *Rev Neurol* 2021; 72: 384-96. doi: 10.33588/rn.7211.2021230
- Carson, V., Lee, E.-Y., Hewitt, L., Jennings, C., Hunter, S., Kuzik, N., Stearns, J. A., Unrau, S. P., Poitras, V. J., Gray, C., Adamo, K. B., Janssen, I., Okely, A. D., Spence, J. C., Timmons, B. W., Sampson, M., & Tremblay, M. S. (2017). Systematic review of the relationships between physical activity and health indicators in the early years (0-4 years). *BMC Public Health*, 17(S5). <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4860-0>
- Chacón-Cuberos, Ramón, & Ramírez-Granizo, Irwin, & Zurita-Ortega, Félix, & Castro-Sánchez, Manuel (2020). AF y rendimiento académico en la infancia y la preadolescencia: una revisión sistemática. *Apunts Educación Física y Deportes*, 36(139),1-9. [fecha de Consulta 28 de Septiembre de 2022]. ISSN: 1577-4015. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551662300001>
- Cliff, D. P., McNeill, J., Vella, S. A., Howard, S. J., Santos, R., Batterham, M., Melhuish, E., Okely, A. D., & de Rosnay, M. (2017). Adherence to 24-Hour Movement Guidelines for the Early Years and associations with social-cognitive development among Australian preschool children. *BMC Public Health*, 17(S5). <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4858-7>
- Díaz, D., Latorre, J. (2021). *Psicología médica*, 2º Edición. Elsevier España, S.L.U., 2014 ISBN: 978-84-9113-667-5 eISBN: 978-84-9113-946-1

- Doherty, A. & Forés, A. (2020). AFy cognición: inseparables en el aula. *Journal of Neuroeducation*. 1. 66-75. 10.1344/joned.v1i1.31665.
- Fajardo Estrada, A. J., Esteban Gutiérrez, J. K., & Estrada González, E. E. del R. (2021). La Importancia de la estimulación neuromotora en el desarrollo infantil. *Revista Académica CUNZAC*, 4(1), 25–31. <https://doi.org/10.46780/cunzac.v4i1.28>
- Flores-Lázaro, Julio & Ostrosky, Feggy. (2008). Neuropsicología de Lóbulos Frontales, FE y Conducta Humana. *Revista Neuropsicología Neuropsiquiatría y Neurociencias*.
- García-Perdomo, H. A. (2015). Conceptos fundamentales de las revisiones sistemáticas/metaanálisis. *Urología Colombiana*, 24(1), 28–34. <https://doi.org/10.1016/j.uroco.2015.03.005>
- Gil-Espinosa, F. J., Romance García, Á. R., & Nielsen Rodríguez, A. (2018). Juego y AF como indicadores de calidad en Educación Infantil (Games and physical activity as indicators of quality in Early Childhood Education). *Retos*, 34, 252–257. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i34.60391>
- Hernández-Mendo A, Reigal RE, López-Walle JM, Serpa S, Samdal O, Morales-Sánchez V, Juárez-Ruiz de Mier R, Tristán-Rodríguez JL, Rosado AF and Falco C (2019) Physical Activity, Sports Practice, and Cognitive Functioning: The Current Research Status. *Front. Psychol.* 10:2658. doi: 10.3389/fpsyg.2019.02658
- Kuzik, N., Naylor, P. J., Spence, J. C., & Carson, V. (2020). Movement behaviors and physical, cognitive, and social-emotional development in preschool-aged children: Cross-sectional associations using compositional analyses. *PloS one*, 15(8), e0237945. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237945>

- Kuzik, N., Poitras, V. J., Tremblay, M. S., Lee, E. Y., Hunter, S., & Carson, V. (2017). Systematic review of the relationships between combinations of movement behaviours and health indicators in the early years (0-4 years). *BMC public health*, 17(Suppl 5), 849. <https://doi.org/10.1186/s12889-017-4851-1>
- Jylänki P., Mbay, T, Hakkarainen A., Sääkslahti A., Aunio, P. (2022) The effects of motor skill and physical activity interventions on preschoolers' cognitive and academic skills: A systematic review. <https://doi.org/10.1016/j.yjpm.2021.106948>
- Lalama, A., & Calle, M. (2019). Psicomotricidad: construyendo aprendizajes a través del movimiento. *SATHIRI*, 14(2), 210 - 217. <https://doi.org/10.32645/13906925.899>
- Li, L., Zhang, J., Cao, M., Hu, W., Zhou, T., Huang, T., Chen, P., & Quan, M. (2020). The effects of chronic physical activity interventions on executive functions in children aged 3-7 years: A meta-analysis. *Journal of science and medicine in sport*, 23(10), 949–954. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.03.007>
- Mahecha Mora, M. (2020). Revisión sistemática: Relación entre la actividad física y la plasticidad cerebral. <https://repositorio.iberu.edu.co/handle/001/1146>
- Malambo, C., Nová, A., Clark, C., & Musálek, M. (2022). Associations between Fundamental Movement Skills, Physical Fitness, Motor Competency, Physical Activity, and Executive Functions in Pre-School Age Children: A Systematic Review. *Children*, 9(7), 1059. <https://doi.org/10.3390/children9071059>
- Nielsen Rodríguez, A., Romance García, Ángel, & Chinchilla Minguet, J. (2020). Los ambientes de aprendizaje como metodología activa promotora de la AF en Educación Infantil. Un estudio de caso (Learning environments as an active

methodology to promote physical activity in Early Childhood Education. A case study). *Retos*, 37, 498-504. <https://doi.org/10.47197/retos.v37i37.71026> .

Organización Mundial de la Salud. (2020). Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20la%20actividad%20f%C3%ADsica,el%20consiguiente%20consumo%20de%20energ%C3%ADa>

Organización Mundial de la Salud/ Organización Panamericana de la Salud (2019) Directrices sobre la actividad física, el comportamiento sedentario y el sueño para menores de 5 años. Washington, D.C.: Licencia: <http://iris.paho.org>.

Ortiz R., Ramírez M. (2020) Actividad física, cognición y rendimiento escolar: una breve revisión desde las neurociencias. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7397352>

Papalia, D. E., Martorell, G., & Estévez Casellas, C. (2017). *Desarrollo humano* (13a ed.). México, D. F.: McGraw Hill.

Real Academia Española. (2021). *RAE.es*. Obtenido de <https://dle.rae.es/agente>

Rivas Ramos, Sara. *Neuroeducación: Importancia de la AF para el bienestar y desarrollo cognitivo del alumnado de Infantil y Primaria. Revisión Sistemática*. Universidad Internacional de Andalucía, 2022.

Romero López, Miriam; Benavides Nieto, Alicia; Fernández Cabezas, María; Pichardo; Martínez, M. Carmen. INTERVENCIÓN EN FE EN EDUCACIÓN INFANTIL. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, vol. 3, núm. 1, 2017, pp. 253-261. Asociación Nacional de Psicología Evolutiva y Educativa de la Infancia, Adolescencia y Mayores Badajoz, España.

Ruhland, S., & W. Lange, K. (2021). Effect of classroom-based physical activity

interventions on attention and on-task behavior in schoolchildren: A systematic review. *Sports Medicine and Health Science* 3, 125-133

Song, W., Feng, L., Wang, J., Ma, F., Chen, J., Qu, S., & Luo, D. (2022). Play Smart, Be Smart? Effect of Cognitively Engaging Physical Activity Interventions on Executive Function among Children 4~12 Years Old: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Brain sciences*, 12(6), 762. <https://doi.org/10.3390/brainsci12060762>

Toro A., Sabogal A. (2017) Motricidad, juego y aprendizaje encarnado (2017). En M. Mendoza, A. Moreno. (ed.), *Infancia, juego y corporeidad* (pp. 31-64). Ediciones Delajunji.

Veldman, S. L. C., Chin A Paw, M. J. M., & Altenburg, T. M. (2021). Physical activity and prospective associations with indicators of health and development in children aged <5 years: a systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 18(1).<https://doi.org/10.1186/s12966-020-01072-w>

Wilckens, K. A., Stillman, C. M., Waiwood, A. M., Kang, C., Leckie, R. L., Peven, J. C., Foust, J. E., Fraundorf, S. H., & Erickson, K. I. (2020). Exercise interventions preserve hippocampal volume: A meta- analysis. *Hippocampus*, 31(3), 335–347. <https://doi.org/10.1002/hipo.23292>

Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P., & Gao, Z. (2017). Effects of Physical Activity on Motor Skills and Cognitive Development in Early Childhood: A Systematic Review. *BioMed research international*, 2017, 2760716. <https://doi.org/10.1155/2017/2760716>