

# EFEECTO DEL PROGRAMA KARATE MIND AND MOVEMENT SOBRE EL RENDIMIENTO COGNITIVO

## Effect of karate mind and movement programme on cognitive performance

Tania Pinto Escalona  
taniapin@ucm.es

### Resumen

*En las últimas décadas, se ha producido un aumento del sedentarismo y la inactividad física, los cuales están asociados con la prevalencia de problemas de salud y bajo rendimiento cognitivo. Por consiguiente, se han propiciado diferentes estrategias de promoción de la actividad física. Dentro del contexto escolar nace el programa Karate Mind and Movement. El objetivo de este estudio fue conocer el efecto de este programa sobre el rendimiento académico y el comportamiento de los alumnos de segundo de Educación Primaria de cinco países europeos: Francia, Portugal, Alemania, Polonia y España. Participaron 688 estudiantes asignados aleatoriamente al grupo control (335) y al experimental (353). Durante el curso escolar 2017-2018, el grupo control siguió con sus clases habituales de Educación Física mientras que el grupo experimental realizó dos horas semanales del programa Karate Mind and Movement. Antes, en medio y al final de la intervención, se obtuvieron las notas académicas y los alumnos realizaron el cuestionario Physical Activity Questionnaire for Children (PAC-C) y el Test de Wisconsin (WCST). Además, los padres cumplimentaron el Short Questionnaire Rotation A (SQR-A), perteneciente al World Health Survey 2002 y el cuestionario Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ). También se evaluaron otras covariables como el Índice de Masa Corporal, la asistencia y la Course Navette. El análisis estadístico de medidas repetidas mostró diferencias a favor del grupo experimental en síntomas emocionales, comportamiento prosocial, hiperactividad/inatención y relaciones sociales, siendo estas diferencias significativas en los problemas de conducta ( $p=0,041$ ) y la flexibilidad cognitiva ( $p=0,023$ ). Del mismo modo, se mejoró su rendimiento académico global ( $0.001$ ), y especialmente en las asignaturas de Ciencias Naturales ( $p=0,001$ ), Historia ( $p=0,000$ ), Plástica ( $p=0,032$ ), Lengua ( $p=0,043$ ) y Educación Física ( $p=0,000$ ). La implementación de este programa mejora el rendimiento académico y el comportamiento de los educandos.*

Palabras clave: Educación Primaria, rendimiento académico, salud mental, comportamiento, actividad física, ejercicio físico

### Abstract

*In the last few decades, an increase in sedentary lifestyle and physical inactivity has been recorded, being associated with the prevalence of health problems and low cognitive performance. Therefore, different strategies for promoting physical activity have been developed. The Karate Mind and Movement programme was born within the school context. The aim of this study was to know the effect of this programme on the academic performance and behavior of students in Stage 2 from five European countries: France, Portugal, Germany, Poland and Spain. 668 participants were randomly assigned to the control group (335) and the experimental group (353). During the 2017-2018 academic year, the control group continued with their regular classes of Physical Education while*

*the experimental group carried out two hours of the Karate Mind and Movement programme per week. Before, half way and after the intervention, the school grades were obtained and pupils completed the Physical Activity Questionnaire for Children (PAC-C), as well as the Wisconsin Card Sorting Test (WCST). In addition, parents filled the Short Questionnaire Rotation A (SQR-A), from the World Health Survey 2002 and the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ). Moreover, other covariables such as Body Mass Index, attendance and Course Navette were evaluated. The repeated measures statistical analysis showed differences in favor of the experimental group in emotional symptoms, prosocial behavior, hyperactivity / inattention and social relationships, being these differences significant in behavioral problems ( $p=0.041$ ) and cognitive flexibility ( $p=0.023$ ). In the same way, their overall academic performance improved ( $0.001$ ), especially in the following subjects: Natural Sciences ( $p=0.001$ ), History ( $p=0.000$ ), Arts ( $p=0.032$ ), Mother Tongue ( $p=0.043$ ) and Physical Education ( $p=0.000$ ). The implementation of this program improves the students' academic performance and behavior.*

**Keywords:** *Primary Education, academic achievement, mental health, behavior, physical activity, physical exercise*

### **Antecedentes y problema de investigación**

El dramático incremento de la inactividad física en las últimas décadas ha ocasionado un aumento en la incidencia de numerosas enfermedades y trastornos cognitivos, tales como el Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad, la esquizofrenia, la esclerosis múltiple, el derrame cerebral, la demencia, etc. (Suárez-Manzano, Ruiz-Ariza, De La Torre-Cruz y Martínez-López, 2018; U.S. Department of Health and Human Services, 2018; Sandroff, Klaren y Moti, 2015; Scherder, Bogen, Eggermont, Hamers y Swaab, 2010).

Asimismo, numerosas investigaciones han demostrado que existe una relación entre la inactividad física y otros aspectos cognitivos como el rendimiento académico, las relaciones sociales, los problemas de conducta, la autoestima, la velocidad de procesamiento cognitivo, las funciones ejecutivas, la flexibilidad cognitiva, la memoria, la atención, etc. (de Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher y Hartman, 2018; U.S. Department of Health and Human Services, 2018; Donnelly, Hillman, Castelli, Etnier, Lee, Tomporowski, Lambourne y Szabo-Reed, 2016). Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de muerte en todo el mundo (OMS, 2010). Concretamente un 70% de la población en los países desarrollados se declara sedentaria (OMS, 2018), haciendo necesaria la creación de estrategias que fomenten la práctica de actividad física (AF). Así, nace el proyecto *Sport at school* con

el programa *Karate Mind and Movement* como una estrategia que fomenta la práctica de AF dentro del contexto escolar.

### **Marco teórico**

En los últimos años, la investigación de los efectos que tiene la actividad física sobre el rendimiento académico y cognitivo de los niños la cognición ha aumentado exponencialmente. Un ejemplo de ello es el estudio longitudinal realizado por Booth, Leary, Joinson, Ness, Tomporowski, Boyle y Reilly (2013), en el que se midió el rendimiento académico y el volumen total de actividad física de 4755 alumnos, demostrando que la realización de ejercicio físico de intensidad moderada a vigorosa mejora el rendimiento académico.

Además, en relación a las artes marciales, Lakes y Hoyt (2004) realizaron un estudio con 207 niños distribuyéndoles en un grupo control que realizó sus clases habituales de EF y un grupo experimental donde daban artes marciales. Después de tres meses demostraron que los alumnos del grupo experimental de artes marciales no solo mejoró su rendimiento académico, sino también su autorregulación cognitiva y afectiva, comportamiento prosocial y conducta en clase respecto al grupo control.

Concretamente, haciendo alusión al karate, estudios previos apuntan hacia una mejora de la atención, las relaciones interpersonales, la autoestima, la percepción del bienestar psicológico, el autoconcepto y el desarrollo cognitivo de los estudiantes (Pinillos, 2016; Pacheco, Luarte, Pérez y Linzmayer, 2015; González y Castro, 2014; González, 2010).

Esta mejora del rendimiento cognitivo se debe según Hillman et al. (2014) a que el ejercicio físico contribuye a una mayor activación eléctrica cerebral, la cual fomenta a su vez un mejor rendimiento académico. Además Chaddock, Pontifex, Hillman y Kramer (2011) demostraron que la actividad física aumenta la formación de nuevas neuronas y estimula factores neurotróficos, aumentando asimismo el flujo sanguíneo y los niveles de oxígeno en el cerebro, que influyen en la plasticidad cerebral.

En relación con esta mejora neuronal, numerosos estudios con animales (Nokia et al., 2016; Wu et al., 2008; Van Praag, Christie, Sejnowski y Gage, 1999) han revelado también que el ejercicio físico mejora la memoria, la densidad de las conexiones entre las células nerviosas, la complejidad neuronal, la mielinización y el aumento de la hormona irisina en el músculo, la cual desencadena la formación de nuevas neuronas en el cerebro,

especialmente en el hipocampo. Por todo esto, aquellas personas que son físicamente activas obtienen beneficios en su desarrollo cerebral y una mejora de su rendimiento cognitivo.

Finalmente, teniendo en cuenta los potenciales beneficios que tiene la práctica de actividad física, y concretamente el karate, sobre el rendimiento cognitivo, en este estudio se investigan los efectos del programa *Mind and Movement* sobre el rendimiento cognitivo de los alumnos de 2º de Educación Primaria de 5 países Europeos.

### **Objetivos e hipótesis de investigación**

Una vez expuesto los antecedentes, el problema de investigación y el marco teórico se presentan los objetivos e hipótesis de esta investigación.

En primer lugar, el objetivo principal de este estudio es:

- Analizar el efecto de una intervención docente basada en actividades de inteligencia motriz relacionadas con el kárate, durante un curso escolar, sobre el rendimiento cognitivo y el comportamiento de los alumnos de cinco países europeos.

H1. Una intervención docente basada en actividades de inteligencia motriz relacionadas con el kárate durante un curso escolar mejora significativamente el rendimiento cognitivo y el comportamiento de los alumnos, siendo mayor el rendimiento cognitivo y el comportamiento de los estudiantes del grupo experimental respecto al grupo control.

Por otro lado, los objetivos específicos son:

- Evaluar si el programa *Karate Mind and Movement* durante un curso escolar mejora el rendimiento académico de los participantes.

H1. Los niños del programa *Karate Mind and Movement* mejoran significativamente su rendimiento académico que sus pares del grupo control.

- Identificar el efecto de la intervención del programa *Karate Mind and Movement* durante un curso escolar sobre el comportamiento, en relación con los síntomas

emocionales, problemas conductuales, hiperactividad/inatención, comportamiento prosocial y problemas con el grupo de iguales.

H1. Los síntomas emocionales de los participantes en el programa Karate *Mind and Movement* mejoran significativamente después de la intervención respecto a antes de la misma.

H2. Los problemas conductuales de los participantes en el programa de intervención *Mind and Movement* disminuyen significativamente después de la intervención respecto a antes de la misma.

H3. La hiperactividad e inatención de los participantes en el programa de intervención *Mind and Movement* son significativamente menores después de la intervención respecto a antes de la misma.

H4. El comportamiento prosocial de los participantes en el programa de intervención *Mind and Movement* mejora significativamente después de la intervención respecto a antes de la misma.

H5. Los problemas con el grupo de iguales de los participantes en el programa de intervención *Mind and Movement* disminuyen significativamente después de la intervención respecto a antes de la misma.

— Analizar si una intervención de destrezas básicas del karate influye sobre las siguientes funciones ejecutivas: flexibilidad cognitiva, inhibición y cambio de tarea.

H1. La flexibilidad cognitiva de los participantes en una intervención de destrezas básicas del karate mejora significativamente después de la intervención respecto a antes de la misma.

H2. La inhibición de los participantes en una intervención de destrezas básicas del karate mejora significativamente después de la intervención respecto a antes de la misma.

H3. El cambio de tarea de los participantes en una intervención de destrezas básicas del karate mejora significativamente después de la intervención respecto a antes de la misma.

### **Metodología**

Teniendo en cuenta los objetivos e hipótesis anteriores, se realizó un estudio con un grupo experimental y un grupo control para conocer los efectos del programa Karate *Mind and Movement* durante el curso escolar sobre una muestra aleatoria, estableciendo relaciones de causa y efecto.

El programa *Mind and Movement* se encuentra dentro del Proyecto *Sport at School*, cofinanciado por la Unión Europea en el marco Erasmus+. El programa de actividades *Mind and Movement* es un conjunto de actividades que tratan de mejorar la inteligencia motriz a través de ejercicios relacionados con el karate. Estas actividades fueron realizadas en los 21 colegios europeos que participaron en el proyecto *Sport at school*. Estos colegios fueron de Alemania (Börnecke, Bremen, Rhauferhn and Hude)., Francia (Paris, Locon, Essars, Orlèans and Bousse), España (Alcalá de Henares, Campanillas, Arnedo and Palencia), Polonia (Poznań, Szczecin, Elbląg and Łódź) y Portugal (Braga, Vila Franca De Xira, Trofa and Faro). Así, se obtuvo un total de 688 estudiantes (edad media  $8.1 \pm 0.4$ ) de Segundo de Educación Primaria, siendo asignados 353 de ellos al grupo experimental y 335 al grupo control.

Estas escuelas fueron elegidas tratando de obtener una muestra representativa de cada país respecto en cuanto a localización geográfica (norte, sur, este, oeste, costa e interior) y tipo de colegio (privado, público y concertado).

Este programa fue implementado por 20 técnicos cinturones negros de karate, que recibieron formación específica sobre la intervención en los meses previos a la implementación. Las actividades se realizaron durante el curso escolar 2017-2018 con los alumnos del grupo experimental, mientras que el grupo control continuó con sus clases habituales de Educación Física.

Al comienzo del curso escolar 2017-2018, el equipo directivo, los profesores y el técnico de cada colegio, se reunieron con los padres para explicarles en qué consistía el proyecto, los tres momentos de evaluación (al principio del curso, en medio y al final) y solicitarles

su participación en el mismo. Los tres momentos de la evaluación se realizaron en septiembre, después de Navidad y en mayo-julio, en función de la fecha de finalización del curso escolar en cada país.

En estos tres momentos de evaluación se obtuvieron las notas académicas, el Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ), el Wisconsin Card Sorting Test (WCST), el Índice de Masa Corporal (IMC), la Course-Navette, el Physical Activity Questionnaire for Children (PAQ-C) y el Short Questionnaire Rotation A (SQR-A), perteneciente al World Health Survey 2002 de la OMS. Además, se registró la asistencia y la capacidad de participar en las sesiones de intervención durante todo el curso escolar 2017-2018.

Para medir el rendimiento académico, se utilizaron las notas escolares, siguiendo la metodología de investigaciones previas (Kyan, Takakura y Miyagi, 2018). En el primer momento de evaluación se recibieron las notas finales del curso escolar anterior, en el segundo momento las notas relativas a después de Navidad y Semana Santa, y en el tercer momento se obtuvieron las notas finales del curso académico 2017-2018. Para unificar los resultados de todos los países, los profesores de cada una de las asignaturas codificaron las notas de forma numérica, siendo 0 el resultado más bajo y 10 el más alto.

A la hora de evaluar el comportamiento de los alumnos, se utilizó la versión para padres del SDQ. Este cuestionario ha sido traducido y validado en más de 80 idiomas, incluyendo los del proyecto (Ortuno-Sierra, Aritio-Solana y Fonseca-Pedrero, 2017; Becker, Rothenberger y Sohn, 2015). La versión utilizada evalúa el comportamiento de niños entre 4 y 17 años, basándose en 5 escalas: síntomas emocionales, problemas de conducta, comportamiento prosocial, hiperactividad/inatención y problemas con el grupo de iguales. Cada escala está compuesta de 5 ítems.

Asimismo, el WCST es un instrumento de evaluación neuropsicológico ampliamente utilizado en todo el mundo para medir las funciones ejecutivas del lóbulo frontal, relacionadas con la toma de decisiones y la resolución de problemas (Heaton, Chelune,

Talley, Kay y Curtiss, 1993; Heaton, 1981). Asimismo, sus dos versiones (128 cartas y 64 cartas) han sido validado en numerosas ocasiones, incluso con poblaciones especiales (Paolo, Tröster, Axelrod y Koller, 1995; Donders y Wildeboer, 2004). Una vez demostrada la efectividad de la versión corta de 64 cartas en relación con la de 128 (Axelrod, Woodard y Henry, 1991; Love, Greve, Sherwin y Mathias, 2010), se optó en

este estudio por la versión corta online para reducir así, el tiempo de recogida de datos en alumnos de 7-8 años.

Además, se utilizó el SQR-A, perteneciente al World Health Survey 2002 de la OMS, para medir la covariable nivel socioeconómico. Este cuestionario ha sido traducido y validado en más de 70 países, incluidos los del proyecto *Sport at School* (Salk, Hyde & Abramson, 2017; Stubbs, Koyanagi, Hallgren, Firth & Richards, 2017). Concretamente, se eligieron de este cuestionario 5 ítems relacionadas con etnia, educación de los padres y trabajo.

Para evaluar la covariable nivel de actividad física de los alumnos, se utilizó el PAQ-C, un cuestionario compuesto de 10 ítems validado, traducido y usado en numerosas investigaciones (Janz, Lutuchy, Wenthe y Levy, 2008; Silva y Malina, 2000). En esta investigación se utilizó la versión de ordenador para niños de 7 a 14 años. Los test se cumplieron en la sala de informática de cada colegio, supervisados por los técnicos del programa Karate *Mind and Movement*.

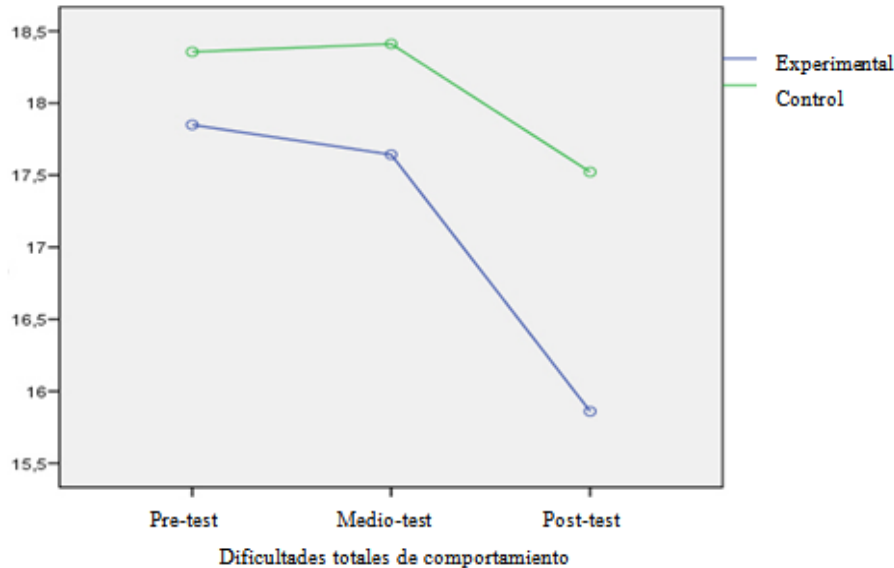
Complementariamente, los técnicos siguieron instrucciones concretas para pesar y medir a los alumnos y así obtener el IMC de cada uno de ellos. Asimismo, los participantes realizaron la Course-Navette, ya que es un instrumento ampliamente utilizado para evaluar el consumo máximo de oxígeno (Lang, 2018; Bandyopadhyay, 2013).

El tratamiento de los datos obtenidos de estos instrumentos de evaluación se realizó utilizando los programas informáticos IBM SPSS Statistics 20.0 y Microsoft Excel. Inicialmente se elaboró una tabla en Excel, donde se registraron todos los datos obtenidos de forma codificada, asegurando el anonimato de los participantes. Esta base de datos se importó a SPSS, donde se halló la normalidad con el test de Kolmogórov-Smirnov (chi-cuadrado para variables ordinales) y la homocedasticidad con el test de Levene. En este mismo programa, estableciendo un intervalo de confianza del 95% ( $p < 0,05$ ), se realizaron los análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas para conocer el efecto de las variables cognitivas sobre los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación. De este modo, en el factor intersujetos se incluyó la variable "grupo" con dos niveles: "control" y "experimental", mientras que en intrasujetos se incluyeron las otras variables cognitivas anteriormente presentadas con los niveles "pre-test", "medio-test" y "post-test".



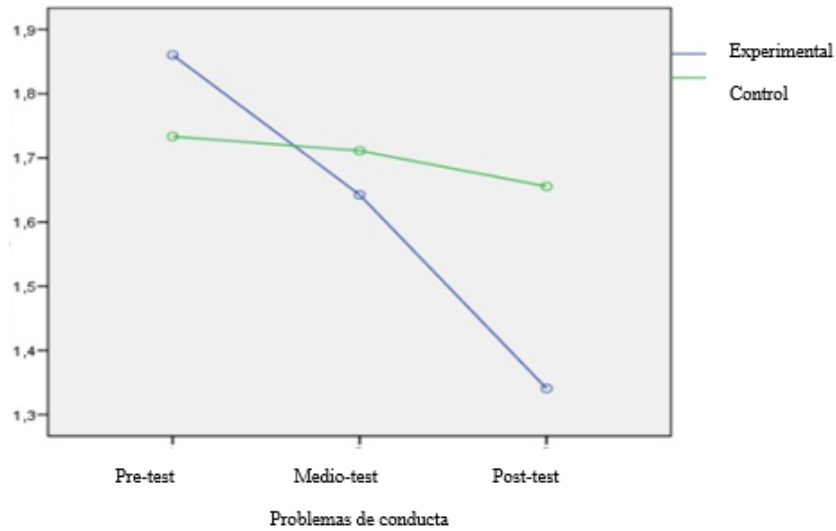
## Resultados

En relación con el comportamiento de los participantes, el análisis de medidas repetidas mostró una tendencia a favor del grupo experimental en las dificultades totales de comportamiento ( $p= 0.087$ ).



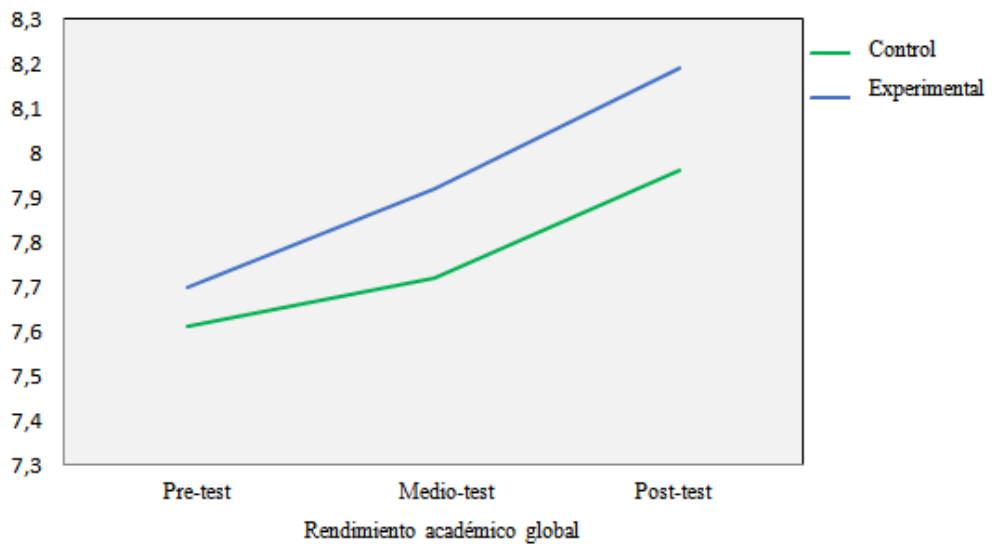
*Dificultades totales del comportamiento de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

De igual modo, el grupo experimental mejoró respecto al grupo control, aunque no significativamente en las siguientes variables: síntomas emocionales ( $p=0,635$ ), comportamiento prosocial ( $p=0,759$ ), hiperactividad/inatención ( $p=0,549$ ) y relaciones sociales ( $p=0,464$ ). No obstante, sí se encontraron diferencias significativas en los problemas de conducta ( $p=0,041$ ).



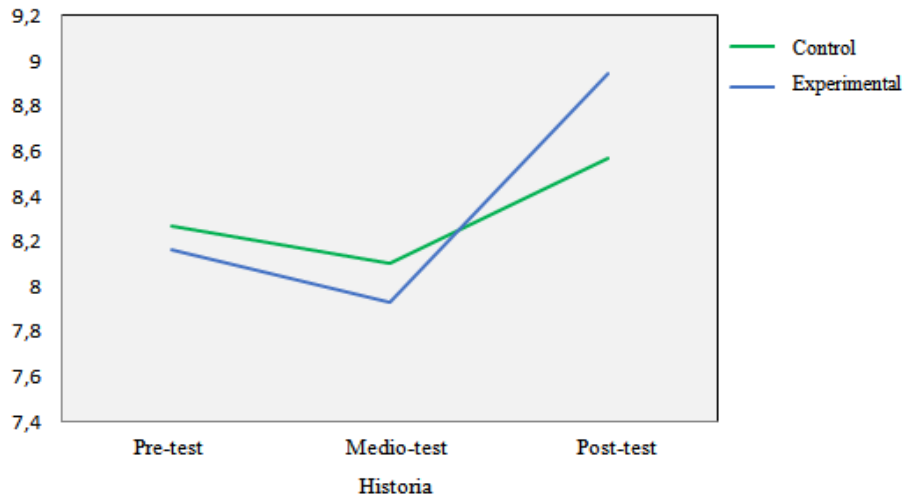
*Problemas de conducta de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

Por otro lado, se mostraron diferencias significativas a favor del grupo experimental en su rendimiento académico global (0,001), relacionado con la media aritmética de todas las asignaturas.



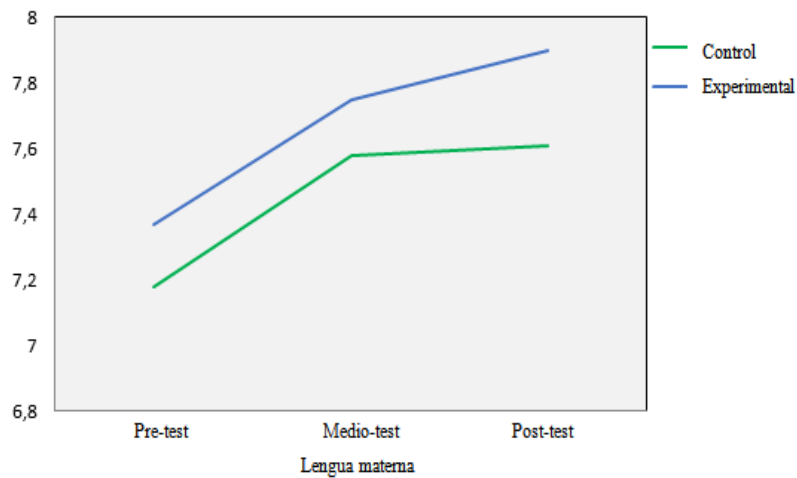
*Rendimiento académico global de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

En relación con el rendimiento académico de las asignaturas, el grupo de karate mejoró significativamente la asignatura de Ciencias Naturales ( $p=0,001$ ) en comparación con el grupo control. Además, el grupo experimental mejoró en geografía ( $p=0,111$ ) e historia ( $p=0,000$ ).



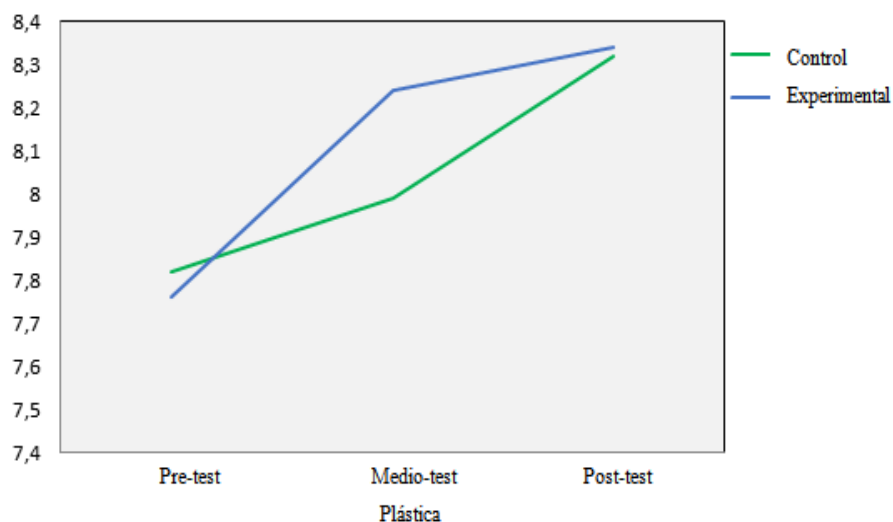
*Notas de historia de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

Asimismo, el grupo experimental mejoró sus notas respecto al grupo control en lengua materna ( $p=0,043$ ): español, francés, alemán, portugués o polaco, en función de cada país participante.



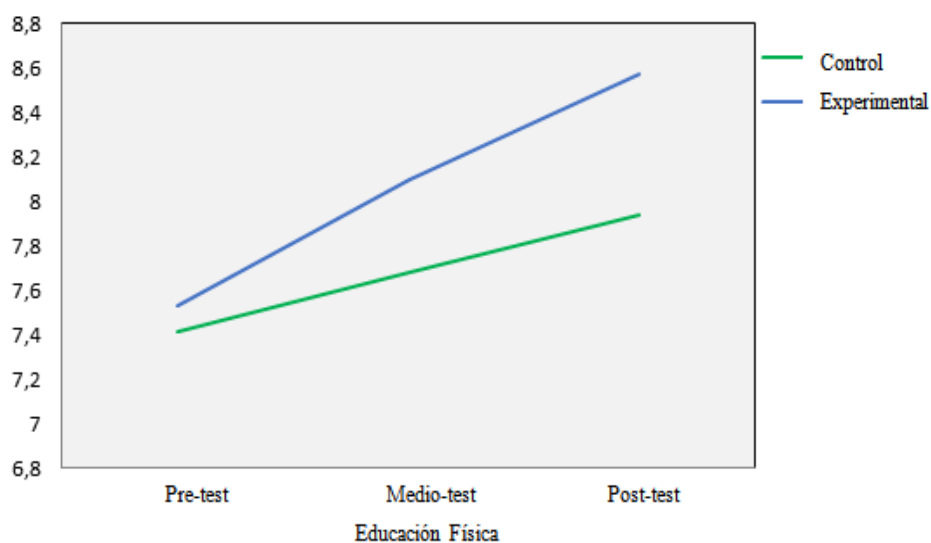
*Notas de lengua materna de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

En relación con el rendimiento académico, aunque las diferencias no fueron significativas, es destacable que el grupo experimental tuvo un ligero mejor rendimiento en matemáticas ( $p=0,806$ ), informática ( $p=0,199$ ), religión ( $p=0,105$ ), música ( $p=0,784$ ) y plástica ( $p=0,032$ ).



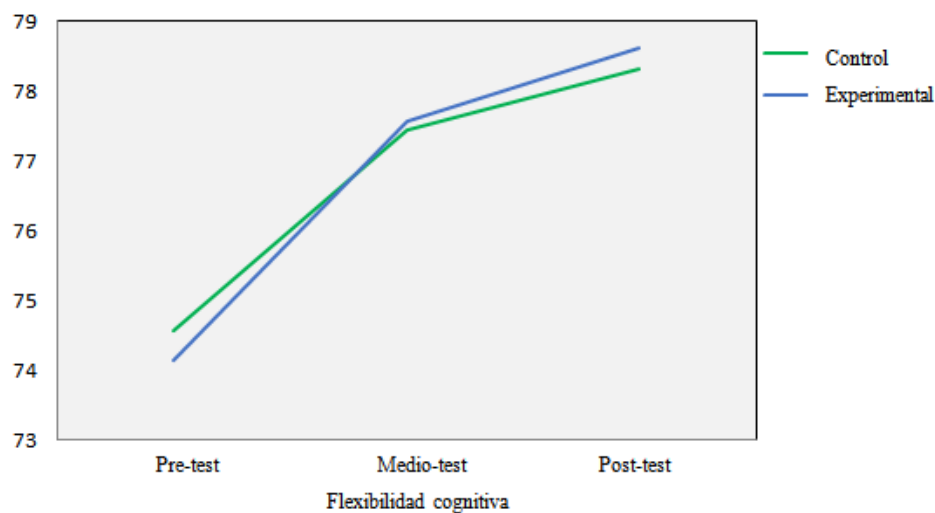
*Notas de plástica de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

De igual modo, se obtuvieron diferencias significativas a favor del grupo experimental en Educación Física ( $p=0,000$ ) y no significativas en lengua extranjera ( $p=0,534$ ), incluyendo el inglés ( $p=0,461$ ), alemán ( $p=0,225$ ) y árabe ( $p=0,272$ ).



*Notas de Educación Física de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

Finalmente, en relación con las funciones ejecutivas del lóbulo frontal, se encontró una ligera mejoría en la flexibilidad cognitiva ( $p=0,749$ ).



*Flexibilidad cognitiva de los grupos control y experimental en los tres momentos de evaluación.*

## Discusión

El propósito de esta investigación fue conocer el efecto de una intervención de un curso académico basada en inteligencia motriz orientada a las destrezas básicas del karate sobre el rendimiento cognitivo de los estudiantes de Segundo de Educación Primaria pertenecientes a 5 países europeos. Teniendo en cuenta los resultados expuestos, se observa una mejora en el comportamiento de los participantes, especialmente en las siguientes variables: síntomas emocionales, comportamiento prosocial, hiperactividad/inatención, relaciones sociales y problemas de conducta. Esta mejora del comportamiento en estas variables debido a la práctica de ejercicio físico ha sido demostrada también a corto (Ussher, Owen, Cook y Whincup, 2007) y largo plazo (Wiles, Jones, Haase, Lawlor, Macfarlane y Lewis, 2008).

Paralelamente, este estudio se encuentra en concordancia con numerosas investigaciones que demuestran cómo la práctica de actividad física mejora el rendimiento académico (Greeff, Bosker, Oosterlaan, Visscher y Hartman, 2018; Jäger, Schmidt, Conzelmann, &

Roebbers, 2015; Booth et al., 2013) y las funciones ejecutivas (Eger, Benzing, Conzelmann y Schmidt, 2019; Chen, Tseng, Kuo y Chang, 2016).

Este estudio demuestra que la práctica de actividad física relacionada con movimientos básicos de karate en los que se combina la mente y el movimiento, mejora el comportamiento de los alumnos, el rendimiento académico y la flexibilidad cognitiva. Por ello, teniendo en cuenta estos resultados y la literatura existente al respecto se propone la implementación de programas que fomenten la práctica de actividad física orientada a ejercicios de karate dentro y fuera del contexto escolar. Asimismo, se sugiere incluir este tipo de ejercicios en el currículo de Educación Física, en el tiempo de ocio de los discentes y en las actividades extraescolares cuyo eje principal es el movimiento.

### Referencias

- Axelrod, B. N., Woodard, J. L., & Henry, R. R. (1991). Analysis of an abbreviated form of the Wisconsin card sorting test. *Clinical Neuropsychology*, 6, 27-31. DOI: 10.1080/13854049208404114.
- Bandyopadhyay, A. (2013). Validity of 20 meter multi-stage shuttle run test for estimation of maximum oxygen uptake in female university students. *Indian Journal of physiology and pharmacology*, 57, 77-83.
- Becker, A., Rothenberger, A., & Sohn, A. (2015). Six years ahead: A longitudinal analysis regarding course and predictive value of the Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) in children and adolescents. *European Child & Adolescent Psychiatry* 24(6): 715-725. DOI: 10.1007/s00787-014-0640-x.
- Booth, J. N., Leary, S. D., Joinson, C., Ness, A. R., Tomporowski, P. D., Boyle, K. M., & Reilly, J. J. (2013). Associations between objectively measured physical activity and academic attainment in adolescents from a UK cohort. *British Journal of Sports Medicine*, 48, 265-270 DOI:10.1136/bjsports-2013-092334.
- Chaddock, L., Pontifex, M. B., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2011). A Review of the Relation of Aerobic Fitness and Physical Activity to Brain Structure and Function

- in Children. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 1-11. DOI: 10.1017/S1355617711000567.
- Chen, S. R., Tseng, C. L., Kuo, S. Y., & Chang, Y. K. (2016). Effects of a physical activity intervention on autonomic and executive functions in obese young adolescents: A randomized controlled trial. *Health Psychology*, 35(10), 1120-1125. DOI: 10.1037/hea0000390.
- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C., & Hartman, E. (2018). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of sciences and medicine in sport*, 21(5), 501-507. DOI: 10.1016/j.jsams.2017.09.595.
- Donders, J., & Wildeboer, M. A. (2004). Validity of the WCST-64 after traumatic brain injury in children. *Clinical Neuropsychologist*, 18(4), 521-527. DOI: 0.1080/11385404049052411.
- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K., & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical Activity, Fitness, Cognitive Function, and Academic Achievement in Children: A Systematic Review. *Medicine and science in sports and exercise*, 48(6). DOI: 10.1249/MSS.0000000000000966.
- Eeger, F., Benzing, V., Conzelmann, A., & Schmidt, M. (2019). Boost your brain, while having a break! The effects of long-term cognitively engaging physical activity breaks on children's executive functions and academic achievement. *Plos One*, 14(3). DOI: 10.1371/journal.pone.0212482.
- González, A., & Castro, A. (2014). La cohesión grupal en el Karate-do: una experiencia integral. *Arrancada*, 26(14), 3-12.
- González, J. (2010). Percepción de bienestar psicológico y competencia emocional en niveles intermedios de la formación deportiva en deportes de combate. *E-balonbmano.com: Revista de Ciencias del Deporte*, 7.
- Heaton, R. K. (1981). *A manual for the Wisconsin Card Sorting Test*. Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Heaton, R.K., Chelune, G.J., Talley, J.L., Kay, G.G., & Curtiss, G. (1993) *Wisconsin Card Sorting Test manual revised and expanded*. Lutz: Psychological Assessment Resources.

- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., Drollette, E. S., Moore, R. D., Chien-Ting, M. S., & Kamijo, K. (2014). Effects of the FITKids Randomized Controlled Trial on Executive Control and Brain Function. *Pediatrics*, *4*(134), 1063-1071. DOI: 10.1542/peds.2013-3219.
- Jäger, K., Schmidt, M., Conzelmann A., & Roebbers, C. M. (2015). The effects of qualitatively different acute physical activity interventions in real-world settings on executive functions in preadolescent children. *Mental Health and Physical Activity*, *9*, 1-9
- Janz, K. F., Lutuchy, E. M., Wenthe, P., & Levy, S. M. (2008). Measuring activity in children and adolescents using self-report: PAQ-C and PAQ-A. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *40*(4), 767-772. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3181620ed1.
- Kyan, A., Takakura, M., & Miyagi, M. (2018). Mediating effect of aerobic fitness on the association between physical activity and academic achievement among adolescents: A cross-sectional study in Okinawa, Japan. *Journal of Sport Sciences*, *14*,1-8. DOI: 10.1080/02640414.2018.1554552.
- Lakes, K. D., & Hoyt, W. T. (2004). Promoting self-regulation through school-based martial arts training. *Applied Developmental Psychology*, *25*, 283-302. DOI: 10.1016/j.appdev.2004.04.002.
- Lang, J. J. (2018). Exploring the utility of cardiorespiratory fitness as a population health surveillance indicator for children and youth: An international analysis of results from the 20-m shuttle run test. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*, *43*(2). DOI: 10.1139/apnm-2017-0728.
- Love, J. M., Greve, K. W., Sherwin, E., & Mathias, C. (2010). Comparability of the Standard WCST and WCST-64 in Traumatic Brain Injury. *Applied Neuropsychology*, *10*(4), 246-251. DOI: 10.1207/s15324826an1004\_7.
- Nokia, M. S., Lensu, S., Ahtainen, J. P., Johansson, P. P., Koch, L., Britton, S. L., & Kainulainen, H. (2016). Physical exercise increases adult hippocampal neurogenesis in male rats provided it is aerobic and sustained. *The Journal of Physiology*, *7*(594), 4855-4873. DOI: 10.1113/JP271552.
- Ortuno-Sierra, J., Aritio-Solana, R., & Fonseca-Pedrero, E. (2017). Mental health difficulties in children and adolescents: The study of the SDQ in the Spanish



- National Health Survey 2011-2012. *Psychiatry Research*, 259, 236-242. DOI: 10.1016/j.psychres.2017.10.025.
- Organización Mundial de la Salud (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Recuperado de: [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44441/1/9789243599977\\_spa.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44441/1/9789243599977_spa.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (2018). *Global action plan on physical activity 2018-2030. More active people for a healthier world*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Pacheco, J., Luarte, C., Pérez, S., & Linzmayer, L. (2015). Incidencia en la autoestima, a partir de una intervención pedagógica basada en el karate tradicional, en estudiantes de una universidad del sur de Chile. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 16(2), 79-85.
- Paolo, A. M., Tröster, A. I., Axelrod, B. N., & Koller, W. C. (1995). Construct validity of the WCST in normal elderly and persons with Parkinson's disease. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 10(5), 463-473. DOI: 10.1016/0887-6177(95)00052-6.
- Pinillos, M. (2010). Efectos positivos del entrenamiento de karate en las capacidades cognitivas asociadas a la edad. *Revista internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física del Deporte*, 16(63), 537-559. DOI: 10.15366/rimcafd2016.63.009.
- Salk, R. H., Hyde, J. S., & Abramson, L. Y. (2017). Gender differences in depression in representative national samples: Meta-analyses of diagnoses and symptoms. *Psychological Bulletin*, 143(8), 783-822. DOI: 10.1037/bul0000102.
- Sandroff, B. M., Klaren, R. E., & Moti, R. W. (2015). Relationships among physical inactivity, deconditioning, and walking impairment in persons with multiple sclerosis. *Journal of neurologic physical therapy*, 39(2), 103-110. DOI: 0.1097/NPT.0000000000000087.
- Scherder, E.J., Bogen, T., Eggermont, L. H., Hamers, J. P., & Swaab, D. F. (2010). The more physical inactivity, the more agitation in dementia. *International Psychogeriatrics*, 22(8), 1203-1208. DOI: 10.1017/S1041610210001493.
- Silva, R. C., & Malina, R. M. (2000). Level of physical activity in adolescents from Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. *Cadernos de Saude Publica*, 16(4), 1091-1097.

- Stubbs, B., Koyanagi, A., Hallgren, M., Firth, J., & Richards, J. (2017). Physical activity and anxiety: A perspective from the World Health Survey. *Journal of Affective Disorders, 208*, 545-552. DOI: 10.1016/j.jad.2016.10.028.
- Suárez-Manzano, S., Ruiz-Ariza, S., De La Torre-Cruz, M., & Martínez-López, E. J. (2018). Acute and chronic effect of physical activity on cognition and behaviour in young people with ADHD: A systematic review of intervention studies. *Research in developmental, 77*, 12-23. DOI: 10.1016/j.ridd.2018.03.015.
- U.S. Department of Health and Human Services (2018). *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Scientific Report*. Washington: DC.
- Ussher, M. H., Owen, C. G., Cook, D. G., & Whincup, P. H. (2007). The relationship between physical activity, sedentary behaviour and psychological wellbeing among adolescents. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 42*(10), 851-856. DOI: 10.1007/s00127-007-0232-x.
- Van Praag, H., Christie, B. R., Sejnowski, T. J., & Gage, F. H. (1999). Running enhances neurogenesis, learning, and long-term potentiation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 96*(23), 13427–13431.
- Wiles, N. J., Jones, G. T., Haase, A. M., Lawlor, D. A., Macfarlane, G. J., & Lewis, G. (2008). Physical activity and emotional problems amongst adolescents. *Social Psychiatry and Psychiatric Epidemiology, 43*. DOI: 10.1007/s00127-008-0362-9.