

Las modernas investigaciones en neurociencia están revelando que la actividad física es tan buena para el corazón como para el cerebro. No solo mejora el sistema cardiovascular o el sistema inmunológico, lo que repercute directamente en la motivación o el estado de ánimo, sino que, además, hoy ya conocemos cómo el ejercicio regular es capaz de modificar el entorno químico y neuronal que favorece el aprendizaje. Y estos beneficios que se pueden dar a cualquier edad, tienen unas enormes repercusiones educativas.

ESTUDIOS CON ADULTOS

Sabemos que el cerebro humano, debido a su plasticidad, tiene una enorme capacidad para modificar su estructura y funcionamiento a través de la interacción con el entorno. Y en este proceso continuo de adaptación y supervivencia de la especie durante miles de años que ha permitido que el cerebro se desarrollara, es innegable que la actividad física ha desempeñado un papel crucial. Y si la integración de las capacidades cognitivas en las operaciones motrices era necesaria para la supervivencia del ser humano, no es casualidad que el hipocampo, imprescindible para la [memoria explícita](#) y el aprendizaje, sea una de las regiones cerebrales más influenciadas por el ejercicio físico (Gómez-Pinilla y Hillman, 2013).

Mejora de la infraestructura neuronal: el BDNF

En un estudio en el que participaron 120 personas mayores (Erickson et al., 2011) se demostró que un entrenamiento aeróbico de intensidad moderada de tres días por semana durante un año aumentó un 2% el volumen de su hipocampo, lo cual iba acompañado de una mejora de la memoria espacial y de un incremento de los niveles de una proteína, el BDNF (del inglés, factor neurotrófico derivado del cerebro). El BDNF segregado como consecuencia del ejercicio físico es muy importante porque:

- Mejora la plasticidad sináptica, es decir, fortalece las conexiones neuronales que garantizan el aprendizaje. Cuando se bloquea esta molécula en ratones, se eliminan los beneficios cognitivos de la actividad física (Vaynman et al., 2004).
- Aumenta la neurogénesis en una región imprescindible para la formación de las memorias: el hipocampo (ver figura 1). Este proceso de formación de nuevas neuronas, que ya se había comprobado en otros mamíferos, facilita los procesos cognitivos (Pereira et al., 2007).
- Aumenta la vascularidad cerebral. El aumento de sangre en las neuronas permite la llegada de toda una serie de nutrientes que mejoran su funcionamiento. Este proceso en el que intervienen también otros factores de crecimiento como el IGF-1 o el VEGF está directamente relacionado con la neurogénesis (Van Praag, 2009).

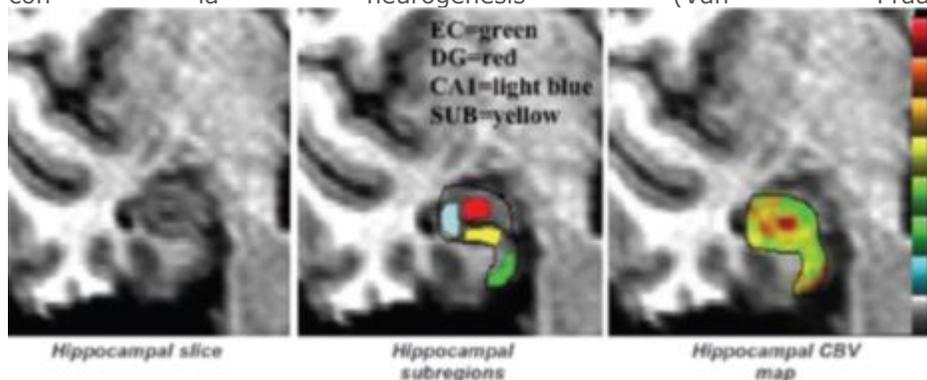


Figura 1. Regiones del hipocampo humano en las que se da la neurogénesis. La imagen de la derecha muestra en rojo y en naranja las zonas con mayor vascularidad (Pereira et al., 2007).

Aunque en la mayoría de estudios se han comprobado los beneficios del ejercicio físico aeróbico, en condiciones anaeróbicas también se han encontrado efectos positivos. Así, por ejemplo, en un estudio en el que participaron estudiantes deportistas con edades por encima de los 20 años,

se comprobó que aquellos a los que se les sometía a una prueba de vocabulario tras 3 minutos de sprints, aprendían palabras un 20% más rápido que aquellos que o bien descansaban o bien realizaban una larga prueba aeróbica de baja intensidad. Y sus análisis de sangre revelaron mayores niveles de BDNF (Winter et al., 2007).

La demostración de que con solo unos minutos de ejercicio se puede mejorar el aprendizaje posterior sugiere la necesidad de utilizar descansos regulares durante la jornada escolar para mejorar el rendimiento académico. Al realizarse el ejercicio físico se generan neurotransmisores como la serotonina, la noradrenalina y la dopamina que sabemos que benefician el estado de alerta, la atención o la motivación (Ratey y Hagerman, 2008), factores críticos en el proceso de aprendizaje. Y esa es la receta perfecta para combatir el tan temido estrés.

Pensando en el futuro: la reserva cognitiva

A parte de todo lo anteriormente comentado, también se ha demostrado que los beneficios de la actividad física son acumulativos, es decir, inciden sobre lo que se conoce como reserva cognitiva que, por ejemplo, nos permitirá alargar el efecto protector ante ciertas enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. En un estudio en el que participaron más de un millón de suecos entre los años 1950 y 1976 (Aberg et al., 2009), se recogieron datos sobre el estado físico y la inteligencia de los participantes a los 15, a los 18 y entre los 28 y 54 años de edad. En concreto, los datos recogidos a los 18 años se compararon con los logros académicos, la situación socioeconómica o la ocupación laboral de los participantes años después.

Los análisis de los resultados a los 18 años de edad revelaron una correlación entre la resistencia cardiovascular (y no la fuerza muscular) con la capacidad intelectual, tanto en pruebas verbales, de lógica o de inteligencia general (ver figura 2).

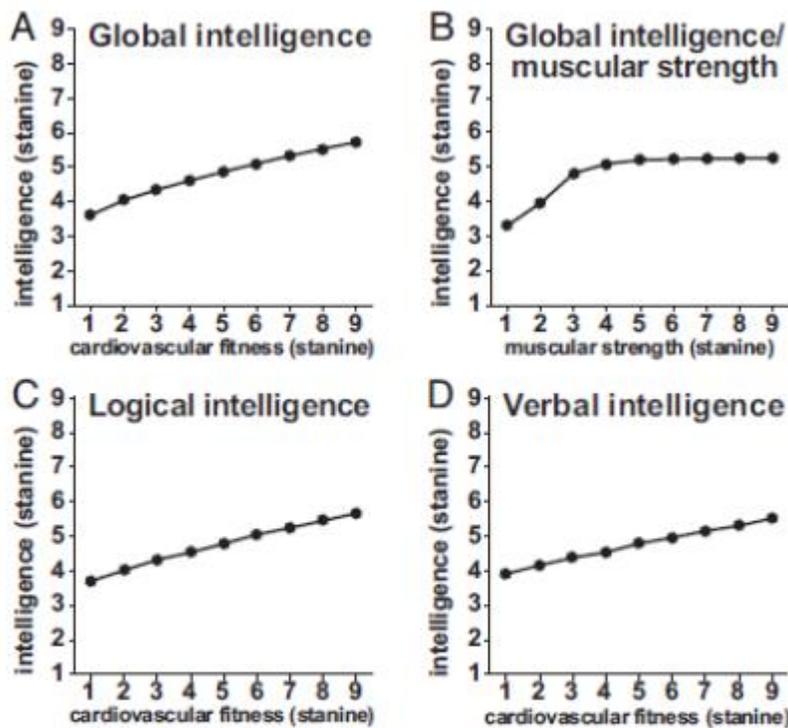


Figura 2. En los gráficos A, C y D se muestra la correlación positiva entre la capacidad intelectual y la resistencia aeróbica en cada una de las pruebas (de inteligencia global, de lógica o verbales) pero no en la B que es la que corresponde a la fuerza (Aberg et al., 2009)

Y no menos importante es que el estado físico de los participantes a los 18 años, en concreto su resistencia aeróbica o cardiovascular, guardaba una relación directa y positiva con el nivel socioeconómico y los logros académicos en la edad adulta (mejores empleos y mayor probabilidad de obtener títulos universitarios). Independientemente de que siguieran realizando ejercicio o no, aquellos que en su juventud sí que se ejercitaron mostraron años después mejores capacidades cognitivas.

ESTUDIOS CON NIÑOS Y ADOLESCENTES

Analicemos a continuación algunos de las muchas investigaciones que ya existen con jóvenes en edad escolar relacionadas con los efectos del ejercicio físico sobre competencias académicas particulares o generales y, en especial, sobre las [funciones ejecutivas](#) del cerebro, esas capacidades relacionadas con la gestión de las emociones, la atención y la memoria que nos permiten el control cognitivo y conductual necesario para planificar y tomar decisiones adecuadas.

Lengua y matemáticas

En un estudio en el que participaron 20 estudiantes de nueve años edad (Hillman et al., 2009) se les realizó una serie de tests relacionados con la lectura, la ortografía y las matemáticas en dos condiciones experimentales diferentes: después de 20 minutos caminando en una cinta de correr a un ritmo moderadamente alto o tras un periodo de descanso también de 20 minutos. Los resultados no ofrecieron dudas, los niños tras la actividad física obtuvieron mejores resultados en cada una de las pruebas (ver figura 3).

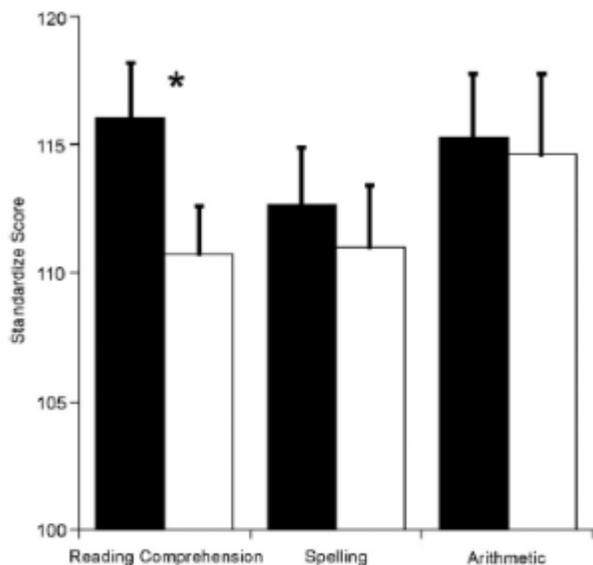


Figura 3. Resultados obtenidos en las pruebas de comprensión lectora, ortografía y aritmética. En negro, los resultados tras la sesión de ejercicio y, en blanco, tras la de reposo (Hillman et al., 2009).

Competencias generales

En un metaanálisis en el que se analizaron 44 estudios (Sibler y Etnier, 2003) en los que intervinieron niños en edad escolar entre los 4 y los 18 años, se encontró una correlación positiva entre la actividad física y el aprendizaje. Se analizaron ocho categorías cognitivas: habilidades perceptivas, cociente de inteligencia, resultados académicos, tests verbales, tests matemáticos, memoria y una última en la que se incluían áreas diversas relacionadas con la creatividad o la concentración. Los resultados revelaron que el ejercicio físico fue beneficioso para todas las categorías salvo para la memoria y aunque este efecto positivo se encontró en

todas los grupos asignados por edades, fue mayor en los niños de los grupos entre 4-7 y 11-13 años que en los de 8-10 y 14-18 años.

En una revisión posterior de 50 estudios (Rasberry et al., 2011) en la que se analizó la incidencia de la actividad física (en donde se incluían también las clases de educación física) en el rendimiento académico de los alumnos en edad escolar, se comprobó que el 50,5% de las asociaciones encontradas fueron positivas, el 48% no produjeron efectos significantes y solo el 1,5% fueron negativas. Los autores dudan de las medidas tomadas en una enorme cantidad de escuelas americanas en las que se han eliminado o reducido drásticamente las clases de educación física o los mismos recreos para poder dedicar más tiempo a otras materias, supuestamente más importantes, para mejorar los resultados de los alumnos en las pruebas de evaluación externas.

Atención

En una investigación en la que se aplicó un programa de ejercicio físico predominantemente aeróbico de 30 minutos a alumnos de 13 y 14 años de edad (Kubesch et al., 2009), se comprobó que mejoraron su rendimiento en tareas de discriminación visual que requerían una gran **atención ejecutiva**, en comparación a aquellos que realizaron un descanso activo de 5 minutos. Algo parecido se encontró en un programa de actividad física extraescolar que se aplicó durante 9 meses a alumnos con edades entre 7 y 9 años (Hilman et al., 2014). El análisis de los encefalogramas reveló una mayor actividad cerebral en los niños que participaron en el programa al resolver tareas en las que intervenían los recursos atencionales (ver figura 4), a diferencia de los del grupo de control.

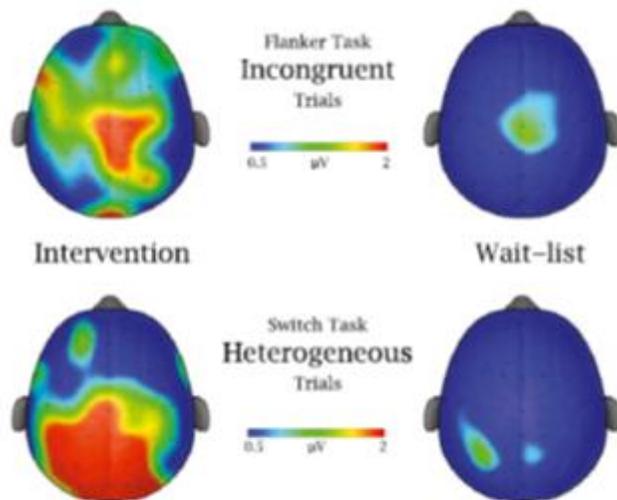


Figura 4. A la izquierda, se muestra la activación cerebral de los niños que participaron en el programa de ejercicio físico, en comparación a los del grupo de control (a la derecha) (Hilman et al., 2014).

Especialmente importante, sobre todo para alumnos con TDAH, es combinar el ejercicio físico con una mayor actividad mental como se da, por ejemplo, en el caso de las artes marciales. En un estudio en el que se probó un programa de taekwondo durante 3 meses en niños con edades comprendidas entre los 5 y los 11 años, se obtuvieron mejoras tanto conductuales como académicas en los participantes (Lakes y Hoyt, 2004).

Memoria explícita

La misma relación directa entre el ejercicio físico, el volumen del hipocampo y la memoria que se había identificado en animales y en personas adultas, se quiso demostrar en la infancia. En un experimento en el que participaron niños de 9 y 10 años de edad, se comprobó que aquellos que

mostraban una mejor capacidad cardiovascular tenían un volumen de su hipocampo mayor (ver figura 5) y, como consecuencia de ello, se desenvolvían mejor en tareas que requerían de la memoria explícita (Chaddock et al., 2010), el tipo de memoria que se utiliza tanto en las tareas académicas.

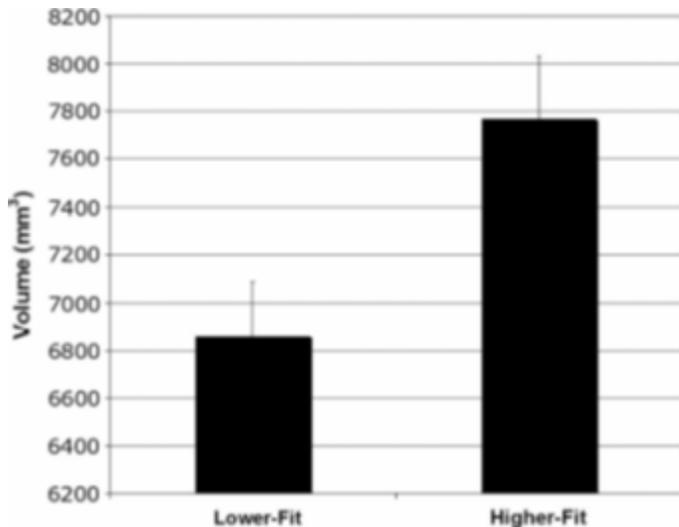


Figura 5. Gráfico en el que se muestra, a la derecha, el mayor volumen del hipocampo de los niños con mayor capacidad aeróbica (Chaddock et al., 2010).

Memoria de trabajo

La [memoria de trabajo](#) es una memoria de corto plazo que requiere cierto grado de reflexión, por lo que su desarrollo es muy importante desde la perspectiva educativa. En un estudio en el que participaron 43 niños con edades comprendidas entre los 7 y los 9 años, se quiso analizar los efectos de un programa extraescolar de actividad física que duró 9 meses en este tipo de memoria (Kamijo et al., 2011). Aunque el programa se centraba en la actividad cardiovascular, también se diseñaron actividades específicas para mejorar la fuerza en las que se utilizaban bandas elásticas o balones medicinales. Los análisis demostraron que los niños que participaron en el programa mejoraron la realización de tareas en las que tenían que reconocer estímulos que se les habían presentado anteriormente, un indicador claro de la mejora de la memoria de trabajo que es tan importante en la resolución de problemas.

Autocontrol

En una investigación que utilizó la técnica de la resonancia magnética funcional, se estudiaron los efectos producidos sobre el cerebro en niños de 8 y 9 años de un programa de actividad física que duró 9 meses y en el que los participantes se ejercitaban 60 minutos en cada una de las cinco sesiones semanales (Chaddock et al., 2013). Las neuroimágenes revelaron que aquellos niños que participaron en el programa mostraron patrones específicos de activación de la corteza prefrontal y de la corteza cingulada anterior (ver figura 6) que iban acompañados de una mejora en tareas específicas que requerían un gran [autocontrol](#), junto a otras funciones ejecutivas asociadas. Y esto es especialmente importante, dada la influencia enorme del autocontrol en los procesos emocionales y cognitivos que afectan directamente al rendimiento académico del alumno.

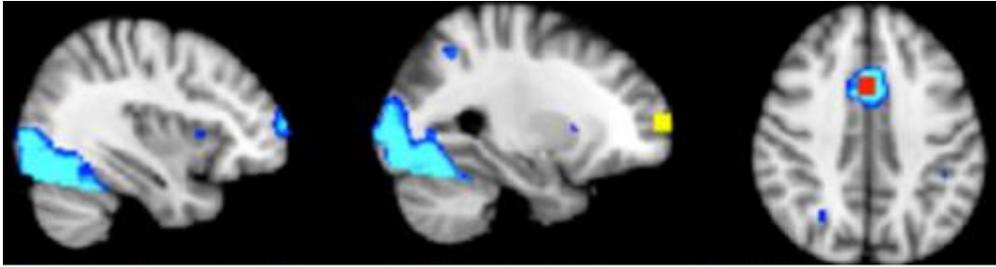


Figura 6. Activación durante las tareas de control cognitivo de la corteza prefrontal derecha, en amarillo, y de la corteza cingulada anterior, en rojo (Chaddock et al., 2013).

EL EJERCICIO FÍSICO, UNA PARTE ESENCIAL DEL CURRÍCULO ESCOLAR

Los estudios con niños y adolescentes sobre la práctica de la actividad física han demostrado los mismos beneficios que se habían encontrado tanto en animales como en adultos. Como consecuencia del ejercicio físico se segregan toda una serie de neurotransmisores y factores de crecimiento cerebrales que estimulan el desarrollo de nuevas neuronas en el hipocampo y el fortalecimiento de las conexiones neuronales que facilitan la memoria y el aprendizaje. Especialmente importantes son los estudios con niños en los que se demuestra la mejora de las funciones ejecutivas básicas como la capacidad de inhibición, la memoria de trabajo o la flexibilidad cognitiva que son imprescindibles para el buen desarrollo académico y personal de los alumnos.

Las investigaciones analizadas sugieren que no es una buena idea erradicar del currículo o dedicar el mínimo tiempo posible a las clases de educación física cuando sabemos que mejoran nuestra salud física, emocional y mental, procesos que acaban siendo insolubles. Y, por supuesto, tampoco beneficia colocar estas clases al final del horario escolar cuando sabemos que unos pocos minutos de actividad física son suficientes para mejorar la atención y la concentración del alumno, factores críticos en su aprendizaje. En este sentido, se deberían utilizar descansos regulares que permitieran a los alumnos moverse y fomentar zonas de recreo al aire libre que permitieran la actividad física voluntaria. Un simple paseo por un entorno natural puede recargar de energía determinados circuitos cerebrales que intervienen en la atención o la memoria y que pueden saturarse como consecuencia de una actividad académica continuada. De ello se puede beneficiar cualquier alumno, pero en especial aquellos con TDAH. Y ese simple paseo o cualquier actividad física que nos permita cierta desconexión mental respecto a lo que estamos haciendo nos puede permitir encontrar, gracias a los mecanismos cerebrales inconscientes que no dejan de trabajar, una solución creativa a ese problema que nos frustraba y que no podíamos resolver cuando pensábamos en él de forma cerrada.

El movimiento está asociado a nuestro propio proceso de desarrollo cerebral por lo que no deberíamos desaprovechar los beneficios derivados del ejercicio físico, sin olvidar que cuando suministramos los retos intelectuales adecuados el efecto se amplifica. En definitiva, lo que es bueno para el corazón es bueno para el cerebro. Mejores alumnos y mejores personas.

Jesús C. Guillén

.

Referencias bibliográficas:

1. Aberg M. et al. (2009): "Cardiovascular fitness is associated with cognition in Young adulthood". PNAS 106 (49), 20906-20911.
2. Chaddock L. et al. (2010): "A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children". Brain Research 1358, 172-183.

3. Chaddock L. et al. (2013): "The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: a randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience* 7.
4. Erickson K. et al. (2011): "Exercise training increases size of hippocampus and improves memory". *PNAS* 108, 3017-3022.
5. Gómez-Pinilla F. y Hillman C. (2013): "The influence of exercise on cognitive abilities". *Comprehensive Physiology* 3, 403-428.