



Revista Digital de Educación Física

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

EFFECTO DEL ENTRENAMIENTO AERÓBICO EN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE ESTUDIANTES DE OCTAVO BÁSICO.

Alexis Mañas Céspedes Cariaga

Estudiante de Magíster en la Universidad Santo tomas, Santiago de Chile
Email: Alexiscesped156@gmail.com.

Esteban Aedo Muñoz

Laboratorio de Ciencias de la actividad, Deporte y Salud, Univ. Santiago de Chile.
Email: esteban.aedo@usach.cl,

Gustavo Adolfo Cespced Cariaga.

Universidad Complutense de Madrid.
Email: gustav.cesp@gmail.com,

RESUMEN

Introducción: Desde la neurociencia aplicada a la práctica del ejercicio físico, se podría deducir que la actividad física puede mejorar el rendimiento escolar. Ello, debido a que si el BDNF, (Brain-derived Neurotrophic Factor), mejora los procesos de memoria y de aprendizaje, al mismo tiempo debería influir también, de manera positiva, en el rendimiento académico. Apelando a este enfoque, se investigará si un plan de entrenamiento de ejercicio aeróbico juega un rol determinante en la mejora del rendimiento escolar. **Método:** Estudio descriptivo cuantitativo. La población de estudio fue de 43 estudiantes de octavo básico que fueron asignados de forma aleatoria, (N: 22, grupo de experimentación), y los demás estudiantes conformaron el grupo de control, (N: 21). Se realizó un plan de entrenamiento de ejercicios aeróbico de 8 semanas con una intensidad de trabajo del 60% de la FC MAX (formula de Karvonen). **Resultados:** las pruebas de normalidad mostraron casos de normalidad en historia, lenguaje y ciencias naturales. Matemáticas por otra parte presentó anormalidad. Se utilizaron prueba de estadísticos de muestras relacionadas (o dependientes) para comparar el rendimiento académico, (puntaje obtenidos), antes y después de realizar el entrenamiento de tipo aeróbico donde el grupo de experimentación y control mostraron una baja en el rendimiento académico al finalizar el semestre.

Conclusión: Un programa de entrenamiento de ejercicio aeróbico de 8 semanas no influyo en el rendimiento académico de estudiantes de octavo básico, es decir las calificaciones obtenidas una vez iniciado el ejercicio aeróbico no aumentaron

PALABRAS CLAVE: Aeróbico; entrenamiento; BDNF; IGF1; rendimiento académico.

INTRODUCCIÓN.

Las últimas tendencias existentes en la investigación de la actividad física suelen enfocar la práctica del ejercicio físico desde la neurociencia. Por ejemplo, el estudio de Shoshanna Vaynman, (2004), refiere que, gracias a los ejercicios físicos, (fundamentalmente aquellos que sean aeróbicos), se provoca un aumento de BDNF, (Brain-derived Neurotrophic Factor), factor neurotrófico derivado del cerebro, el cual es una proteína descrita como factor de crecimiento de interconexiones en el cerebro y que además actúa como neurotransmisor de distintas neuronas. Esta sustancia estaría implicada en los procesos de memoria y aprendizaje, (Vaynman, 2004), y estaría focalizada en áreas del cerebro que están relacionadas con el rendimiento cognitivo. Al momento de realizar ejercicios, en especial los que sean aeróbicos, los músculos liberan el factor de crecimiento IGF1, (insulin-like Growth Factor-1, factor de crecimiento tipo 1), el cual viaja por el torrente sanguíneo hasta llegar al cerebro provocando un aumento del BDNF (Prado-Gascó, 2016).

Es decir este tipo de investigación relaciona el entrenamiento de resistencia aeróbica, entendida como: “la capacidad de realizar un ejercicio de manera eficaz, superando la fatiga que produce” (Platonov, 2001). Incide en el rendimiento escolar, entendido como: “el resultado obtenido por lo que el alumno es capaz de lograr durante el proceso de enseñanza en el ámbito escolar, expresado mediante calificaciones” (Prado-Gascó, 2016).

Por otra parte, algunas investigaciones como las de Jung Chen (2013), y de Donnelly y Lambourne (2011), han incorporado otras variables al análisis, por ejemplo el IMC (Índice de Masa Corporal). Estos investigadores incorporaron un programa de entrenamiento a estudiantes, provocando una mejora del IMC, (una baja de éste), y al mismo tiempo un aumento de las calificaciones de los estudiantes del establecimiento en estudio.

Asimismo, otro estudio, publicado por Sardinha y Marques (2014), relaciona la aptitud cardiorrespiratoria, (esfuerzo físico), y el peso corporal con el rendimiento escolar, en el cual los estudiantes también fueron sometidos a un entrenamiento. Sin embargo, otras investigaciones como la de Fernando Maureira Cid, (2014), han observado que el ejercicio aeróbico tendría una influencia positiva, aumentando las calificaciones del estudiante, en algunas asignaturas como Matemáticas, por sobre el resultado obtenido en otras materias como Historia, Lenguaje, y Ciencias donde no se notó diferencia alguna. En otro estudio, Jung Chen (2013) relaciona la mejora de la aptitud física con la optimización del rendimiento escolar en la asignatura de Matemáticas.

A partir de los antecedentes sustentados en el párrafo anterior, se puede establecer que el ejercicio podría mejorar el rendimiento escolar, ya que si el BDNF mejora los procesos de memoria y aprendizaje al mismo tiempo, debería influir de una manera positiva mejorando el rendimiento académico., todo ello expresado a través de las calificaciones de los estudiantes (Prado-Gascó, 2016).

En consecuencia, y en virtud de las investigaciones revisadas, visualizamos que un plan de entrenamiento de ejercicios aeróbicos que tenga una duración de ocho semanas en un colegio de enseñanza básica de la comuna de Quinta Normal (Santiago de Chile), poseería fundamentos teóricos para contribuir a mejorar el rendimiento escolar en los alumnos del segundo ciclo, especialmente de octavo.

Este estudio nos permitiría evaluar los efectos de dicho entrenamiento aeróbico en el grupo de estudio en comparación al grupo de control, y comprobar en consecuencia si realmente ocurre una mejora significativa en las asignaturas de Ciencias, Matemáticas, lenguaje e Historia.

El objetivo de este estudio es comprobar si el ejercicio aeróbico influye de alguna manera (positiva, negativa o nula), en el rendimiento escolar en estudiantes de octavo del Colegio Abraham Lincoln de la comuna de Quinta Normal. Es decir, si la participación de un programa de entrenamiento aeróbico desarrollado de manera paralela a las demás actividades curriculares, repercute en un peor, igual o mejor rendimiento académico.

1. MATERIALES y MÉTODO.

Esta es una investigación de tipo descriptivo-cuantitativo es de carácter transversal pues se llevará a cabo en el segundo semestre del 2018 especialmente en el mes de octubre y parte del mes de noviembre. Igualmente, su naturaleza es cuasi experimental, dado que se utilizarán dos grupos, (uno de experimentación y otro de control), en el que el primero será intervenido con un entrenamiento de tipo aeróbico, (grupo de experimentación), mientras que al otro grupo no se le ejecutará intervención alguna, constituyéndose por lo tanto en el grupo de control.

En la tabla 1 observaremos el tipo de entrenamiento y la cantidad de microciclos que se utilizarán en esta investigación. La tabla 2 nos mostrará la intensidad de trabajo y los días de entrenamiento.

Con posterioridad, a ambos grupos se les analizará las notas del segundo semestre 2018, (es decir la performance académica previa y posterior al plan de entrenamiento en las mismas asignaturas ya referidas). Para esto se utilizará el libro de clases.

En las tablas 3 y 4 se visualizará el rendimiento académico antes y después de la intervención, (entrenamiento aeróbico), para el grupo de experimentación, (tabla 3), y grupo de control, (tabla 4).

La población en estudio consta de cuarenta y cinco alumnos de octavo básico del establecimiento educacional Abraham Lincoln de la comuna de Quinta Normal, (se eligió este curso en especial, porque el encargado de llevar a cabo el proyecto conocía a estos estudiantes desde el 2017). En esta investigación se trabajará con la totalidad de la población que adhiera voluntariamente a ser parte del estudio. La participación de los educandos/as que integren la investigación estará mediada por una carta de consentimiento, (la cual fue firmada por el padre o la madre del estudiante), y una de asentimiento, (que fue firmada por el estudiante), estos documentos fueron aprobados por el comité de ética de la universidad Santo Tomás, Santiago de Chile con el número de folio 100. Este documento sintetiza la voluntariedad del apoderado como el educando. Asimismo, es prerequisite de lo anterior, contar la expresa y formalizada adhesión de la directora del establecimiento.

Como modo general de ordenar nuestra población, trabajaremos con la lista de asistencia alfabética del curso, (octavo). A su vez, dicha nómina será separada por sexo.

Con posterioridad, se dividirá por dos dichas cantidades para poder establecer cuántos casos serán del grupo de experimentación, con su consiguiente generación de casos aleatorios., quedando, establecido por descarte qué casos compondrán el grupo de control, (es decir, estará integrado por aquellos casos que no sean generados aleatoriamente).

Para llevar a cabo lo anterior, se procederá a dividir la nómina de asistencia de cada curso por sexo, siendo las mujeres del curso quienes constituyan la primera sub nómina, asignándoseles los números impares, (1,3,5, etc.), de los casos aleatorios a extraer, en tanto que los varones constituirán la segunda sub nómina asignándoseles los números pares, (2,4,6, etc.). Por ejemplo, si en la generación de casos aleatorios aparece el número 2, éste representa al estudiante varón que se sitúa primero en la nómina de asistencia ordenada alfabéticamente, y así sucesivamente.

En conjunto con lo anterior, se procederá a analizar si existen estudiantes “nuevos”, con objeto de no considerarlos en la investigación, debido a que no tienen una performance previa en esta institución educativa, lo cual es fundamental para analizar el rendimiento académico previo y posterior a la intervención. Algo relativamente similar se realizará en caso de que existan estudiantes que por diversos motivos abandonen el establecimiento o la investigación, (cambio de colegio, lesiones corporales ajenas a la investigación, etc.), debiendo descartar a un alumno o alumna, (dependiendo del género del estudiante que abandona), del grupo contrario. Todo ello con el objetivo de mantener la mayor simetría posible de cada grupo respecto al otro.

Para resguardar la privacidad de cada estudiante se van a eliminar las identificaciones de los alumnos de la base de datos siendo reemplazada por números, por ejemplo el grupo de experimentación tendrá una enumeración del 1 al 22 y el grupo de control del 23 al 45.

La unidad de análisis de esta investigación será el rendimiento académico, (notas o puntajes), de los 45 estudiantes de octavo básico que conforman la población de estudio.

Tabla 1:
Programa de entrenamiento.

Fecha	Octubre				Noviembre			
Tipo de trabajo	Resistencia de tipo aeróbica							
Microciclo	1	2	3	4	5	6	7	8
Método de entrenamiento	Trote							

Microciclo: programa de entrenamiento semanal.

Tabla 2.
Plan de entrenamiento aeróbico.

Octubre	Minutos	Semanas	Intensidad
Lunes, miércoles y jueves	18 Min	Semana 1	60% FC Max
Lunes, miércoles y jueves	21 Min	Semana 2	60% FC Max
Lunes, miércoles y jueves	23 Min	Semana 3	60% FC Max
Lunes, miércoles y jueves	25 Min	Semana 4	60% FC Max
Noviembre	Minutos		
Lunes, miércoles y jueves	22 Min	Semana 5	60% FC Max
Lunes, miércoles y jueves	27 Min	Semana 6	60% FC Max
Lunes, miércoles y jueves	31 Min	Semana 7	60% FC Max
Lunes, miércoles y jueves	35 Min	Semana 8	60% FC Max

FC: frecuencia cardiaca, (número de latidos que realiza el corazón por minuto). FCMax: Frecuencia cardiaca máxima, (es el máximo trabajo que puede realizar el corazón sin que haya riesgo para la salud), 60% FC Max: rango de intensidad del esfuerzo.

1.1. ANÁLISIS CUANTITATIVO:

Se ingresará el conjunto de calificaciones en una base de datos con objeto de extraer de ellas medidas de representación estadística propias de las asignaturas en análisis, (promedio, moda y mediana), estadísticos descriptivos, pruebas de normalidad y estadísticos de muestras relacionadas.

Para tal efecto, se desarrollará tablas de rendimiento académico en cada una de las cuatros asignaturas en estudio, (matemáticas, historia, lenguaje y ciencias naturales).

1.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

Se utilizó el software estadístico SPSS 22.0 donde se empleó estadísticos descriptivos para el segundo periodo 2018. Se registró todas las calificaciones obtenidas en este semestre de cada una de las asignaturas, (matemáticas, historia, lenguaje y ciencias naturales), de los 43 estudiantes. Se realizó una prueba de normalidad para el 2018, (segundo semestre), esta prueba hace la hipótesis de que las calificaciones se distribuyen de forma normal (se busca un p-valor mayor a 0,05). Además se aplicó estadísticos de muestras relacionadas para comparar las notas obtenidas antes y después de la intervención.

2. RESULTADOS

De los 45 participantes de esta investigación, se excluyeron dos estudiantes uno por lesión y el otro por problemas personales. Se redujo la población de estudio a 43 alumnos 22 de experimentación (11 hombres y 11 mujeres) y 21 de control (15

hombres y 6 mujeres). El análisis de los resultados se inicia con un resumen descriptivo para cada una de las asignaturas del segundo semestre del 2018.

Tabla 3
Calificaciones del segundo semestre 2018, Pre y post intervención (grupo de experimentación).

Estadísticos de muestras relacionadas				Normalidad	Muestras Relacionadas
Materia	Periodo	Media Puntos	Desv tip Puntos	Shapiro-Wilk	Sig. (Bilateral)
Matemáticas	Pre	58,82	9,34	0,15	0,021
	Post	54,85	10,66	0,022	
Lenguaje	Pre	62,96	3,51	0,171	0
	Post	54,64	5,46	0,284	
Historia	Pre	57,73	3,09	0,103	0,457
	Post	56,81	6,8	0,134	
Ciencias N	Pre	52,83	11,1	0,254	0,027
	Post	50,17	9,3	0,976	

Se compararon las calificaciones del segundo semestre del 2018, antes y después de iniciar la intervención aeróbica.

Se puede observar que los estudiantes del grupo de experimentación obtuvieron mejores resultados antes de iniciar el entrenamiento aeróbico en las asignaturas de lenguaje, matemáticas y ciencias naturales donde se pueden observar p-valores de 0,021, (matemáticas), 0,000 (lenguaje) y 0,027 (ciencias naturales).

Tabla 4
Calificaciones segundo semestre 2018, Pre y post intervención (grupo de control).

Estadísticos de muestras relacionadas				Normalidad	Muestras Relacionadas
Materia	Periodo	Media Puntos	Desv tip Puntos	Shapiro-Wilk	Sig. (Bilateral)
Matemáticas	Pre	59,12	6,96	0,392	0,009
	Post	54,39	8,38	0,662	
Lenguaje	Pre	61,08	5,94	0,027	0
	Post	53,82	5,23	0,59	
Historia	Pre	57,48	2,75	0,011	0,429
	Post	56,76	5,46	0,815	

	Pre	53,13	11	0,047	
Ciencias N					0,031
	Post	50,03	7,8	0,038	

En el grupo de control se observa que los estudiantes obtuvieron mejores resultados antes de iniciar el entrenamiento aeróbico donde se visualizan p-valores de 0,009, (matemáticas), 0,000, (lenguaje) y 0,31 (ciencias naturales).

3. DISCUSIÓN.

Los principales hallazgos encontrados en esta investigación nos demuestran que la realización de un programa de ejercicio aeróbico con un duración de ocho semanas no influyo de forma positiva ni negativa en los resultados académicos en las asignaturas de lenguaje, matemáticas, ciencias naturales e historia de los estudiantes de octavo básico del colegio Abraham Lincoln. Para cada una de las materias se realizó un estudio para conocer sus medidas básicas descriptivas. Se logró apreciar que en el 2018, (segundo semestre), las notas más altas se obtienen en matemática e historia y la más baja en ciencias naturales, la prueba de normalidad no rechaza el supuesto de normalidad para las asignaturas lenguaje, historia y ciencias naturales excepto en matemáticas donde se presentan anomalías.

Se emplearon estadísticos de muestras relacionadas los cuales nos señalan que el rendimiento académico es más alto antes de comenzar el entrenamiento aeróbico para el grupo de experimentación como el grupo de control lo cual quiere decir que el entrenamiento aeróbico no es el causante de la disminución del *performance* académico ya que ambos grupos presentan la misma tendencia.

Los resultados obtenidos en este estudio no concuerdan con lo que sostienen otros autores como, (Li-Jung Chen, 2013), el cual confirma que la mejora de aptitud cardiovascular se asocia con un mejor rendimiento académico. Además en otra investigación se señala que tener una buena aptitud cardiovascular aumenta en un 127% las probabilidades de mejorar el *performance* académico, (Luis B Sardinha, 2014), en otro estudio se menciona que realizar ejercicio físico por ejemplo basquetbol, runing y futbol mejora el rendimiento académico en la asignatura de matemática, (Fernando Maureira Cid, 2014). A pesar que en esta investigación no se observó un mejoramiento en el rendimiento académico tampoco se visualizó una disminución de este y de esta manera se concuerda con otro estudio el cual señala que no existiría ningún beneficio entre el ejercicio aeróbico, la mejora del aprendizaje y rendimiento académico, (Prado-Gascó2, 2016).

Una de las principales limitaciones de este estudio fue la corta duración que tuvo el programa de entrenamiento que sólo fue de 8 semanas, quizás si se hubiera hecho una rutina de 1 o 2 semestre de duración tal vez se hubieran obtenidos resultados distintos, otra limitación importante de esta investigación podría ser que solamente se preocupó en dejar al grupo de control (C) y el grupo de experimentación (E) lo más homogéneo posible, (21 y 22), pero dejando de lado que ambos grupos (E y C) presentarán cantidades iguales de mujeres y hombres. Otro posible inconveniente de este trabajo fue de no controlar la alimentación de

los estudiantes a pesar de que se le entregó a cada apoderado y alumno antes de iniciar el trabajo aeróbico un instructivo indicando la cantidad de agua que debían tomar, el horario de las comidas y la cantidad de horas que tenían que dormir, etc. No se verificó si realmente los alumnos cumplieron o no con todas estas instrucciones como debieran, ya que si los estudiantes no tomaron desayuno o no durmieron las horas correspondiente antes de iniciar cada entrenamiento esto pudo afectar su rendimiento físico como académico.

Las futuras investigaciones no sólo deberían poner especial énfasis en el comportamiento de los grupos de control y experimentación si no que también ver si se produce alguna conducta distintas en los diferentes sexos, además sería interesante observar que ocurre con diferentes intensidades de trabajo, la aplicación de test psicológico para verificar si el ejercicio aeróbico provoca algún cambio, a lo mejor no en el rendimiento académico pero si en el comportamiento en el aula por ejemplo.

Asimismo, nos permitimos sugerir la necesidad de diseñar de manera más cuidadosa el cronograma de intervención, en atención a las actividades curriculares, extracurriculares, y feriados, con objeto de aislar de la mejor manera posible, el impacto de la intervención aeróbica de otros potenciales efectos medioambientales y deportivos, (campeonatos escolares, bailes y ceremonias, etc.), de la consecuencia que pueda generar la intervención., y, en lo posible, ampliar el periodo investigativo al menos, a la totalidad de un semestre.

4. CONCLUSIONES

En esta investigación efectuada sobre 43 estudiantes de octavo grado, donde se separó el curso en grupo de control y grupo de experimentación. Se aplicó un entrenamiento de tipo aeróbico con una duración de ocho semanas. A partir de los hallazgos encontrados no se establece una relación entre el ejercicio aeróbico y una mejora en el rendimiento de las asignaturas de (lenguaje, historia, ciencias naturales y matemáticas). Es necesario realizar más investigaciones para poder determinar de forma definitiva si realmente un programa de ejercicio aeróbico influye en el *performance* académico de los estudiantes.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abalde-Amoedo, N., & Pino-Juste, M. R. (2016). Influencia de la actividad física y el sobrepeso en el rendimiento académico. *Sportis scientific technical journal*, 147-161. Doi: 10.17979/sportis.2016.2.1.1446

Aberg, M. A. (2009). Cardiovascular fitness is associated with cognition in young adulthood. *PNAS*, 20906–20911. Doi: org/10.1073/pnas.0905307106

Alexander Törpel, F. H. (9 October 2018). Strengthening the Brain—Is Resistance Training with blood flow restriction an effective strategy for cognitive improvement. *Journal of clinical medicine*, 1-25. Doi: 10.3390/jcm7100337.

Ana María Aron, N. M. (2012). Clima Social Escolar: una escala de evaluación- Escala de Clima Social Escolar, ECLIS. *Universitas Psychologicas*, 803-813.

Andrew T. Harveson, J. C. (2016). Acute Effects of 30 Minutes Resistance and Aerobic. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 2168-382. Doi:10.1080/02701367.2016.1146943

Avila, D. M. (17 de Mayo de 2018). Mineduc reconoce 454 escuela con malos resultados. *La tercera*.

Berchtold, C. W. (2002). Exercise: a behavioral intervention to enhance brain health and plasticity. *TRENDS in Neurosciences* , 295-301. Doi: 10.1016/S0166-2236(02)02143-4

Carl W. Cotman, N. C.-A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Neurosciences*, 464-72. Doi: 10.1016/JTINS.2007.06.011

Catarina Rendeiro¹, S. : (2018). A new perspective of the hippocampus in the origin of exercise–brain. *Brain Structure and Function*, 2527–2545. Doi: 10.1007/s00429-018-1665-6.

Chan Ho Park¹, Y.-S. K. (2017). Analysis of energy restriction and physical activity on brain function: the role of ketone body and brain-derived neurotrophic factor. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 378-380. Doi: 10.12965/jer.1735028.514

Cindy K. Barha^a, b. J. (2017). Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic. *frontiers in neuroendocrinology*, 71-85. Doi: 10.1016/j.yfrne.2017.04.002.

Eduardo E. Bustamante, P. C. (2016). Physical Activity interventions for neurocognitive and academic performance in overweight and obese youth. *the pediatric clinics of north america*, 459-480. Doi: 10.1016/j.pcl.2016.02.004.

Fernando Maureira Cid, *. I. (2014). Relación de la práctica de actividad física y el rendimiento académico en escolares de Santiago de Chile. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM. N° 15*, 43-50.

Hillary Schwarb, C. L. (2017). Aerobic fitness, hippocampal viscoelasticity, and relational memory performance. *neuroimage*, 179- 188.

Hiroshi Maejima, N. K. (2017). Exercise enhances cognitive function and neurotrophin expression in the hippocampus accompanied by changes in epigenetic programming in senescence-accelerated mice. *Neuroscience Letters*, 67.-73. Doi: 10.1016/j.neulet.2017.11.023

J.A. Zoladz, A. P. (2008). Endurance training increases plasma brain-derived neurotrophic factor concentration in young healthy men. *Journal of physiology and pharmacology*, 119-132.

Johannes W. de Greeff^a, *. R. (2017). Review Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: *Journal of science and medicine in sport*, 501-507. Doi: 10.1016/j.jsams.2017.09.595.

Joseph E. Donnelly *, K. L. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *preventive medicine*, 536-542. Doi: 10.1016/j.ypmed.2011.01.021

Joseph Firth, B. S. (2017). Effect of aerobic exercise on hippocampal volume in humans: A systematic review. *neuroimagen*, 230-238. Doi: 10.1016/j.neuroimage.2017.11.007

Joshua Hendrikse, A. K. (21-9-2017). Combining aerobic exercise and repetitive transcranial magnetic stimulation to improve brain function in health and disease. *neuroscience & biobehavioral review*, 11-20. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2017.09.023

Joyce Gomes-Osmana, b. D. (2017). The effects of exercise on cognitive function and brain plasticity - a feasibility trial. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 547-556. Doi: 10.3233/RNN-170758.

Julia C. Basso, A. S. (October 5, 2015). Acute Exercise Improves Prefrontal Cortex but not Hippocampal Function in Healthy Adults. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 791- 801. Doi: 10.1017/S135561771500106x

Kim E Barrett, S. M. (2010). *Ganong fisiologia medica*. Mexico, D.F: Mc Graw Hill- Hill Interamericana editores.

Kirk I. Erickson, M. (2010). Exercise training increases size of hippocampus and improves memory . *Proceeding of the national academy of sciences*, 3017-3022. Doi: 10.1073/pnas.1015950108.

Kirsten Hötting*, B. R. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience and Neuroscience reviews*, 2243-2257. Doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.04.005.

Li-Jung Chen, P. K.-W.-Y. (2013). Fitness Change and Subsequent Academic Performance in Adolescents. *Journal of school health*, 631-638. Doi: 10.1111/josh.12075

Lin Li, W.-W. M.-K. (2014). Acute Aerobic Exercise Increases Cortical Activity during Working Memory: A Functional MRI Study in Female College Students. *journal.pone.0099222*, 1-8. Doi: 10.1371/journal.pone.0099222.

Luis B Sardinha, A. M. (2014). Fitness, fatness, and academic performance in seventh-grade elementary school students. *BMC pediatrics*. Doi: 10.1186/1471-2431-14-176.

N. C. Berchtold, a. N. (2010). Exercise and time-dependent benefits to learning and memory. *Neuroscience*, 588–597. Doi: 10.1016/j.neuroscience.2010.02.050

Platonov, V. (2001). *Teoria general del entrenamiento deportivo olímpico*. Barcelona: Paidotribo.

Prado-Gascó2, B. G. (2016). Relación entre la práctica de actividad física y el rendimiento académico en. *Calidad de vida y salud 2016*, 60- 73.

Regina L. Leckie, L. E. (2014). BDNF mediates improvements in executive function following a 1- year exercise intervention. *frontiers in Human Neuroscience*, 1-12. Doi:10.3389/fnhum.2014.00985

Santiago Muzzo B., F. M. (2012). Reflexiones sobre el aumento de la obesidad en Chile. *Revista chilena de nutrición*, 113-115.

Segunda, L. (3 de Diciembre de 2013). Otra mirada a los resultados PISA: En Chile colegios pagados superan promedio OCDE y los municipales quedan bajo el latinoamericano. *La segunda*.

Shoshanna Vaynman, I. Z.-P. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *European Journal of Neuroscience*, Vol. 20, pp., 2580-2590. Doi:10.1111/j.1460-9568.2004.03720.x

Suzuki1, W. A. (2016). Studies show that physical exercise can affect a range of brain and cognitive functions. However, little is. *How Body Affects Brain*, 192-193. Doi.org/10.1016/j.cmet.2016.07.022

Urnuhsaikhan3, J. H. (2018). Moderate-Intensity Exercise Induces Neurogenesis and Improves Cognition in Old Mice by Upregulating Hippocampal Hippocalcin, Otub1, and Spectrin- α . *Molecular Neurobiology*, 1-10. Doi: 10.1007/s12035-018-1239-x.

William d. Mcardle, F. k. (2004). *Fisiología del ejercicio*. Madrid: Mc Graw Hill.

Yuan Lu a, K. C. (2008). BDNF: A key regulator for protein synthesis-dependent LTP and long-term memory? *Neurobiology of Learning and Memory* 89, 312–323. Doi:10.1016/j.nlm.2007.08.018

Fecha de recepción: 18/9/2019
Fecha de aceptación: 21/10/2019