

Investigación educativa ante los actuales retos migratorios

José María Romero Rodríguez

María Pilar Cáceres Reche

Juan Carlos de la Cruz Campos

Magdalena Ramos Navas-Parejo

Dykinson, S.L.

Financiado con fondos públicos en convocatoria competitiva por la Dirección General de Investigación y Transferencia del Conocimiento de la Consejería de Economía, Conocimiento, Empresas y Universidad de la Junta de Andalucía, mediante el programa de ayudas a proyectos de I+D+i, destinadas a las universidades y entidades públicas de investigación calificadas como agentes del Sistema Andaluz del Conocimiento, en el ámbito del Plan Andaluz de Investigación, Desarrollo e Innovación (PAIDI 2020), cofinanciado con fondos FEDER europeos (Referencia: PY20_00077)

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro, incluido el diseño de la cubierta, puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico.

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley.

Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra (www.conlicencia.com; 91 702 19 70 / 93 272 04 47)

© Copyright by

Los autores

Madrid, 2021

Editorial DYKINSON, S.L. Meléndez Valdés, 61 - 28015 Madrid

Teléfono (+34) 91 544 28 46 - (+34) 91 544 28 69

e-mail: info@dykinson.com

<http://www.dykinson.es>

<http://www.dykinson.com>

Consejo Editorial véase www.dykinson.com/quienessomos

Los editores del libro no se hacen responsables de las afirmaciones ni opiniones vertidas por los autores de cada capítulo. La responsabilidad de la autoría corresponde a cada autor, siendo responsable de los contenidos y opiniones expresadas.

El contenido de este libro ha sido sometido a un proceso de revisión y evaluación por pares ciegos.

ISBN: 978-84-1122-021-7

CAPÍTULO 19.

CUIDA TU CEREBRO CON DEPORTE: AVANCES NEUROEDUCATIVOS

Paloma Castillo

1. INTRODUCCIÓN Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

El ejercicio físico regular mejora nuestras capacidades intelectuales y, además, es sinónimo de calidad de vida y de salud desde el enfoque biopsicosocial del ser humano. No obstante, sus posibilidades neurocientíficas y educativas conforman un terreno controvertido, a caballo entre límites éticos y técnicos, a los que hay que añadir las falacias conocidas como neuromitos. De aquí la importancia de divulgar este conocimiento de largo recorrido y estimada efervescencia actual, para que el sedentarismo deje de ser uno de los principales problemas de salud en el mundo.

Vivimos en una sociedad sedentaria, cada vez más longeva y propensa a un envejecimiento insalubre, lo que ha derivado en el auge de los avances neurocientíficos desde un enfoque biopsicosocial del ser humano. De hecho, a partir de la conocida como ‘Década del cerebro’ por el gobierno estadounidense (del 1990 al 2000), se implementó la financiación de proyectos como *BigBrain* y *Human Connectome Project (HCP)* en Estados Unidos o *Blue Brain Project* en la Unión Europea (Álvarez-Díaz, 2013). Estos antecedentes llevan a Kandel (2006), Premio Nobel de Medicina, a denominar al siglo XXI como el siglo de la Biología de la Mente. No obstante, la neuroeducación constituye una nueva interdisciplina y transdisciplina que va mucho más allá: acoge el cambio que generan las nuevas tecnologías, concibe las posibilidades del desarrollo científico (Castañeda, 2019; Harari, 2018), augura una mejora de nuestras capacidades y vela por los valores necesarios para el florecimiento humano (Akpan y Kennedy, 2020; Aldrich, 2014).

Precisamente las posibilidades educativas del eje cuerpo-cerebro-mente clarifican muchas cuestiones todavía sin respuesta vinculadas con el enfoque biopsicosocial del ser humano. Para ello hay que considerar al cerebro como el eje de coordenadas, al ser el órgano superlativo del aprendizaje que llama a la puerta de entrada del conocimiento

instaurada por la emoción y que despierta la curiosidad, abriendo las ventanas de la atención. El potencial cerebral del quehacer educativo se visibilizó en dos de los informes de la OCDE (2002; 2007): *Understanding the brain: Towards a new learning science* y *Understanding the brain: The birth of a learning science*. Desde entonces los docentes pensamos en diversas líneas de investigación e innovación para brindar una educación de calidad. Pero el gran desafío está en cómo llevarlas a cabo y con qué finalidad. Para ello se requiere de una nueva mirada pedagógica y transgresora de la neuroeducación que garantice la ductilidad y maleabilidad característica de nuestra fisiología, incluyendo la del cerebro. El presente estudio circunscribe este propósito, emprendiendo una mirada hacia el florecimiento humano desde un enfoque biopsicosocial.

2. MÉTODO

Metodológicamente, se trata de una investigación exploratoria que pretende asentar los principales fundamentos neuroeducativos vinculados con las funciones cognitivas. Desde esta perspectiva cabe señalar la relevancia de este estudio para clarificar las propuestas innovadoras destinadas a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje desde un enfoque biopsicosocial. Se plantean dos objetivos principales: 1) analizar los principales hallazgos que aúnan las Ciencias de la Educación, las Ciencias del Deporte y las Ciencias de la Salud para comprender las implicaciones educativas del potencial del cerebro humano y 2) fundamentar teóricamente, en atención a los avances neurocientíficos, cómo la actividad física regular deriva en una mejora de los procesos cognitivos desde el enfoque biopsicosocial del ser humano.

Las fuentes documentales objeto de análisis han sido seleccionadas de las siguientes bases de datos: ERIC, WOS, JSTOR y SCOPUS. Se ha realizado la siguiente selección:

Criterios de búsqueda	<p>-Neuroeducación: memoria, aprendizaje, capacidades cognitivas y currículo educativo.</p> <p>-Neurociencias: neuroanatomía, neurofisiología, (neurogénesis, plasticidad sináptica, funciones cognitivas), trastornos mentales, enfermedades cardiovasculares y enfermedades neurodegenerativas.</p>	134 fuentes inicialmente seleccionadas
-----------------------	---	--

	- Ejercicio físico: actividad física, deporte, Educación Física, condición física, salud y calidad de vida.	
<p> Criterios de selección </p>	<p> a) Idiomas: español e inglés. b) Revisión por pares. c) Texto completo. d) Fecha de publicación: 1950-2021. </p>	<p> 46 fuentes desestimadas </p>
<p> Contenidos y estudios principales </p>	<p> La actividad física como como método de prevención frente al deterioro cognitivo (credencial de salud física y salud mental): (Alfaro Chavarría y Salazar Rojas, 2001; Carnero-Pardo, 2000; Franco Ruiz, 2004; Franco-Martín <i>et al.</i>, 2013; Guillén García <i>et al.</i>, 1997; Guimarães <i>et al.</i>, 2009; Hassmén <i>et al.</i>, 2000; Insua, 2003; Long y Van Stavel, 1995; Matsudo, 2012; Matute <i>et al.</i>, 2007; McAuley <i>et al.</i>, 1997; Motta-Teixeira <i>et al.</i>, 2016; Nascimento <i>et al.</i>, 2016; Neeper <i>et al.</i>, 1996; Oblitas Guadalupe, 2008; Patel <i>et al.</i>, 2006; Pellicer Royo, 2016; Pluncevic Gligoroska y Manchevska, 2012; Ramírez <i>et al.</i>, 2004; Riggs, 1998; Rodríguez Álvarez y Sánchez Rodríguez, 2004; Sundquist <i>et al.</i>, 2004; Wrann <i>et al.</i>, 2013). </p> <hr/> <p> La actividad física y sus posibilidades de mejora de las funciones cognitivas y del rendimiento académico en el ámbito educativo: (Campos, 2010; Corbella Virós, 1993; Dwyer <i>et al.</i>, 2001; Falconi Tapia <i>et al.</i>, 2017; Kalinoski y Teixeira Brazão, 2003; Lindner, 1999; Lipina y Sigman, 2011; López, 2014; Navarro y Osses, 2015; Parra, 2015; Pastor-Vicedo <i>et al.</i>, 2015; Ramírez <i>et al.</i>, 2004; Rué y Serrano, 2014; Shephard, 1984). </p>	

3. RESULTADOS SOBRE EL EJERCICIO COMO CREDENCIAL DE SALUD Y DE CALIDAD DE VIDA

El cuerpo humano necesita actividad física para garantizar su correcto funcionamiento, ya que hace miles de años estaba integrada en nuestras vidas y formaba

parte de la supervivencia. La fisiología humana se desarrolló para cubrir estas necesidades, por lo que también las requiere (Carro Díaz *et al.*, 2003; Barrios Herrero y López Ferradaz, 2011). Esto justifica que el ejercicio del cuerpo haya sido una prioridad desde la Antigüedad. No obstante, el ejercicio físico presenta un fin que lo diferencia del deporte y de la actividad física, el de velar por la salud. En sus orígenes destacó su orientación religiosa, terapéutica y educativa en India y China. Del siglo XIII al II a. C. la educación ateniense lideró el primer sistema para la preparación física y mental del individuo. A partir de entonces la preparación bélica convivió con el circo y el embellecimiento del cuerpo durante el Imperio Romano. No es hasta la Edad Moderna cuando los beneficios de la actividad regular respaldaron el desarrollo integral del individuo desde el fundamento empírico. El médico Santiago Ramón y Cajal en el siglo XIX-XX fue el pionero en asentar los beneficios que el ejercicio físico proporciona en el cerebro como principal centro del aprendizaje y de la memoria (Pérez Ramírez, 1993; López Calbet, 2006).

Actualmente, se distingue un progresivo envejecimiento poblacional que es observable desde la evolución demográfica global, agudizándose especialmente en los países más desarrollados. Por lo tanto, la preocupación de que este sector de la población alcance una calidad de vida adecuada constituye un compromiso de los sistemas mundiales de salud (Barrios Herrero y López Ferradaz, 2011), tales como la Organización Mundial de la Salud (OMS): el organismo de las Naciones Unidas especializado en la “prevención, promoción e intervención de la salud mundial” (Alcántara Moreno, 2008, p. 96). Precisamente la “OMS en su carta fundacional de 1948 define la salud como un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedad o dolencia” (Guerrero y León, 2008, p. 612).

El envejecimiento se asocia principalmente al deterioro de las funciones cognitivas, dado el declive de los sistemas fisiológicos asociados a la capacidad cardiopulmonar y el sistema nervioso. En concreto, se evidencia una pérdida de la masa cerebral que oscila entre el 10% y el 20%, así como una disminución del flujo sanguíneo de un 30% al 40% (Tseng *et al.*, 2011). En este sentido, los cambios físicos y biológicos que se aprecian en los adultos mayores afectan a la memoria, la atención, el aprendizaje...; pero también influyen en las acciones necesarias para la vida diaria vinculadas con la coordinación y el equilibrio necesarios, por ejemplo, para caminar. Consecuentemente, el envejecimiento puede reducir la independencia de las personas más longevas, siendo un posible origen

de discapacidad (Sofi *et al.*, 2011). Es pues fundamental el hecho de percibir los factores vinculados a la conservación de las funciones cognitivas como los cimientos que sustentan el eminente concepto de calidad de vida.

El ejercicio físico, además de preservar las funciones cognitivas y aumentar la longevidad, también mejora el autoconcepto, la autoestima, la estabilidad emocional, la imagen corporal y, en general, contribuye al desarrollo integral de la persona promoviendo un sentimiento de bienestar (McAuley *et al.*, 1997). Paralelamente, la actividad regular favorece la socialización al fomentar valores positivos y satisfacer las necesidades lúdicas, garantizando así cierta prosperidad en la calidad de vida de las personas, dados los aspectos socioculturales que implica su práctica y que tampoco deben ser subestimados. Considerando esta corriente, el sedentarismo constituye un problema de salud pública asociado a una serie de patologías cada vez más frecuentes en la sociedad actual como son la ansiedad, la depresión y el estrés, entre las principales (Ramírez *et al.*, 2004). La realización de ejercicio físico regular, así como la participación en actividades ocupacionales y de tiempo libre, se ha asociado a una disminución de los síntomas de la depresión y la ansiedad al implementar la energía y el bienestar emocional, tal y como señala el *National Institute of Mental Health* (departamento encargado de la salud y de los servicios sociales estadounidenses) (Guillén García *et al.*, 1997; Hassmén *et al.*, 2000). Este fenómeno fue objeto de análisis de Long y Van Stavel (1995), que analizó la correlación entre la ansiedad y la actividad aeróbica y anaeróbica. Sus resultados certificaron que los cambios más significativos se observaban en los individuos que realizaban ejercicio aeróbico sostenido durante un período de tiempo igual o mayor a los 30 minutos, quienes mejoraron su autoconcepto y disminuyeron los síntomas derivados de este trastorno mental.

Dadas las implicaciones positivas de la actividad física, hay que señalar también el rol de los padres en la práctica deportiva de los niños y jóvenes, ya que la familia constituye el primer agente de socialización. Partiendo de dicho planteamiento, la actitud, predisposición y opinión de los padres sobre la importancia del ejercicio es un factor clave en los resultados de las investigaciones y, sobre todo, determinará los hábitos que escojan esos jóvenes al llegar a la edad adulta. En esta misma línea destacan los ensayos de dos investigadores, Teixeira y Kalinoski, quienes publicaron un artículo sobre el impacto de la actividad física en la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico (Universidad de los Andes, Colombia). No obstante es ya en el año 2003 cuando

contemplaron el rol de la familia en los hábitos saludables, por lo que realizaron un estudio en el que analizaron la opinión de los padres en dos vertientes: los motivos que tenían para matricular a sus hijos en escuelas deportivas y la relación que existe entre el deporte y la escuela. En los 1000 cuestionarios formulados se observó que el deporte era un medio de socialización para la mayoría de los padres. Además, los resultados de la relación entre el deporte y la escuela también fueron evidentes; el 80.9% de los padres consideró que la escuela y la actividad física tienen la misma importancia, ya que ambas son un medio de aprendizaje. Así que la mayoría de las familias encuestadas contempló que el deporte es igual de necesario que la escuela porque despierta la responsabilidad, el trabajo en equipo y la importancia de cumplir las normas, siendo un medio fundamental de integración social y de desarrollo saludable; en definitiva, ayuda a los padres a educar a sus hijos (Kalinowski y Teixeira Brazão, 2003).

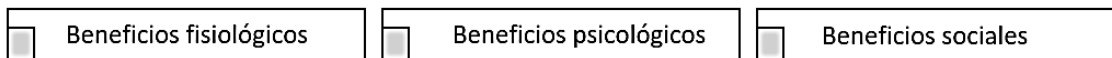
Por su parte, en el ámbito educativo se observa una relación positiva entre la práctica de actividad física regular y el rendimiento académico de los discentes. Además, los beneficios asociados a su práctica no se desarrollan en las escuelas carentes de estos programas deportivos, según estudios realizados por el departamento de educación de California (Dwyer *et al.*, 2001; Lindner, 1999). En lo que se refiere a esta hipótesis, destaca una investigación reportada por Shephard (1984), donde se compararon los resultados académicos de dos escuelas estadounidenses: una de las escuelas ofrecía entre 1 y 2 horas de Educación Física al día, mientras que la otra se centraba solo en temas académicos; después de 9 años los resultados se distanciaron: “los integrantes de la escuela que realizaba Educación Física dieron muestras de mejor salud, actitud, disciplina, entusiasmo y rendimiento académico que los integrantes de la otra escuela” (Ramírez *et al.*, 2004, p. 73). Por tal razón, como destacaba Shephard (1984) en uno de sus trabajos, resulta fundamental entender la educación desde la perspectiva de la Neuroeducación o Neuropedagogía, entendiendo el vínculo entre esta disciplina y la Educación Física, ya que los programas escolares que las consideran potencian un desarrollo de los niños desde un enfoque biopsicosocial; un modelo necesario para la salud y la calidad de vida. El doctor Kubota de la Universidad de Handa (Japón) presentó en la *Sociedad Americana de Neurociencias* (2002) la siguiente investigación: “siete jóvenes sanos participaron en un programa de entrenamiento que consistió en correr 30 minutos, tres veces por semana, durante tres meses”. Cada uno completó una serie de cuestionarios con dos objetivos: “comparar la capacidad para memorizar objetos” y

“establecer la capacidad intelectual antes y después del plan de entrenamiento” (Parra, 2015, p. 88). “Una vez transcurrido el período de seguimiento, las puntuaciones de los ensayos aumentaron de forma significativa en todos los participantes, así como la velocidad de procesamiento de la información. Los resultados de las pruebas de inteligencia mostraron una clara mejoría en la función del lóbulo frontal del cerebro. También descubrieron que el consumo de oxígeno aumentaba paralelamente a las puntuaciones de los cuestionarios, confirmando así que el mantenimiento de un flujo constante de sangre y oxígeno preservaba las funciones cognitivas” (Ramírez *et al.*, 2004, p. 70). No obstante, tal y como constató el doctor Kubota, estos beneficios no perduran para siempre; así que si los participantes abandonaban el entrenamiento, las puntuaciones de las pruebas comenzaban a bajar. De este modo, para alcanzar mejoras duraderas en las funciones cerebrales y cognitivas es imprescindible el ejercicio físico regular.

Por ende, los principales beneficios de una vida activa circunscriben las tres vertientes del enfoque biopsicosocial del ser humano desde el plano fisiológico, psicológico y educativo:

Figura 1

Beneficios fisiológicos, psicológicos y sociales de la actividad física regular.



Nota. Elaboración propia

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estimula la actividad cerebral y la neurogénesis, retrasando el deterioro de los procesos cognitivos y reduciendo el riesgo y avance de la demencia. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejora el estado de ánimo y promueve un sentimiento de bienestar (efecto tranquilizante, antidepresivo, euforizante y analgésico). 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Contribuye al desarrollo integral de la persona desde una formación en valores.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Optimiza la coordinación motora y la precisión de los movimientos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ayuda a crear una imagen corporal positiva. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Favorece la socialización y la integración social.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumenta la densidad ósea y fortalece los huesos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Favorece la estabilidad emocional. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejora el rendimiento escolar y laboral.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejora el funcionamiento del aparato digestivo en la eliminación de desechos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aumenta la autoestima y el autocontrol. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Satisface las necesidades lúdicas.
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Reduce la presión arterial y el colesterol en sangre, ayudando a controlar el sobrepeso y el porcentaje de grasa corporal. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Previene el insomnio. 	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eleva la proteína Hsp72, estimulando la respuesta inmune y ofreciendo una mayor resistencia a infecciones virales. 		

4. DISCUSIÓN SOBRE LOS BENEFICIOS DEL EJERCICIO FÍSICO EN EL CEREBRO Y DE SU VALOR EDUCATIVO

El cerebro alberga las funciones intelectuales o superiores (fruto de la interacción social), las inferiores (determinadas genéticamente) y la capacidad memorística del sujeto. Estas no se encuentran localizadas en centros específicos, sino que se distribuyen de forma interconectada formando una red integrada. Así pues, el cuerpo humano requiere de cierto dinamismo para mantener una serie de funciones básicas, pues la ejecución del movimiento precisa de una activación cerebral generalizada que coordine las diferentes funciones corporales encargadas de una articulación muscular adecuada. Por ende, el ejercicio físico activa los centros nerviosos distribuidos por amplias zonas cerebrales, estimulándolos del mismo modo que sucede con los músculos, de forma que se puede delimitar que la actividad física regular fortalece tanto el cuerpo como la mente. A la luz de lo estudiado se concluye las siguientes premisas sobre el ejercicio físico regular:

A) Incrementa el flujo sanguíneo en el cerebro y aumenta el número de mitocondrias de las estructuras implicadas, por lo que las células neuronales y musculares estarán más oxigenadas y, como consecuencia, dispondrán de más recursos energéticos; de ahí surge el planteamiento de que el cuerpo y la mente aumentan su rendimiento si se mantiene un estilo de vida activo.

B) Optimiza la eficacia funcional de las neuronas, favoreciendo su desarrollo y supervivencia. Así mismo, el ejercicio físico también potencia su regeneración, fortaleciendo la sinapsis neuronal (mediante el refuerzo de las conexiones) y estimulando además el nacimiento de nuevas neuronas. Es así como la actividad regular potencia la neurogénesis, proceso que define la plasticidad de las células nerviosas presentes en nuestro cerebro.

C) Activa la producción de los sistemas de neuroprotección fisiológica, los encargados de proteger y preservar las células nerviosas. Estos sistemas generan los compuestos neuroprotectores, como son los factores tróficos, los cuales evitan la muerte de las neuronas y su degeneración. El BDNF (el factor neurotrófico derivado del cerebro) es uno de los principales compuestos que acciona el ejercicio físico aeróbico y que se asocia a la plasticidad sináptica en el hipocampo y en la corteza cerebral.

D) Mejora las funciones cognitivas y el rendimiento intelectual, pues fortalece la atención, la velocidad de procesamiento de la información, la eficacia del recuerdo y, consecuentemente, la memoria a corto y a largo plazo. En este ámbito se deben considerar

los tres apartados previos, ya que los procesos implicados son dependientes en lo que se refiere al volumen cerebral de la memoria. Además, su impacto se focaliza especialmente en el hipocampo, la estructura cerebral gestora de la memoria explícita y la potenciación a largo plazo (proceso de consolidación de la memoria).

E) Contribuye al desarrollo integral de la persona al promover su bienestar fisiológico, psicológico y cognitivo, de modo que el sedentarismo se convierte en un factor de riesgo frente a la calidad de vida. En consideración con las conjeturas preliminares se percibe que la práctica regular de actividad física está ligada a beneficios de índole fisiológico, psicológico y social, los cuales deben estar presentes desde la iniciación en los hábitos deportivos y saludables. Por ello, el ejercicio físico es credencial de salud frente a las enfermedades cardiovasculares, los trastornos mentales y las enfermedades neurodegenerativas, dadas las ganancias cognitivas relevantes que ocasiona, así como el conjunto de mecanismos que se activan mediante su práctica regular y que podrían prevenir y revertir los síntomas de tales patologías.

Por consiguiente, es cometido de la educación divulgar y generalizar tales competencias para su entendimiento y aceptación, para alcanzar así una concepción pedagógica basada en la incursión de las Neurociencias en las Ciencias de la Educación, garantizando la conveniencia del potencial del cerebro como principal centro de aprendizaje. En esta línea, la Cultura Física Moderna debe sostener las concepciones pedagógicas incipientes para continuar su progreso en base a la óptica holística del desarrollo humano. Se hace pues necesaria una posición intermedia entre las ciencias y las humanidades, entre los conocimientos que trascienden del estudio del cuerpo humano y los que consolidan los procedimientos pedagógicos, pero desde una nueva mirada para que la asignatura de Educación Física instituya una potencia generadora de aprendizajes significativos, competente para el desarrollo fisiológico y cognitivo de los educandos. Así, esta materia, más que un medio de salud y bienestar alcanzará la validez que se le otorga a un fin en sí mismo. Y es aquí donde precisamente la teoría ocupa los dominios de la práctica, que ya fundamentada puede evidenciar su propia trascendencia, eficacia y viabilidad. Dada la discusión final, se puede proceder al diseño de propuestas educativas que discurren entre tales dominios de una forma fundamentada y lejos de neuromitos.

REFERENCIAS

- Akpan B. y Kennedy, T. J. (Eds.). (2020) *Science Education in Theory and Practice: An Introductory Guide to Learning Theory*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-43620-9>
- Alcántara Moreno, G. (2008). La definición de salud de la Organización Mundial de la Salud y la interdisciplinariedad. *Sapiens: Revista Universitaria de Investigación*, 9(1), 93-107. <https://acortar.link/4iGhN>
- Aldrich, R. (2014). Nature, nurture and neuroscience: some future directions for historians of education. *Paedagogica Historica*, 50(6), 852-860. <https://doi.org/10.1080/00309230.2014.948011>
- Alfaro Chavarría, Y. y Salazar Rojas, W. (2001). Efecto agudo del ejercicio físico en la inteligencia y la memoria en hombres, según la edad. *Pensar en Movimiento: Revista de Ciencias del Ejercicio y la Salud*, 1(2), 1-11. <https://acortar.link/UXYL7>
- Almaguer-Melián, W. y Bergado-Rosado, J. A. (2002). Interacciones entre el hipocampo y la amígdala en procesos de plasticidad sináptica: una clave para entender las relaciones entre motivación y memoria. *Revista de Neurología*, 35(6), 586-593. <https://doi.org/10.33588/rn.3506.2001529>
- Álvarez-Díaz, J. A. (2013). Neuroética como neurociencia de la ética. *Revista de Neurología*, 57(8), 374-382. <https://doi.org/10.33588/rn.5708.2013246>
- Barrios Herrero, L. y López Ferradaz, M. A. (2011). Aportes del ejercicio físico a la actividad cerebral. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 160, 1-7. <https://acortar.link/CVbx4>
- Campos, A. L. (2010). Neuroeducación: uniendo las neurociencias y la educación en la búsqueda del desarrollo humano. *La Educación. Revista Digital*, (143), 1-14. <https://acortar.link/MhXgw>
- Carnero-Pardo, C. (2000). Educación, demencia y reserva cerebral. *Revista de Neurología*, 31(6), 584- 592. <https://doi.org/10.33588/rn.3106.99486>
- Carro Díaz, E., Trejo Pérez, J. L. y Torres Alemán, I. (2003). Efectos beneficiosos del ejercicio físico sobre el cerebro. *Ciencia al Día Internacional*, 5(1), 1-10. <https://acortar.link/70Ryg>

- Castañeda, L. (2019). Debates regarding Technology and Education: contemporary pathways and pending conversations. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(1), 29-36. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.22.1.23020>
- Corbella Virós, M. (1993). Educación para la salud en la escuela. Aspectos a evaluar desde la Educación Física. *Apunts: Educació Física i Esports*, (31), 55-61. <https://acortar.link/sDnuC>
- Dwyer, T., Sallis, J. F., Blizzard, L., Lazarus, R. y Dean, K. (2001). Relation of Academic Performance to Physical Activity and Fitness in Children. *Pediatric Exercise Science*, 13(3), 225-237. <https://doi.org/10.1123/pes.13.3.225>
- Falconi Tapia, A. A., Alajo Anchatuña, A. L., Cueva, M. C., Mendoza Poma, R. M., Ramírez Jiménez, S. F. y Palma Corrales, E. N. (2017). Las neurociencias. Una visión de su aplicación en la educación. *Revista Órbita Pedagógica*, 4(1), 61-74. <https://acortar.link/j3aEB>
- Franco Ruiz, C. A. (2004). Cambios en la sustancia blanca cerebral y deterioro cognitivo. *Revista de Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 6(1), 13-20. <https://acortar.link/Rpyf4>
- Franco-Martín, M., Parra-Vidales, E., González-Palau, F., Bernate-Navarro, M. y Solís, A. (2013). Influencia del ejercicio físico en la prevención del deterioro cognitivo en las personas mayores: revisión sistemática. *Revista de Neurología*, 56(11), 545-554. <https://doi.org/10.33588/rn.5611.2012570>
- Guerrero, L. y León, A. (2008). Aproximación al concepto de salud: revisión histórica. *Fermentum. Revista Venezolana de Sociología y Antropología*, 18(53), 610-633. <https://acortar.link/loder>
- Guillén García, F., Castro Sánchez, J. J. y Guillén García, M. Á. (1997). Calidad de vida, salud y ejercicio físico: una aproximación al tema desde una perspectiva psicosocial. *Revista de Psicología del Deporte*, 6(2), 91-110. <https://acortar.link/uiKW0>
- Guimarães, J. S., Freire, M. A. M., Lima, R. R., Souza-Rodrigues, R. D., Costa, A. M. R., Dos Santos, C. D., Picanço-Diniz, C. W. y Gomes-Leal, W. (2009). Mecanismos de degeneración secundaria en el sistema nervioso central durante los trastornos neuronales agudos y el daño en la sustancia blanca. *Revista de Neurología*, 48(6), 304-310. <https://doi.org/10.33588/rn.4806.2008512>
- Harari, Y. N. (2018). *21 lecciones para el siglo XXI* (Trad. J. Ros). Debate. (Obra original publicada en 2018).

- Hassmén, P., Koivula, N. y Uutela, A. (2000). Physical Exercise and Psychological Well-Being: A Population Study in Finland. *Preventive Medicine*, 30(1), 17-25. <https://doi.org/10.1006/pmed.1999.0597>
- Insua, M. F. (2003). Factores neurotróficos y ejercicio. Lecturas: Educación Física y Deportes. *Revista Digital*, 64, 1. <https://acortar.link/8609n>
- Kalinoski, S. y Teixeira Brazão, C. (2003). La importancia del deporte como factor social en las matrículas en escuelas deportivas de la administración pública de Pindamonhangaba-Brasil. *Lecturas: Educación Física y Deportes. Revista Digital*, 60, p. 1. <https://acortar.link/KIU6P>
- Kandel, E. R. (2006). *In search of memory: The emergence of a new science of mind*. Norton & Company.
- Lindner, K. J. (1999). Sport Participation and Perceived Academic Performance of School Children and Youth. *Pediatric Exercise Science*, 11(2), 129-143. <https://doi.org/10.1123/pes.11.2.129>
- Lipina, S. J. y Sigman, M. (Eds.). (2011). *La pizarra de Babel: Puentes entre neurociencia, psicología y educación*. Libros del Zorzal.
- Long, B. C. y Van Stavel, R. (1995). Effects of exercise training on anxiety: A meta-analysis. *Journal of Applied Sport Psychology*, 7(2), 167-189. <https://doi.org/10.1080/10413209508406963>
- López Calbet, J. A. (2006). Fisiología del ejercicio: concepto y revisión histórica. En J. López Chicharro y A. Fernández Vaquero (Eds.), *Fisiología del ejercicio* (3ª ed., pp. 1-32). Editorial Médica Panamericana.
- López Mejía, D. I., Valdovinos de Yahya, A., Méndez-Díaz, M. y Mendoza-Fernández, V. (2009). El Sistema Límbico y las Emociones: Empatía en Humanos y Primates. *Psicología Iberoamericana*, 17(2), 60-69. <https://acortar.link/U989V>
- López, V. J. (2014). Biología y educación: un nuevo punto de encuentro. *Revista UNAH INNOV@*, (3), 32-38. <https://doi.org/10.5377/unahinnov.v0i3.2384>
- Matsudo, S. M. M. (2012). Actividad Física: Pasaporte Para la Salud. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(3), 209-217. [https://doi.org/10.1016/S0716-8640\(12\)70303-6](https://doi.org/10.1016/S0716-8640(12)70303-6)
- Matute, C., Alberdi, E., Domercq, M., Sánchez-Gómez, M. V., Pérez-Samartín, A., Rodríguez-Antigüedad, A. y Pérez-Cerdá, F. (2007). Excitotoxic damage to white

matter. *Journal of Anatomy*, 210(6), 693-702. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7580.2007.00733.x>

McAuley, E., Mihalko, S. L. y Bane, S. M. (1997). Exercise and Self-Esteem in Middle-Aged Adults: Multidimensional Relationships and Physical Fitness and Self-Efficacy Influences. *Journal of Behavioral Medicine*, 20(1), 67-83.

<https://doi.org/10.1023/A:1025591214100>

McGaugh, J. L. (2004). The Amygdala Modulates the Consolidation of Memories of Emotionally Arousing Experiences. *Annual Review of Neuroscience*, 27(1), 1-28.

[10.1146/annurev.neuro.27.070203.144157](https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144157)

Motta-Teixeira, L. C., Takada, S. H., Machado-Nils, A. V., Nogueira, M. I. y Xavier, G. F. (2016). Spatial learning and neurogenesis: Effects of cessation of wheel running and survival of novel neurons by engagement in cognitive tasks. *Hippocampus*,

26(6), 794-803. <https://doi.org/10.1002/hipo.22560>

Nascimento, C. M. C., Varela, S., Ayan, C. y Cancela, J. M. (2016). Efectos del ejercicio físico y pautas básicas para su prescripción en la enfermedad de Alzheimer. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, 9(1), 32-40.

<https://doi.org/10.1016/j.ramd.2015.02.003>

Navarro, B. y Osses, S. (2015). Neurociencias y actividad física: una nueva perspectiva en el contexto educativo. *Revista Médica de Chile*, 143(7), 950-951.

<http://dx.doi.org/10.4067/S0034-98872015000700019>

Neeper, S. A., Gómez-Pinilla, F., Choi, J. y Cotman, C. (1996). Physical activity increases mRNA for brain-derived neurotrophic factor and nerve growth factor in rat brain. *Brain Research*, 726(1-2), 49-56. [https://doi.org/10.1016/0006-8993\(96\)00273-9](https://doi.org/10.1016/0006-8993(96)00273-9)

Oblitas Guadalupe, L. A. (2008). Psicología de la salud: Una ciencia del bienestar y la felicidad. *Avances en Psicología*, 16(1), 9-38. <https://acortar.link/XcMXB>

Organisation for Economic Co-operation and Development (2002). *Understanding the brain: Towards a new learning science*. OECD Publishing.

Organization for Economic Co-operation and Development (2007). *Understanding the brain: The birth of a learning science*. OECD Publishing.

- Parra, L. (2015). Impacto de la Actividad Física en el Desarrollo y Evolución de las Funciones Cognitivas. *AcPI: Actualizaciones en Psicoterapia Integrativa*, 7, 86-94. <https://acortar.link/sr7G2>
- Pastor-Vicedo, J. C., Gil-Madrona, P., Prieto-Ayuso, A., y González-Víllora, S. (2015). Los contenidos de salud en el área de educación física: Análisis del currículum vigente. *RETOS: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (28), 134-140. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i28.34900>
- Patel, K. V., Coppin, A. K., Manini, T. M., Lauretani, F., Bandinelli, S., Ferrucci, L. y Guralnik, J. M. (2006). Midlife Physical Activity and Mobility in Older Age: The InCHIANTI Study. *American Journal of Preventive Medicine*, 31(3), 217-224. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2006.05.005>
- Pellicer Royo, I. (2016). Neuroeducación física. La Educación Física al servicio del Aprendizaje y la Salud. En B. Barredo Gutiérrez, R. Bisquerra Alzina, N. García Aguilar, A. Giner Tarrida, N. Pérez Escoda y A. Tey Teijón (Coords.), *XII Jornades d'Educació Emocional: Educació emocional i neurociència* (p. 92-104). Institut de Ciències de l'Educació (Universitat de Barcelona). <https://acortar.link/N2aeO>
- Pérez Ramírez, C. (1993). Evolución histórica de la Educación Física. *Apunts: Educación Física y Deportes*, 33, 24-38. <https://acortar.link/PN2A1>
- Pluncevic Gligoroska, J. y Manchevska, S. (2012). The Effect of Physical Activity on Cognition– Physiological Mechanisms. *Materia Socio-Medica*, 24(3), 198-202. <https://acortar.link/zx9Gh>
- Ramírez, W., Vinaccia, S. y Suárez, G. R. (2004). El impacto de la actividad física y el deporte sobre la salud, la cognición, la socialización y el rendimiento académico: una revisión teórica. *Revista de Estudios Sociales*, 18, 67-75. <https://doi.org/10.7440/res18.2004.06>
- Riggs, J. E. (1998). The aging population: Implications for the Burden of Neurologic Disease. *Neurologic Clinics of North America*, 16(3), 555-560. [https://doi.org/10.1016/S0733-8619\(05\)70079-7](https://doi.org/10.1016/S0733-8619(05)70079-7)
- Rodríguez Álvarez, M. y Sánchez Rodríguez, J. L. (2004). Reserva cognitiva y demencia. *Anales de Psicología*, 20(2), 175-186. <https://acortar.link/yn8RI>
- Rué, L. y Serrano, M. A. (2014). Educación Física y promoción de la salud: estrategias de intervención en la escuela. *RETOS: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deportes y Recreación*, (25), 186-191. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i25.34510>

- Shephard, R. J. (1984). Physical Activity and Child Health. *Sports Medicine*, 1(3), 205-233. <https://acortar.link/o10ro>
- Sofi, F., Valecchi, D., Bacci, D., Abbate, R., Gensini, G. F., Casini, A. y Macchi, C. (2011). Physical activity and risk of cognitive decline: a meta-analysis of prospective studies. *Journal of Internal Medicine*, 269(1), 107-117. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2796.2010.02281.x>
- Sundquist, K., Qvist, J., Sundquist, J. y Johansson, S.-E. (2004). Frequent and Occasional Physical Activity in the Elderly: A 12-Year Follow-up Study of Mortality. *American Journal of Preventive Medicine*, 27(1), 22-27. <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2004.03.011>
- Tseng, C.-N., Gau, B.-S. y Lou, M.-F. (2011). The Effectiveness of Exercise on Improving Cognitive Function in Older People: A Systematic Review. *Journal of Nursing Research*, 19(2), 119- 131. <https://acortar.link/baQIg>
- Wrann, C. D., White, J. P., Salogiannis, J., Laznik-Bogoslavski, D., Wu, J., Ma, D., Lin, J. D., Greenberg, M. E. y Spiegelman, B. M. (2013). Exercise Induces Hippocampal BDNF through a PGC-1 α /FNDC5 Pathway. *Cell Metabolism*, 18(5), 649-659. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmet.2013.09.008>