



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Rendimiento Deportivo y
Salud

EFECTO AGUDO DEL EJERCICIO FÍSICO EN LA FUNCIÓN COGNITIVA DE PERSONAS MAYORES

ALUMNA: MARÍA ARACIL ESPINOSA

TUTOR ACADÉMICO: DIEGO PASTOR CAMPOS

CURSO ACADÉMICO: 2023-2024

Índice

Introducción.....	3
La alfabetización digital y el aprendizaje a lo largo de la vida	3
El ejercicio físico y el aprendizaje	4
Variables determinantes del ejercicio físico para potenciar el aprendizaje.....	5
Objetivo.....	5
Hipótesis.....	5
Material y métodos	5
Participantes.....	5
Sesiones de ejercicio físico y alfabetización digital	6
Herramientas de evaluación	6
Bibliografía	7



Introducción

El presente trabajo se enmarca en un estudio piloto del proyecto “El ejercicio físico como herramienta para potenciar la alfabetización digital en colectivos vulnerables”, solicitado por el investigador Diego Pastor Campos.

La alfabetización digital y el aprendizaje a lo largo de la vida

“El paradigma del aprendizaje a lo largo de la vida ha sido enmarcado y promovido por la UNESCO desde la década de 1970. Hoy en día se reconoce cada vez más que, [...], el aprendizaje a lo largo de la vida es la filosofía, el marco conceptual y el principio organizador de la educación en el siglo XXI, y que el concepto del aprendizaje para el empoderamiento es central. Si la educación ha de responder de manera eficaz a los desafíos que plantean los cambios rápidos y constantes que caracterizan el siglo XXI y su desarrollo, el aprendizaje deberá darse a lo largo de toda la vida” [Traducido literalmente de la UNESCO (2014)].

Considerando estos puntos, está claro que el aprendizaje continuo a lo largo de la vida es crucial para el desarrollo de sociedades prósperas, inclusivas y sostenibles (UN, 2013). Dentro de las competencias esenciales para este aprendizaje continuo se destaca la competencia digital (European Commission Joint Research Centre et al., 2022), que se ha vuelto cada vez más relevante en un mundo digitalizado y en constante evolución.

“La competencia digital implica el uso confiado, crítico y responsable, así como el compromiso con el aprendizaje, el trabajo y la participación social mediante las tecnologías digitales.” [Traducido literalmente European Commission Directorate-General for Education (2019)].

Generalmente, la competencia digital se conoce como alfabetización digital, que requiere habilidades cognitivas y técnicas para enseñar y evaluar conceptos y habilidades básicos de informática y tecnologías de comunicación. El objetivo es capacitar a las personas para que puedan encontrar, evaluar, crear y transmitir información en su vida cotidiana, desarrollando nuevas oportunidades sociales y económicas para ellos, sus familias y sus comunidades (United Nations Educational & Cultural, 2011).

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) tienen el potencial de mejorar el empoderamiento de las personas y promover la participación ciudadana en condiciones de igualdad (Chadwick et al., 2022), fomentando así la inclusión social. Los resultados de esta inclusión social a través de la alfabetización digital se reflejan particularmente en dos áreas: el acceso a la salud y la empleabilidad.

En la actualidad estamos inmersos en un proceso de digitalización sin precedentes, acelerado por la situación sociosanitaria causada por la COVID-19. Esta transformación digital ha afectado a toda la población y, en muchas ocasiones, se ha considerado de manera positiva. Sin embargo, no todos los grupos han podido adaptarse rápidamente a estos cambios, lo que ha provocado que una parte importante de la población, especialmente los adultos mayores (AM) (Martínez-Alcalá et al., 2021) y las personas con discapacidad intelectual (DI) (Chadwick et al., 2013), haya aumentado su situación de vulnerabilidad.

Para esta población, la necesidad de adaptarse a un entorno altamente digitalizado ha generado rechazo en algunos casos, debido a la falta de conocimientos y habilidades necesarias para manejar estas tecnologías. En otros casos, la digitalización ha abierto nuevas posibilidades que anteriormente veían limitadas. Ochoa (2018) resume los principales motivos de rechazo ante esta inclusión digital, como la ausencia de motivación o necesidad, la falta de conocimiento y miedo ante elementos no familiares, la falta de usabilidad (ya que algunos dispositivos electrónicos no están adaptados a las necesidades de estas personas), la inseguridad al sentir miedo de que sus datos personales puedan ser comprometidos, o recursos económicos insuficientes para adquirir algunos de estos dispositivos, que pueden resultar muy costosos.

El ejercicio físico y el aprendizaje

El ejercicio físico no solo es beneficioso para la salud física, como comúnmente se piensa, sino que también se ha demostrado que está estrechamente relacionado con la salud cognitiva e incluso, con el rendimiento académico. Diversos estudios han encontrado una relación positiva entre la actividad física y la función cerebral (Bherer et al., 2013), así como con el desempeño académico en diferentes etapas de la vida (Loturco et al., 2022; Trudeau & Shephard, 2008). Existe una amplia evidencia psicológica y neurobiológica que respalda el impacto del ejercicio físico en el proceso de aprendizaje y la función cognitiva a lo largo de la vida (Matta Mello Portugal et al., 2013; Voss et al., 2011), siendo especialmente notable en el envejecimiento (Colcombe & Kramer, 2003; Koščak Tivadar, 2017).

El aprendizaje y la memoria están estrechamente relacionados, siendo procesos complejos que implican la codificación, consolidación y recuperación de información (Johnson & Hasher, 1987; Morris, 2006). La memoria declarativa, controlada por el hipocampo (Squire, 1992a, 1992b), es particularmente relevante para el aprendizaje académico.

En humanos, se ha evidenciado que el ejercicio físico agudo puede influir positivamente en los procesos de codificación y consolidación de la memoria declarativa (Roig et al., 2013). Estudios recientes han demostrado que el ejercicio físico puede potenciar los procesos cognitivos y de aprendizaje en diferentes grupos de edad, incluyendo adolescentes, jóvenes universitarios y personas mayores, siendo la intensidad una variable posiblemente determinante (Ballester-Ferrer, Bonete-López, et al., 2022; Ballester-Ferrer, Carbonell-Hernandez, et al., 2022; Ballester-Ferrer, Roldan, et al., 2022; Carbonell-Hernandez et al., 2022; Etnier et al., 2021; Pastor et al., 2021; Peruyero et al., 2017).

Los efectos agudos del ejercicio físico se refieren a los cambios fisiológicos y bioquímicos inmediatos y transitorios que ocurren durante y después de una sola sesión de actividad física intensa. Estos efectos incluyen respuestas como el aumento de la frecuencia cardíaca, la vasodilatación periférica de arteriolas y la sudoración, entre otros ajustes corporales que se producen en respuesta al esfuerzo físico.

VARIABLES DETERMINANTES DEL EJERCICIO FÍSICO PARA POTENCIAR EL APRENDIZAJE

Se debe tener en cuenta diferentes variables a la hora de aplicar un estímulo de ejercicio físico con el objetivo de potenciar la fase de codificación de un aprendizaje.

En primer lugar, se ha observado que sesiones de ejercicio físico demasiado largas o fatigantes pueden tener un efecto perjudicial, deteriorando la función cognitiva. Por otro lado, estímulos de ejercicio más cortos, en torno a los 20 minutos, parecen ser la dosis óptima para potenciar la función cognitiva.

En segundo lugar, el momento de aplicación del estímulo parece importante, ya que se observa mejoras en la capacidad para potenciar la fase de codificación del aprendizaje (es decir, aplicar el ejercicio físico antes de aprender). Sin embargo, algunos estudios observan que no se obtienen dichas mejoras cuando se trata de la fase de consolidación (Labban & Etnier, 2018), y otros estudios respaldan lo contrario (Etnier et al., 2021; Loprinzi, Roig, et al., 2021; van Dongen et al., 2016).

Por último, es esencial considerar el sexo biológico de los participantes en todos los estudios, pero especialmente en investigaciones de este tipo, debido a las claras diferencias fisiológicas en la respuesta al ejercicio físico según el sexo biológico (Sheel, 2016).

Objetivo

El presente trabajo tiene como objetivo comprobar si los efectos agudos del ejercicio físico pueden potenciar el aprendizaje en un programa formativo orientado a la alfabetización digital en personas mayores.

Hipótesis

La realización de ejercicio físico agudo ha demostrado mejorar la capacidad de memoria declarativa, lo que resulta en un incremento en la capacidad de aprendizaje. Al estructurar y organizar su implementación a través de un programa de formación, donde las sesiones de aprendizaje se preceden de sesiones de ejercicio físico cuidadosamente planificadas, se espera que mejore el proceso de enseñanza-aprendizaje del programa, lo que se traducirá en un mejor rendimiento final. Por lo tanto, se espera que el grupo experimental obtenga mejores resultados en un aprendizaje complejo, como es la alfabetización digital, comparado con el grupo placebo.

Material y métodos

Participantes

Veintisiete participantes de 67.3 ± 4.5 años (7 hombres, 20 mujeres), fueron seleccionados para el estudio. Todos los participantes fueron reclutados en la Universidad Miguel Hernández de Elche, en las AUNEX. En el proceso experimental se dividió a los

participantes aleatoriamente en grupo experimental y grupo placebo. El grupo experimental estaba formado por 12 participantes y el grupo placebo por 15.

Sesiones de ejercicio físico y alfabetización digital

Se desarrollarán tantas sesiones de alfabetización digital como sesiones de ejercicio físico y placebo; 10 sesiones de cada una en total, una vez por semana.

El grupo experimental realiza sesiones de danza de aproximadamente 20 minutos. Estas sesiones están pensadas para que alcancen una intensidad suficiente que desencadenen los efectos agudos beneficiosos que se buscan.

El grupo placebo realiza sesiones de relajación y estiramientos de aproximadamente 20 minutos. Estas sesiones están pensadas para que se alcance la mínima intensidad posible.

El orden de las sesiones siempre será el mismo, primero se realiza la sesión de ejercicio físico y placebo, e inmediatamente después se realizará la sesión de alfabetización digital, de unos 30 minutos aproximadamente. Ambos grupos asistirán conjuntamente a las sesiones de alfabetización digital donde una profesora especializada en el tema será la encargada de impartir dichas sesiones.

Las sesiones de alfabetización digital tratarán distintas herramientas digitales del día a día, como son el acceso a aplicaciones de banca, uso y acceso de la Carpeta Ciudadana a través de smartphone, el uso de la aplicación informática del sistema sanitario de la Comunidad Valenciana (GVA +Salut), el uso de wearables de promoción de la salud (pulseras de actividad), así como el uso de plataformas de comunicación (WhatsApp, YouTube, etc.).

El procedimiento de este estudio está diseñado como un doble ciego, es decir, la profesional que forma y evalúa la alfabetización digital de los participantes desconoce de qué grupo proviene cada sujeto. Por su parte, los sujetos creen que están siempre en el grupo experimental.

Herramientas de evaluación

La herramienta de evaluación utilizada en este estudio para valorar el aprendizaje es el MDPQ (Mobile Device Proficiency Questionnaire). Este cuestionario sirve para medir la competencia autopercebida de los sujetos en el uso de dispositivos móviles. MDPQ ha sido traducido al castellano y validado en personas mayores (Moret-Tatay et al., 2019). Además, como este estudio está diseñado para personas mayores y también para jóvenes con discapacidad intelectual, el cuestionario se ha traducido a lenguaje fácil y ha sido validado en personas mayores, cuyos resultados están pendientes de ser publicados y, por lo tanto, se está utilizando este formato de lectura fácil.

Parte de este Trabajo de Fin de Máster ha consistido en registrar los cuestionarios utilizados para realizar esta validación, cuyo proceso de validación ha sido realizado por el grupo investigador.

Bibliografía

- Alonso, M., Vianna, M. R., Depino, A. M., Mello e Souza, T., Pereira, P., Szapiro, G., Viola, H., Pitossi, F., Izquierdo, I., & Medina, J. H. (2002). BDNF-triggered events in the rat hippocampus are required for both short- and long-term memory formation. *Hippocampus*, 12(4), 551-560. <https://doi.org/10.1002/hipo.10035>
- Altenburg, T., Chinapaw, M., & Singh, A. (s.f.). Efectos de una sesión de ejercicio físico sobre la actividad no lineal de las ondas cerebrales en estado basal. *Retos*, 38. [https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74648\[5\]](https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.74648[5])
- An, L., Li, X., Tang, C., Xu, N., & Sun, W. (2018). Hippocampal proBDNF facilitates place learning strategy associated with neural activity in rats. *Brain Struct Funct*, 223(9), 4099-4113. <https://doi.org/10.1007/s00429-018-1742-x>
- Ballester-Ferrer, J. A., Bonete-López, B., Roldan, A., Cervelló, E., & Pastor, D. (2022). Effect of acute exercise intensity on cognitive inhibition and well-being: Role of lactate and BDNF polymorphism in the dose-response relationship [Original Research]. *Front Psychol*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1057475>
- Ballester-Ferrer, J. A., Carbonell-Hernandez, L., Pastor, D., & Cervello, E. (2022). COVID-19 Quarantine Impact on Wellbeing and Cognitive Functioning During a 10-Week High-Intensity Functional Training Program in Young University Students. *Front Behav Neurosci*, 16, 822199. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.822199>
- Ballester-Ferrer, J. A., Roldan, A., Cervello, E., & Pastor, D. (2022). Memory Modulation by Exercise in Young Adults Is Related to Lactate and Not Affected by Sex or BDNF Polymorphism. *Biology (Basel)*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/biology11101541>
- Barha, C. K., Davis, J. C., Falck, R. S., Nagamatsu, L. S., & Liu-Ambrose, T. (2017). Sex differences in exercise efficacy to improve cognition: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials in older humans. *Front Neuroendocrinol*, 46, 71-85. <https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2017.04.002>
- Bettio, L. E. B., Rajendran, L., & Gil-Mohapel, J. (2017). The effects of aging in the hippocampus and cognitive decline. *Neurosci Biobehav Rev*, 79, 66-86. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.030>
- Bherer, L., Erickson, K. I., & Liu-Ambrose, T. (2013). A review of the effects of physical activity and exercise on cognitive and brain functions in older adults. *J Aging Res*, 2013, 657508. <https://doi.org/10.1155/2013/657508>
- Chadwick, D. D., Ågren, K. A., Caton, S., Chiner, E., Danker, J., Gómez-Puerta, M., Heitplatz, V., Johansson, S., Normand, C. L., Murphy, E., Plichta, P., Strnadová, I., & Wallén, E. F. (2022). Digital inclusion and participation of people with intellectual disabilities during COVID-19: A rapid review and international bricolage. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities*, 19(3), 242-256. <https://doi.org/10.1111/jppi.12410>
- Chadwick, D. D., Fullwood, C., & Wesson, C. (2013). Intellectual Disability, Identity, and the Internet.

- Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: a meta-analytic study. *Psychol. Sci.*, 14(2), 125-130. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>
- Dincheva, I., Glatt, C. E., & Lee, F. S. (2012). Impact of the BDNF Val66Met polymorphism on cognition: implications for behavioral genetics. *Neuroscientist*, 18(5), 439-451. <https://doi.org/10.1177/1073858411431646>
- El Hayek, L., Khalifeh, M., Zibara, V., & Abi Assaad, R. (2019). Lactate Mediates the Effects of Exercise on Learning and Memory through SIRT1-Dependent Activation of Hippocampal Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF). 39(13), 2369-2382. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.1661-18.2019>
- Etnier, J. L., Vance, J. C., & Ueno, A. (2021). Effects of Acute Exercise on Memory Performance in Middle-Aged and Older Adults. *Journal of Aging and Physical Activity*, 29(5), 753-760. <https://doi.org/10.1123/japa.2020-0208>
- European Commission Directorate-General for Education, Y., Sport Culture. (2019). *Key competences for lifelong learning*. Publications Office. <https://doi.org/doi/10.2766/569540>
- European Commission Joint Research Centre, Vuorikari, R., Kluzer, S., & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens : with new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/doi/10.2760/115376>
- Harrisberger, F., Spalek, K., Smieskova, R., Schmidt, A., Coyne, D., Milnik, A., Fastenrath, M., Freytag, V., Gschwind, L., Walter, A., Vogel, T., Bendfeldt, K., de Quervain, D. J., Papassotiropoulos, A., & Borgwardt, S. (2014). The association of the BDNF Val66Met polymorphism and the hippocampal volumes in healthy humans: a joint meta-analysis of published and new data. *Neurosci Biobehav Rev*, 42, 267-278. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2014.03.011>
- Huang, T., Larsen, K. T., Ried-Larsen, M., Moller, N. C., & Andersen, L. B. (2014). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scand J Med Sci Sports*, 24(1), 1-10. <https://doi.org/10.1111/sms.12069>
- Huang, T., Larsen, K. T., Ried-Larsen, M., Moller, N. C., & Andersen, L. B. (2014). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scand J Med Sci Sports*, 24(1), 1-10. <https://doi.org/10.1111/sms.12069>
- Johnson, M. K., & Hasher, L. (1987). Human learning and memory. *Annu Rev Psychol*, 38, 631-668. <https://doi.org/10.1146/annurev.ps.38.020187.003215>
- Košćak Tivadar, B. (2017). Physical activity improves cognition: possible explanations. *Biogerontology*, 18(4), 477-483. <https://doi.org/10.1007/s10522-017-9708-6>
- Labban, J. D., & Etnier, J. L. (2018). The Effect of Acute Exercise on Encoding and Consolidation of Long-Term Memory. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 40(6), 336-342. <https://doi.org/10.1123/jsep.2018-0072>

- Loprinzi, P. D., Day, S., Hendry, R., Hoffman, S., Love, A., Marable, S., McKee, E., Stec, S., Watson, H., & Gilliland, B. (2021). The Effects of Acute Exercise on Short- and Long-Term Memory: Considerations for the Timing of Exercise and Phases of Memory. *Eur J Psychol*, 17(1), 85-103. <https://doi.org/10.5964/ejop.2955>
- Loturco, I., Montoya, N. P., Ferraz, M. B., Berbat, V., & Pereira, L. A. (2022). A Systematic Review of the Effects of Physical Activity on Specific Academic Skills of School Students. *Education Sciences*, 12(2), 134. <https://www.mdpi.com/2227-7102/12/2/134>
- Martínez-Alcalá, C. I., Rosales-Lagarde, A., Pérez-Pérez, Y. M., Lopez-Noguerola, J. S., Bautista-Díaz, M. L., & Agis-Juarez, R. A. (2021). The Effects of Covid-19 on the Digital Literacy of the Elderly: Norms for Digital Inclusion. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.716025>
- Matta Mello Portugal, E., Cevada, T., Sobral Monteiro-Junior, R., Teixeira Guimaraes, T., da Cruz Rubini, E., Lattari, E., Blois, C., & Camaz Deslandes, A. (2013). Neuroscience of exercise: from neurobiology mechanisms to mental health. *Neuropsychobiology*, 68(1), 1-14. <https://doi.org/10.1159/000350946>
- Moret-Tatay, C., Beneyto-Arrojo, M. J., Gutierrez, E., Boot, W. R., & Charness, N. (2019). A Spanish Adaptation of the Computer and Mobile Device Proficiency Questionnaires (CPQ and MDPQ) for Older Adults. *Front Psychol*, 10, 1165. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01165>
- Morris, R. G. (2006). Elements of a neurobiological theory of hippocampal function: the role of synaptic plasticity, synaptic tagging and schemas. *Eur J Neurosci*, 23(11), 2829-2846. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2006.04888.x>
- Pastor, D., Cervelló, E., Peruyero, F., Biddle, S., & Montero, C. (2021). Acute physical exercise intensity, cognitive inhibition and psychological well-being in adolescent physical education students. *Curr Psychol*, 5030-5039. <https://doi.org/10.1007/s12144-019-00454-z>
- Pattwell, S. S., Bath, K. G., Perez-Castro, R., Lee, F. S., Chao, M. V., & Ninan, I. (2012). The BDNF Val66Met polymorphism impairs synaptic transmission and plasticity in the infralimbic medial prefrontal cortex. *J Neurosci*, 32(7), 2410-2421. <https://doi.org/10.1523/jneurosci.5205-11.2012>
- Peruyero, F., Zapata, J., Pastor, D., & Cervello, E. (2017). The Acute Effects of Exercise Intensity on Inhibitory Cognitive Control in Adolescents. *Front Psychol*, 8, 921. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00921>
- Piepmeyer, A. T., Etnier, J. L., Wideman, L., Berry, N. T., Kincaid, Z., & Weaver, M. A. (2020). A preliminary investigation of acute exercise intensity on memory and BDNF isoform concentrations. *Eur J Sport Sci*, 20(6), 819-830. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1660726>
- Sheel, A. W. (2016). Sex differences in the physiology of exercise: an integrative perspective. *Exp Physiol*, 101(2), 211-212. <https://doi.org/10.1113/ep085371>

- Squire, L. R. (1992a). Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory. *J Cogn Neurosci*, 4(3), 232-243. <https://doi.org/10.1162/jocn.1992.4.3.232>
- Squire, L. R. (1992b). Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans. *Psychol Rev*, 99(2), 195-231. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1594723>
- Szuhany, K. L., Bugatti, M., & Otto, M. W. (2015). A meta-analytic review of the effects of exercise on brain-derived neurotrophic factor. *Journal of psychiatric research*, 60, 56-64. <https://doi.org/10.1016/j.jpsychires.2014.10.003>
- Trudeau, F., & Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *Int J Behav Nutr Phys Act*, 5, 10. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-10>
- UNESCO. (2014). *Education Strategy 2014-2021*. Retrieved from <http://www.natcom.gov.jo/sites/default/files/231288e.pdf>
- United Nations Educational, S., & Cultural, O. (2011). UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization) Digital literacy in education. In <https://iite.unesco.org/pics/publications/en/files/3214688.pdf>.
- van Dongen, E. V., Kersten, I. H., Wagner, I. C., Morris, R. G., & Fernandez, G. (2016). Physical Exercise Performed Four Hours after Learning Improves Memory Retention and Increases Hippocampal Pattern Similarity during Retrieval. *Curr Biol*, 26(13), 1722-1727. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2016.04.071>
- Voss, M. W., Nagamatsu, L. S., Liu-Ambrose, T., & Kramer, A. F. (2011). Exercise, brain, and cognition across the life span. *J Appl Physiol (1985)*, 111(5), 1505-1513. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00210.2011>