



## ESTUDIOS

# ACTIVIDAD FÍSICA INTENSA PARA LA MEJORA DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN EL ALUMNADO DE EDUCACIÓN PRIMARIA.

Ramón Cruz del Moral, Manuel López Castro y Sandra María Arjona Luque.

*Consejería de Educación y Deporte de la Junta de Andalucía, España*

### RESUMEN

La memoria de trabajo es una de las funciones ejecutivas que más interviene en los procesos de aprendizaje: almacena y utiliza la información que se ha percibido integrando la nueva, presentándose por tanto, como fundamental para el funcionamiento cognitivo del discente. El objetivo de esta investigación es conocer la relación existente entre la actividad física intensa y la mejora de la memoria a corto plazo en el ámbito escolar. Los sujetos son alumnos/as del tercer ciclo de la Educación Primaria con  $n=35$ , de los que 20 son niños y 15 niñas. Se utilizó la aplicación informática N-Back, con la que se diseñó un estudio cuasiexperimental que dispone de un grupo control y otro experimental. Tras el análisis estadístico se comprueba que se consiguen diferencias estadísticamente muy significativas entre el grupo control y el grupo experimental en la variable dependiente en las medidas post. Se utiliza la  $d$  de Cohen con la que se evidencia una alta incidencia de la variable independiente. Pudiendo concluir que la actividad física intensa mejora significativamente la memoria de trabajo del alumnado del tercer ciclo de la Educación Primaria, presentándose como una actividad crucial en la práctica docente para favorecer aquellos procesos en los que intervenga.

**PALABRAS CLAVE:** Educación Física; Actividad física; Funciones ejecutivas; Memoria de trabajo; Neuropsicología escolar.



INTENSE PHYSICAL ACTIVITY TO IMPROVE WORKING MEMORY IN  
PRIMARY EDUCATION STUDENTS.

## ABSTRACT

Working memory is one of the executive functions that most takes part in the learning processes, stores and uses the information that has been perceived integrating the new one, presenting itself as fundamental for the cognitive functioning of the student. The objective of this research is to know the relationship between intense physical activity and the improvement of short-term memory in the school environment. The participants are students of the third stage of Primary Education with  $n = 35$ , of which 20 are boys and 15 girls. The N-Back computer application was used, with which a quasi-experimental study was designed with a control group and an experimental group. After the statistical analysis, it is found that statistically very significant differences are achieved between the control group and the experimental group in the dependent variable in post measurements. Cohen's  $d$  is used, which shows a high incidence of the independent variable. Being able to conclude that intense physical activity significantly improves the working memory of students in the third stage of Primary Education, presenting itself as a crucial activity in teaching practice to favor those processes in which it intervenes.

**KEYWORDS:** Physical education; Physical activity; Executive functions; Short-term memory; School neuropsychol.

**Correspondencia:** Ramón Cruz del Moral. **Email:** ramon.cruz.edu@juntadeandalucia.es

**Historia del artículo:** Recibido el 7 de noviembre de 2020. Aceptado el 22 de diciembre de 2020

Las funciones ejecutivas (FFEE) se definen como el conjunto de procesos cognitivos implicados en la resolución de situaciones novedosas y que nos permiten la adaptación a entornos cambiantes (Collette, Hogge, Salmon y Van der Linden, 2006; Tirapu-Ustároz, Cordero-Andrés y Bausela-Herreras, 2018).

La memoria de trabajo (MT), como una de las capacidades que intervienen en las FFEE, favorece un adecuado rendimiento académico, almacenando y utilizando la información durante cortos periodos de tiempo a la vez que se manipula nueva información en procesos de alta complejidad (Baddely, 1983), ampliando el éxito de dichas funciones (Burgess, Gray, Conway y Braver, 2011). La memoria a corto plazo se encuentra en el núcleo del funcionamiento cognitivo y juega un papel crucial en el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas y la actividad intelectual de los niños (Chen, Zhu, Yan y Yin, 2016), por lo que la MT predice con precisión la aptitud escolar y se considera una condición crítica para procesos cognitivos subyacentes de orden superior, incluido el control de la atención y el razonamiento (Au, et al., 2014).

La influencia de esta capacidad en el ámbito educativo se manifiesta por su correlación positiva y significativa con la comprensión lectora (González-Hernández, Otero y Castro, 2016), mientras que en el ámbito matemático Toll, Van der Ven, Kroesbergen y Van Luit (2011) encuentran que la función ejecutiva que más predice las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas es la MT, produciéndose mejoras significativas en el intervalo de edad que abarca la etapa de Educación Primaria (Injoque, Packiam, Alejandra, y Burin, 2011; Lee, Bull y Ho, 2013).

Desde la investigación neurodidáctica se ha establecido que el ejercicio físico «enciende el cerebro», este efecto se debe a la producción del Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF del inglés brain-derived neurotrophic factor). El BDNF es una proteína que activa las células nerviosas, predisponiendo a las neuronas para el aprendizaje y aumentando la memoria (Ratey, 2008). Además, se comparte que la AF mejora el estado emocional del sujeto interviniendo directamente en la calidad del proceso de codificación de la información, uno de los tres que forman parte del sistema de la MT junto con el almacenamiento y la evocación de la información (Etchepareborda y Abad-Mas, 2005).

Por lo tanto, este trabajo plantea una investigación desde el paradigma cuantitativo con el objetivo de buscar propuestas que se implementen en las aulas para una mejora efectiva de los procesos de enseñanza-aprendizaje. Para conseguirlo se pretende determinar si la AF intensa mejora la memoria a corto plazo en el alumnado del tercer ciclo de la Educación Primaria.

## Participantes

Los grupos se han seleccionado por la accesibilidad de los investigadores para realizar las mediciones, los dos centros son de la provincia de Jaén y están localizados en: Valdepeñas de Jaén donde se ha desarrollado la intervención con el Grupo Experimental de AF (GE) y en La Bobadilla donde se ha situado el Grupo Control (GC).

Los sujetos pertenecen al tercer ciclo de la etapa de Educación Primaria, cada uno de los conjuntos muestrales está compuesto por los alumnos/as reflejados en la Tabla 1, resultando N=35. Los grupos tendrán un carácter no equivalente y sin aleatorizar, por estar conformados previamente, aunque la selección de los individuos según el nivel educativo sí se ha realizado al azar.

**Tabla 1.- Sexo y Nivel Educativo**

		GC	GE		Sig*
Sexo	Niño	10	10	20	0,728
	Niña	8	7	15	
Nivel Educativo	Quinto	9	12	21	0,305
	Sexto	9	5	14	
Total N				35	

\*Chi cuadrado de Pearson

## Instrumentos

Se utiliza la aplicación informática N-Back. Esta prueba es un instrumento válido, fácil y de rápida aplicación. Ha sido ampliamente utilizada en este tipo de estudios ya que realiza mediciones sobre la MT, al activar las mismas regiones cerebrales que intervienen en ella (León-Domínguez, Martín-Rodríguez y León-Carrión, 2015; Owen, et al., 2005), y porque se reconoce que valora la capacidad de la MT por actualizar constantemente la información (Tirapu-Ustárroz, Cordero-Andrés y Bausela-Herrerías, 2918).

La aplicación N-back presenta una secuencia de estímulos y requiere que se responda cuando el estímulo actual (n) coincide con un estímulo anterior, por ejemplo: n-1, n-2, etc...

La tarea propuesta contiene una secuencia de 21 estímulos presentados con una duración de 3 s. y un intervalo entre ellos de 2 s., la estructura fue de n-1. La forma seleccionada fue un cuadrado. Los sujetos recibieron instrucciones de responder tan rápido y con la mayor precisión posible con una presión en la tecla A (para la posición) y en la tecla F (para el color). Los estímulos presentados fueron posición para las medidas PRE, PRIMERA y SEGUNDA. Mientras que para la tercera con el fin de reducir el sesgo por exposición al instrumento se incluyó, junto con la posición, el color de la figura.

Para determinar el ritmo cardíaco en el GE se utilizó el pulsioxímetro Gohappybuy (GHB) SpO<sub>2</sub> PR PI ODI.

## Diseño de la investigación

El diseño es de tipo cuasiexperimental, con dos grupos (GE y GC) (tabla 2). En nuestra investigación se realizó en el GE sesiones de AF entre clase y clase de áreas instrumentales (Matemáticas y Lengua Castellana y Literatura), con una duración de 5 minutos y con una intensidad por encima del 50% del ritmo cardíaco. Cada sesión se estructuró con una repetición por ejercicio durante 30 segundos con 30 segundos de descanso entre ellos. Al terminar el alumnado se sentaba en sus pupitres individuales y cumplimentaba el cuestionario N-Back.

El mismo día, a la misma hora y entre las sesiones de clase de las mismas áreas el GC realizaba el cuestionario sin la práctica de AF.

**Tabla 2.** Grupos (GE y GC)

GRUPO	MEDIDA PRE	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3
GE	N-Back (color)	Act. Físi. N-Back (color)	Act. Físi. N-Back (color)	Act. Físi. N-Back (color y posición)
GC	N-Back (color)	N-Back (color)	N-Back (color)	N-Back (color y posición)

## Variables

La variable dependiente (VD) que se pretende estudiar es la memoria a corto plazo, realizándose mediciones sobre el porcentaje de aciertos.

La variable independiente (VI) es el programa de ejercicios de AF intensa que se implementa en el GE.

Para el desarrollo de nuestra propuesta aplicamos el diseño establecido en Ma, Le Mare y Gurd (2015), estos autores aplican programas de AF intensa durante 4 minutos entre sesión y sesión de las áreas instrumentales. En su trabajo se consiguieron mejoras estadísticamente significativas en la capacidad de atención de los sujetos estudiados.

## Análisis de datos

El análisis estadístico se desarrolla con un 95% de intervalo de confianza ( $p < 0,05$ ).

Para determinar la validez de los resultados de las diferentes distribuciones se aplica el estadístico Alpha de Cronbach.

Se realiza un estudio descriptivo de la variable dependiente para cada una de las mediciones, aplicándose pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) y homocedasticidad (Levene) en cada una de las medidas.

Al existir medidas en dos grupos diferentes se aplica el estadístico  $t$  de Student, realizándose la  $d$  de Cohen para comprobar el tamaño del efecto que el programa de AF produce, entendiéndose la  $d$  como la proporción de la VD que es explicada por la VI (Cárdenas y Arancibia, 2014).

## RESULTADOS

Los resultados obtenidos con el N-Back nos aportan unas distribuciones con los porcentajes de aciertos de las 4 mediciones, su fiabilidad es alta al considerar que  $\alpha$  de Cronbach=0,740. Para comprobar la intensidad de los ejercicios físicos planteados y realizados por el GE se mide el ritmo cardiaco anterior y posterior a dichos ejercicios, resultando los datos reflejados en la Tabla 3.

**Tabla 3.-** Diferencias ritmo cardiaco en el GE

Medidas	$\bar{x} \pm SD$	Sig.
Pulsaciones por minuto PRE	75,68±6,36	0,013
Pulsaciones por minuto POST	114,75±12,7	

El aumento de las pulsaciones por minuto que se provoca con la serie de ejercicios físicos intensos se sitúa en el 51,62%.

Los datos descriptivos de las cuatro medidas se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4.-** Descriptivos

Medidas	Grupos	$\bar{x} \pm SD$	Mínimo	Máximo
Porcentaje de aciertos PRE	GC	80±13,72	60	100
	GE	88,24±20,07	20	100
Porcentaje de aciertos PRIMERA MEDIDA	GC	64,44±37,29	0	100
	GE	95,29±8,74	80	100
Porcentaje de aciertos SEGUNDA MEDIDA	GC	74,44±34,84	0	100
	GE	96,47±7,85	80	100
Porcentaje de aciertos TERCERA MEDIDA	GC	47,78±33,70	0	100
	GE	71,18±19,00	40	100

En la Tabla 5 se muestran los resultados de la prueba de Levene en la medida PRE.

**Tabla 5.-** Prueba de homogeneidad de varianzas en la medida PRE

Medidas	Levene	gl1	gl2	Sig
Porcentaje de aciertos PRE	1,424	2	50	0,241

Los datos obtenidos con la prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov (Tabla 6) nos indican que las cuatro distribuciones manifiestan características que se ajusten a la normalidad.

**Tabla 6.- Prueba de Kolmogorov-Smirnov**

Medidas	K-S	Sig
Porcentaje de aciertos PRE	1,082	0,192
Porcentaje de aciertos PRIMERA MEDIDA	1,314	0,063
Porcentaje de aciertos SEGUNDA MEDIDA	1,121	0,162
Porcentaje de aciertos TERCERA MEDIDA	1,150	0,142

Al comprobar la diferencia de medias y que la distribución de la VD cumple con los requisitos de normalidad se aplica la *t* de Student para comprobar si esas diferencias son estadísticamente significativas (tabla 7).

**Tabla 7.- Significatividad estadística de la diferencia de medias**

Medidas	DM*	t	gl	Sig
Porcentaje de aciertos PRE	8,24	1,42	33	0,164
Porcentaje de aciertos PRIMERA MEDIDA	30,85	3,41	18,96	0,003
Porcentaje de aciertos SEGUNDA MEDIDA	22,03	2,61	18,82	0,017
Porcentaje de aciertos TERCERA MEDIDA	23,4	2,54	27,1	0,017

\*Diferencia de medias

A la vista de los datos mostrados en la Tabla 7, podemos afirmar que en la medida pre-tratamiento no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. En la primera y segunda medida que se realizan (posición), una vez que se implementan las intervenciones correspondientes en el GE, se obtienen diferencias estadísticamente muy significativas al compararlo con el GC.

Al observar los resultados de la tercera (color y posición) también se comprueba que existen diferencias estadísticamente significativas entre el GC y el GE.

Al ser la muestra de grupos naturales con un número limitado de sujetos y resultando reducida, se estima oportuno comprobar el tamaño del efecto que el programa de AF produce, aplicando la *d* de Cohen para dar mayor solidez a las conclusiones que se obtengan del estudio de los datos (tabla 8).

**Tabla 8.- Prueba d de Cohen en las cuatro medidas**

	d
Porcentaje de aciertos PRE	0,49
Porcentaje de aciertos PRIMERA	1,13
Porcentaje de aciertos SEGUNDA	0,87
Porcentaje de aciertos TERCERA	0,85

Se aprecia con el tamaño de la  $d$  de Cohen la alta incidencia que tiene la VI en la mejora de la MT en el GE (Cárdenas y Arancibia, 2014). Entendiéndose que la puntuación media del sujeto muestral promedio del GE está 1,13; 0,87 y 0,85 desviaciones típicas, respectivamente, por encima de la media del sujeto promedio del GC.

## DISCUSIÓN

Esta investigación surge de la propuesta que realiza la Asociación Británica de Medicina Deportiva y del Ejercicio cuando defiende que se hacen necesarias rutinas cortas e intensas de actividad física (AF) en el día a día escolar (Mooney, 2010). En el mismo sentido se manifiestan Kushal, Takahashi, Tokunaga y Wilczynska (2014) cuando aseguran que este tipo de programas pueden mejorar los resultados académicos del alumnado.

La relación que se establece entre las variables de nuestra investigación favorece el conocimiento sobre la aplicación de determinadas intervenciones motrices en los procesos de aprendizaje, ya que es débil la aportación científica sobre la relación existente entre AF y rendimiento académico cuando se toma como VD las calificaciones obtenidas en diferentes áreas (Reloba, Chiroso y Reigal, 2016). Además, los estudios realizados son muy variados en el tipo (aeróbicos, anaeróbicos, coordinativos, etc...) y en la duración (entre 4 y 45 minutos), por lo que consideramos que es necesario el estudio concreto del efecto de dicha AF intensa en cada una de las FFEE, centrándose esta investigación en la MT.

Otro aspecto que se muestra como positivo para la praxis docente es la aplicabilidad de nuestro programa, ya que se defiende que el currículum tiene un enfoque excesivamente académico y que la inclusión de actividades «energizantes» mejorarían áreas como las matemáticas y las ciencias (Andrew, Donald, David y Lubans, 2015). En este sentido, en la revisión bibliográfica realizada se aprecia que existen trabajos que evidencian que la AF moderada, con una carga de tiempo medio, produce mejoras cognitivas no sólo tras realizarla, si no que perduran hasta 52 minutos después de finalizar (Joyce, Graydon, McMorris y Davranche, 2009). Al igual que el ejemplo anterior, existen diversos programas que diseñan experimentos con sesiones de AF excesivamente largas en el tiempo, lo que ocasiona que no sean opciones aplicables en la práctica diaria de los docentes (Verburgh, Konigs, Scherder y Oosterlaan, 2014; Drollette, et al., 2014; Stroth, Kubesch, Dieterle, y Ruchsow, 2009; Hillman, Pontifex y Raine, 2009).

Nuestros resultados respaldan los obtenidos en un trabajo desarrollado en sujetos infantiles con obesidad, en el que se consiguieron diferencias significativas en la asociación entre



la AF y la MT cuando la primera era intensa (Mora-González, et al. 2019). También se accede a la misma relación en la investigación realizada por Alesi, et al. (2020), al producirse mejoras significativas en la MT del GE cuando se le implementa un programa aumentado de Educación Física.

El valor del tamaño del efecto de nuestro estudio está por encima del obtenido por Chang, Labban, Gapin y Etnier (2012) al investigar la relación existente entre la AF y el rendimiento cognitivo, donde se obtuvo una  $d=0,17$ . Del mismo modo encontramos también un valor inferior en la investigación de Verburgh, Konigs, Scherder y Oosterlaan (2014), donde se halló un valor  $d=0,57$  al estudiar la relación entre la AF y diferentes elementos de las FFEE (control inhibitorio y control de interferencia) en niños.

## CONCLUSIÓN

Por lo tanto, dando respuesta al objetivo planteado, se concluye que la AF intensa favorece la mejora significativa de la MT en el alumnado del tercer ciclo de Educación Primaria.

## APLICACIONES PRÁCTICAS

La MT interviene en un amplio número de problemas académicos y trastornos clínicos que afectan a los niños en edad escolar (Fitzpatrick y Pagani, 2012; Hutchinson, Bavin, Efron y Sciberras, 2012). Desde un punto de vista práctico, el profesorado encargado de implementar tareas que requieran la puesta en marcha de algún proceso cognitivo superior por parte del alumnado, ha de tener muy presente los resultados obtenidos en esta investigación ya que, proporcionan información contrastada con el método científico. Las aportaciones que se derivan de los hallazgos de este trabajo son idóneas para la realización de actividades y/o tareas en las que la MT sea una variable a considerar (comprensión y expresión lectora, comprensión y expresión oral, cálculo, resolución de problemas matemáticos, etc...), favoreciendo así el éxito académico.

## REFERENCIAS

- Alesi, M., Giordano, G., Giaccone, M., Basile, M., Costa, S. y Bianco, A. (2020). Effects of the Enriched Sports Activities-Program on Executive Functions in Italian Children. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* 5(26). <https://doi:10.3390/jfmk5020026>
- Andrew P., Donald R., David R. y Lubans, D. (2015). Supporting Public Health Priorities: Recommendations for Physical Education and Physical Activity Promotion in Schools. *Progress in Cardiovascular Diseases*, 57,4, 368-374. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2014.09.010>
- Au, J., Sheehan, E., Tsai, N., Duncan, G.J., Buschkuhl, M. y Jaeggi, S.M. (2014). Improving fluid intelligence with training on working memory: a meta-analysis. *Psychon Bull Rev*, 22(2), 366-377. <https://doi:10.3758/s13423-014-0699-x>
- Baddely, A. D. (1983). Working memory. *Philos Trans R. Soc. London.* 302, 311-324.
- Burgess, G.C., Gray, J.R., Conway, A.R. y Braver, T. S. (2011). Neural mechanisms of interference control underlie the relationship between fluid intelligence and working memory span. *Journal of Experimental Psychology General*, 140(4), 674–692. <https://doi.org/10.1037/a0024695>
- 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, 69-79

- Cárdenas, M. y Arancibia, H. (2014). Potencia estadística y cálculo del tamaño del efecto en  $g^*$ power: complementos a las pruebas de significación estadística y su aplicación en psicología. *Salud y Sociedad*, 5(2), 210-224. <https://doi.org/10.22199/s07187475.2014.0002.00006>
- Chang Y. K., Labban J. D., Gapin J. I. y Etmier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain Res*, 1453, 87–101.
- Chen, A., Zhu, L., Yan, Y. y Yin, H.G. (2016). Neural Basis of Working Memory Enhancement after Acute Aerobic Exercise: fMRI Study of Preadolescent Children. *Front. Psychol.*, 21(7). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01804>
- Collette, F., Hogge, M., Salmon, E. y Van der Linden, M. (2006). Exploration of the neural substrates of executive functioning by functional neuroimaging. *Neuroscience*, 139, 209-221.
- Drollette, E. S., Scudder, M. R., Raine, L. B., Moore, R. D., Saliba, B. J., Pontifex, M. B., et al. (2014). Acute exercise facilitates brain function and cognition in children who need it most: an ERP study of individual differences in inhibitory control capacity. *Dev Cogn Neurosci*, (7), 53-64. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2013.11.001>
- Etchepareborda, M. C. y Abad-Mas, L. (2005). Memoria de trabajo en los procesos básicos del aprendizaje. *Revista de Neurología*, 40(1).
- Fitzpatrick, C. y Pagani, L. S. (2012). Toddler working memory skills predict kindergarten school readiness. *Intelligence*, 40(2), 205-212.
- González-Hernández, K., Otero, L. y Castro, A. M. (2016). Comprensión lectora, memoria de trabajo, fluidez y vocabulario en escolares cubanos. *Actualidades Investigativas en Educación*, 16(1), 1-18. <https://doi.org/10.15517/aie.v16i1.21715>
- Hillman, C.H., Pontifex, M.B., Raine, L.B., Castelli, D. M., Hall, E. E. y Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044–1054. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2009.01.057>
- Hutchinson, E., Bavin, E., Efron, D. y Sciberras, E. (2012). A comparison of working memory profiles in school-aged children with specific language impairment, attention deficit/hyperactivity disorder, comorbid SLI and ADHD and their typically developing peers. *Child Neuropsychology*, 18(2), 190-207.
- Injoque, I, Packiam, T, Alejandra, C. y Burin, D. (2011). Assessing working memory in Spanish speaking children: Automated working memory assessment battery adaptation. *Learning and Individual Differences*, 21, 78–84.
- Joyce, J., Graydon, J, McMorris, T. y Davranche, K. (2009). The time course effect of moderate intensity exercise on response execution and response inhibition. *Brain and Cognition*, 1(71), 14-19. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2009.03.004>
- Kushal, R., Takahashi, T., Takunaga, M. y Wilczynska, A. (2014). Effect of Brain Derived Neurotrophic Factor, In Relation to Diet and Lifestyle Factors, for Prevention of Neuropsychiatric and Vascular Diseases and Diabetes. *Open Nutr J*, 7, 5-14.
- Lee, K., Bull, R. y Ho, R. M. (2013). Developmental changes in executive functioning. *Child Development*, 84(6), 1933-1953.
- León-Domínguez, U., Martín-Rodríguez, J.F. y León-Carrión, J. (2015). 173 Executive n-back tasks for the neuropsychological assessment of working memory. *Behavioural Brain Research*, (292), 167-173. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.06.002>
- Ma, J.K., Le Mare, L. y Gurd, B.J. (2015). Four minutes of in-class high-intensity interval activity improves selective attention in 9- to 11-year olds. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 3(40), 238-244. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0309>
- Mora-Gonzalez, J., Esteban-Cornejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Higueles, J.H., Rodriguez-Ayllon, M., Molina-García, P, et al. (2019). Fitness, physical activity, working memory, and neuroelectric activity in children with overweight/obesity. *Scandinavian Journal of Medicine Science & Sports*, 29(9), 1352–1363.
- Mooney, H. (2010). Sports experts criticise school PE lessons for failing to keep children fit. *British Medical Journal*, (341). <https://doi.org/10.1136/bmj.c6873>
- Owen, A., McMillan, K., Laird, A. y Bullmore, E. (2005). N-Back Working Memory Paradigm: A Meta-Analysis of Normative Functional Neuroimaging Studies. *Human Brain Mapping*, 25, 46–59.
- Ratey, J.J. (2008). *Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain*, New York, Estados Unidos: Little, Brown.
- Reloba, S., Chiroso, L.J. y Reigal, R.E. (2016). Relación entre actividad física, procesos cognitivos y rendimiento académico de escolares: revisión de la literatura actual. *Rev Andal Med Deporte*, 9(4), 166-172.

- Schmider, E., Ziegler, M., Danay, E., Beyer, L. y Bühner, M. (2010). Is it really robust? Reinvestigating the robustness of ANOVA against violations of the normal distribution assumption. *Methodology*, 6(4), 147-151.
- Stroth, S., Kubesch, S., Dieterle, K. y Ruchow, M. (2009). Physical fitness, but not acute exercise modulates event related potential indices for executive control in healthy adolescents. *Brain Res*, (1269), 114–124. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2009.02.073>
- Tirapu-Ustárruz, J., Cordero-Andrés, P. y Bausela-Herreras, E. (2018). Funciones ejecutivas en población infantil: propuesta de una clarificación conceptual e integradora basada en resultado de análisis factoriales. *Cuadernos de Neuropsicología Panamerican Journal of Neuropsychology*, 12(3). <https://doi.org/10.7714/CNPS/12.3.203>
- Toll, S.W.M., Van der Ven S.H.G, Kroesbergen, E.H. y Van Luit, J.E.H. (2011). Executive Functions as Predictors of Math Learning Disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521-532. <https://doi.org/10.1177/0022219410387302>
- Verburgh, L., Konigs, M., Scherder, E.J. y Oosterlaan, J. (2014). Physical exercise and executive functions in preadolescent children, adolescents and young adults: a meta analysis. *Br J Sports Med*, 48(12), 973–979. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091441>