

Ten Minutes of Interdisciplinary Physical Activity Improve Academic Performance

Tania Pinto-Escalona^{1*} and Óscar Martínez-de-Quel¹

¹ Complutense University of Madrid, Spain

Diez minutos de actividad física interdisciplinaria mejoran el rendimiento académico

Tania Pinto-Escalona^{1*} y Óscar Martínez-de-Quel¹

¹ Universidad Complutense de Madrid, España

Abstract

The increase in sedentary lifestyles has led to a number of strategies to promote physical activity. Doing physical exercise in the classroom could be a strategy to improve academic performance and break away from sedentary periods in schools. Thus, the objective of our pilot study was to learn about the effects of an interdisciplinary intervention between Physical Education and a classroom subject. 116 secondary education students (50 girls aged $13.5 \pm .7$ years and 66 boys aged $13.4 \pm .7$ years) took part. At the beginning of the Spanish Language and Literature teaching unit, the control group carried out 10 minutes of study and review seated in their chairs while the experimental group did 10 minutes of moderate to vigorous physical exercise related to the contents of the same teaching unit. Before and after the intervention, the participants completed a multiple-choice test about the teaching unit, *The Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)*, and the *Questionnaire for Assessing Physical Activity in Teenage Schoolchildren*. Doing ten minutes of physical activity related to the contents of a curricular area has been shown to improve academic performance ($p < .05$), attention ($p < .01$) and increase the weekly frequency of physical activity ($p < .01$). This type of intervention could improve academic performance and increase engagement in physical activity in schools.

Keywords: physical education, academic performance, sedentary lifestyle, interdisciplinarity, secondary education

Introduction

The spectacular increase in sedentary lifestyles and physical inactivity in recent decades has led to a rise in the incidence of many diseases. According to the World Health Organization (WHO) (2010), physical inactivity is the fourth leading risk factor for death worldwide. Specifically in Spain, the 2017 National Health Survey revealed that 38% of the population claim to be sedentary, and strategies to encourage engaging in physical activity (PA) need to be devised.

* Correspondence:
Tania Pinto-Escalona (taniapin@ucm.es).

Resumen

El aumento del sedentarismo ha propiciado diferentes estrategias de promoción de la actividad física. Realizar ejercicio físico en el aula puede ser una estrategia para mejorar el rendimiento académico y, al mismo tiempo, romper con los periodos de sedentarismo en los centros educativos. Por ello, el objetivo de este estudio piloto fue conocer el efecto de una intervención interdisciplinaria entre educación física y una asignatura de aula. Participaron 116 estudiantes de ESO (50 chicas de $13.5 \pm .7$ años; 66 chicos de $13.4 \pm .7$ años). Al principio de las clases de una unidad didáctica de lengua castellana y literatura, el grupo control de alumnos realizó 10 minutos de estudio-repaso sentados en sus sillas, mientras que el grupo experimental hizo 10 minutos de actividad física moderada y vigorosa en el aula relacionados con los contenidos de la misma unidad didáctica. Antes y después de la intervención, ambos grupos cumplieron un examen con respuesta de elección múltiple sobre los contenidos de la unidad didáctica, *The Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ)* y el *Cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes*. Se comprobó que realizar diez minutos de actividad física relacionados con los contenidos de un área curricular mejora el rendimiento académico ($p < .05$), la atención ($p < .01$) e incrementa la frecuencia semanal de actividad física ($p < .01$). Con estas intervenciones se podría mejorar el rendimiento académico y aumentar la práctica de actividad física en los centros educativos.

Palabras clave: educación física, rendimiento académico, sedentarismo, interdisciplinaria, educación secundaria

Introducción

El dramático incremento del sedentarismo y la inactividad física en las últimas décadas ha ocasionado un aumento en la incidencia de numerosas enfermedades. Según la Organización Mundial de la Salud, OMS (2010), la inactividad física es el cuarto factor de riesgo de muerte en todo el mundo. Concretamente en España, la Encuesta Nacional de Salud 2017 reveló que un 38% de la población se declara sedentaria siendo necesario crear estrategias que fomenten la práctica de actividad física (AF).

* Correspondencia:
Tania Pinto-Escalona (taniapin@ucm.es).

Numerous studies have demonstrated the relationship between sedentary lifestyles and physical inactivity and a number of health problems: coronary heart disease, musculoskeletal pathologies, high blood pressure, high cholesterol, diabetes, obesity, cancer, depression and anxiety, etc. (Piercy et al., 2018). As a result, the WHO (2010) recommends that children and teenagers do at least 60 minutes of moderate to vigorous PA a day. However, in Spain only 37% of teenagers fulfil the recommendations (Ramos et al., 2012).

There is sound research into the physical, psychological and social benefits of doing PA. Some of these benefits are related to cardiometabolic health, muscle strength, bone health, cardiorespiratory fitness, chronic diseases, self-esteem, anxiety, stress, depression, academic performance, cognitive functions, attention, concentration, peer trust and acceptance, etc. (Chalkley et al., 2015; Piercy et al., 2018).

Time spent on sedentary activities is also known to be associated with health problems regardless of doing PA (Biswas et al., 2015). Accordingly, in line with other international bodies, the Spanish Ministry of Health, Social Services and Equality (2015) recommends that children and teenagers do at least 60 minutes of moderate or vigorous PA a day and that prolonged sedentary periods be reduced by limiting screen time to two hours a day at most while also encouraging both active transport and outdoor activities. Therefore, it seems unreasonable for young people to remain seated or without moving the best part of the school day.

Furthermore, the education system seeks to improve attention, learning and memory processes in order to boost academic performance. In recent years, there has been an exponential increase in the literature addressing this issue which shows how doing physical activity improves academic performance while also helping with brain functioning and cognition in general (Booth et al., 2013; Hillman et al., 2009; Käll et al., 2014).

This change in academic performance is related to increased electrical activity in the brain, which is beneficial for tasks requiring greater executive control (Hillman et al., 2014). Thus, Hillman et al. (2009), in a study with preadolescents in which the electrical activity of the cerebral cortex was analysed by electroencephalography, demonstrated that just

Numerosas investigaciones han demostrado la relación existente entre el sedentarismo y la inactividad física con diferentes problemas de salud: enfermedad coronaria-cardíaca, patologías musculoesqueléticas, hipertensión arterial, elevado colesterol, diabetes, obesidad, cáncer, depresión y ansiedad, entre otros (Piercy et al., 2018). Por ello, la OMS (2010) recomienda que niños y adolescentes realicen al menos 60 minutos diarios de AF de intensidad moderada a vigorosa. Sin embargo, en España únicamente un 37% de los adolescentes cumple con las recomendaciones (Ramos et al., 2012).

La investigación acerca de los beneficios que tiene la práctica de la AF a nivel físico, psicológico y social es sólida. Algunos de estos beneficios encontrados se relacionan con la salud cardiometabólica, fuerza muscular, salud ósea, capacidad cardiorrespiratoria, enfermedades crónicas, autoestima, ansiedad, estrés, depresión, rendimiento académico, funciones cognitivas, atención, concentración, confianza y aceptación de los compañeros, entre otros (Chalkley et al., 2015; Piercy et al., 2018).

Además, se ha demostrado que el tiempo dedicado a actividades sedentarias se asocia a problemas de salud, independientemente de la práctica de AF (Biswas et al., 2015). Como consecuencia, el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad del Gobierno de España (2015), en línea con otros organismos internacionales, no solo recomienda que en la infancia y la adolescencia se realicen al menos 60 minutos diarios de AF moderada o vigorosa, sino que también se reduzcan los periodos sedentarios prolongados limitando el tiempo frente a pantallas a un máximo de 2 horas al día y fomentando tanto el transporte activo como las actividades al aire libre. Por ello, no parece razonable que los jóvenes permanezcan sentados o en actividad de inmovilidad la mayor parte del horario escolar.

Por otro lado, el sistema educativo busca mejorar los procesos de atención, aprendizaje y memoria para avanzar en el rendimiento académico. En este sentido, en los últimos años ha aumentado exponencialmente la literatura que demuestra que practicar actividad física mejora el rendimiento académico, y ayuda al funcionamiento del cerebro y a la cognición en general (Booth et al., 2013; Hillman et al., 2009; Käll et al., 2014).

Este cambio en el rendimiento académico está relacionado con el aumento de la actividad eléctrica en el cerebro, que beneficia las tareas que requieren un mayor control ejecutivo (Hillman et al., 2014). Así, Hillman et al. (2009), en un estudio con preadolescentes donde se analizó la actividad eléctrica de la corteza cerebral mediante electroencefalografía, demostraron que simplemente con andar

walking 20 minutes instead of sitting increases the amplitude of the P3 wave in frontal and parietal-temporal areas, thus improving the attention mechanisms that promote academic performance.

As a consequence of the above, this research proposes an interdisciplinary approach between the Spanish Language and Literature (SLL) and Physical Education (PE) subjects to help alleviate the problem of sedentary lifestyles and physical inactivity while also improving academic performance. This interdisciplinary approach has been explored by a number of authors (Castañer & Trigo, 1998). For example, Pérez and Leganés (2012) used music as an interdisciplinary tool in foreign language learning, while Mullender-Wijnsma et al. (2016) used PE in mathematics and SLL in primary education. However, there is no known research that has proven the effectiveness of this type of methodology in secondary education.

Consequently, the objective of this pilot study was to know the effect of doing ten minutes of moderate to vigorous PA at the beginning of SLL classes on academic performance in this subject, on attention and on engaging in PA in secondary school students. This PA consisted of games and physical exercises in the classroom related to the contents of the teaching unit establishing an interdisciplinary methodology with PE as a subject.

Methodology

Participants

The study participants were chosen using a non-probability convenience sampling, obtaining a total of 121 students from two state-subsidised private schools, one in Madrid and the other in Logroño. The participants were in the second year of secondary education and their average age was 13.6 (SD = .7). One of the two second-year groups was randomly chosen in each school to be the experimental group while the other was the control group. Furthermore, the subsequent statistical analysis showed that before the intervention (pre-test) both groups were homogeneous in terms of the studied variables.

The initial sample consisted of all the students who were in the second year of secondary education in both schools: a total of 121. However, the final sample was comprised of 116 students after two of them were excluded due to curricular mismatch and three

20 minutos en lugar de estar sentados se consigue aumentar la amplitud de la onda P300 en áreas frontales y parieto-temporales, mejorando los mecanismos atencionales que favorecen el rendimiento académico.

Como consecuencia de lo anterior, para ayudar a paliar el problema del sedentarismo e inactividad física y al mismo tiempo mejorar el rendimiento académico, en esta investigación se propone un enfoque interdisciplinario entre las áreas de lengua castellana y literatura, LCL, y la de educación física, EF. Este enfoque ha sido estudiado por diferentes autorías (Castañer y Trigo, 1998). Por ejemplo, Pérez y Leganés (2012) utilizaron la música como herramienta interdisciplinaria en lengua extranjera, mientras que Mullender-Wijnsma et al. (2016) usaron la EF en las asignaturas de matemáticas y LCL en la etapa de educación primaria. Sin embargo, no se conoce ninguna investigación que haya comprobado la efectividad de este tipo de metodología en Educación Secundaria Obligatoria, ESO.

Por ello, el objetivo de este estudio piloto fue conocer el efecto de realizar diez minutos de AF moderada a vigorosa al principio de las clases de LCL sobre el rendimiento académico en esta materia, la atención y la práctica de AF del alumnado de ESO. Esta AF consistía en juegos y ejercicios físicos en el aula relacionados con los contenidos de la unidad didáctica trabajada en ese momento estableciendo una metodología interdisciplinaria con el área de EF.

Metodología

Participantes

La elección de las personas participantes en el estudio se realizó a través de un muestreo no probabilístico por accesibilidad, obteniéndose un total de 121 estudiantes de dos colegios concertados, uno en Madrid capital y otro en Logroño. Las participantes cursaban 2º de ESO y tenían una edad media de 13.6 años (DE = .7). En cada colegio, uno de los dos grupos de 2º curso fue elegido aleatoriamente para ser el grupo experimental mientras que el otro fue el grupo control. Además, el análisis estadístico posterior mostró que antes de la intervención (pretest) ambos grupos eran homogéneos respecto a las variables estudiadas.

La muestra inicial la formaron todos los alumnos que cursaban 2º de ESO en ambos colegios: 121 en total. En cambio, la muestra final fue de 116 estudiantes al excluirse dos de ellos por desfase curricular y tres por no completar todos los instrumentos de medición.

as a result of not completing all the measurement instruments. More specifically, the control group consisted of 60 students (26 females aged $13.6 \pm .8$ and 34 males aged $13.6 \pm .8$) and the experimental group of 56 students (24 females aged $13.4 \pm .6$ and 32 males aged $13.3 \pm .6$). Prior to the intervention, informed consent was obtained from the parents or legal guardians of the participants and the school administration in accordance with the procedures set out in the World Medical Association's Declaration of Helsinki (2015) on Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.

Instruments

The study variables were measured using the following instruments:

a) Attention. Several items from The Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ), produced by Goodman, which has been translated and validated in more than 70 countries, were used to measure attention (Goodman & Goodman, 2009). This instrument is made up of 25 statements which measure possible social and emotional behavioural disorders between the ages of 4 and 16. In this research, the items on the attention problems scale (15, 21 and 25) were chosen from the Spanish version for teenagers by García et al. (2000).

b) Physical activity. The *Cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes* (Questionnaire for Assessing Physical Activity in Teenage Schoolchildren) was used (Gómez et al., 2012). This instrument is composed by 11 items which describe the PA usually done over the course of one week. Six relevant questions were selected to evaluate intervention in the PA duration, frequency and intensity variables. The other five questions were not used since they were irrelevant to this study; for example, the questions referring to holiday months were discarded since the intervention was carried out during the school year.

c) Academic performance. In order to assess academic performance, an objective assessment test was drawn up for the contents of the SLL teaching unit imparted during the intervention. Due to the specificity of the unit's content, this objective test was designed for this research. Before it was used, it was validated by a panel of experts consisting of two teachers who are specialists in the test contents and two researchers

Concretamente, el grupo control estuvo compuesto por 60 alumnos (26 mujeres de $13.6 \pm .8$ años y 34 hombres de $13.6 \pm .8$ años) y el grupo experimental por 56 (24 mujeres de $13.4 \pm .6$ años y 32 varones de $13.3 \pm .6$ años). Previamente a la intervención, se obtuvo el consentimiento informado de los padres, madres o tutores legales de los participantes y de la dirección del centro. Este estudio fue realizado de acuerdo con los procedimientos establecidos en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (2015) sobre principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos.

Instrumentos

La medición de las variables del estudio se realizó utilizando los instrumentos siguientes:

a) Atención. Para la medición de la atención, se utilizaron varios ítems del cuestionario The Strengths and Difficulties Questionnaire, SDQ, creado por Goodman, y traducido y validado en más de 70 países (Goodman y Goodman, 2009). Este instrumento está compuesto por 25 enunciados que miden posibles trastornos sociales y emocionales del comportamiento en edades comprendidas entre 4 y 16 años. En esta investigación se escogieron los ítems pertenecientes a la escala de problemas de atención (15, 21 y 25), procedentes de la versión española para adolescentes de García et al. (2000).

b) Actividad física. Se utilizó el *Cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes* (Gómez et al., 2012). Este instrumento está compuesto por 11 ítems que describen la AF realizada habitualmente a lo largo de una semana. Se seleccionaron las seis preguntas pertinentes para evaluar esta intervención correspondientes a las variables de duración, frecuencia e intensidad de la AF. No se utilizaron las otras cinco preguntas puesto que eran irrelevantes para este estudio; por ejemplo, se descartaron las preguntas referidas a los meses de vacaciones ya que la intervención se realizó durante el curso escolar.

c) Rendimiento académico. Con el fin de valorar el rendimiento académico se elaboró una prueba de evaluación objetiva con los contenidos de la unidad didáctica de LCL impartida durante la intervención. Debido a la especificidad del contenido de la unidad, esta prueba objetiva fue diseñada para esta investigación. Antes de su utilización, fue validada a través del juicio de expertos por un panel compuesto por dos docentes especialistas en los contenidos de la prueba y dos investigadores con

with experience in validating evaluation instruments. The expert appraisal consisted of an assessment of each of the items and an overall assessment of the questionnaire. The questionnaire comprised ten multiple-choice questions with three possible answers, only one of which was correct. In view of the contents of the SLL teaching units, the questions for the Madrid students focused on the parts of speech, while in Logroño the items were about the novel. The following formula was used to mark this test and avoid the random answers effect:

$$\text{Mark} = \frac{\text{No. right answers} - (\text{No. wrong answers} / \text{No. possible answers} - 1)}{1}$$

Procedure

Synchronous cross-sectional field research was devised with a quasi-experimental design and a non-equivalent control group. For this purpose, one of the two second-year groups in each school was randomly chosen as the control group and the other as the experimental group. In each school, both groups had the same SLL teacher, which meant that they had a similar baseline level and were taught the same contents during the teaching unit. For five consecutive days, the experimental group carried out ten minutes of moderate to vigorous intensity PA at the beginning of the SLL classes through games and motor activities related to the teaching unit imparted in the subject. One example of these activities consisted of carrying out a running technique exercise in response to the question asked by the teacher. Thus, if the teacher read out a sentence including a direct object, the students had to respond by running on the spot and raising their knees (skipping), whereas if it was an indirect object they responded by running raising their heels backwards (butt kicks).

On the other hand, the control group used these ten minutes to review the contents of previous lessons through homework and study time while remaining seated in their chairs. The ten minutes of both types of review (sitting and doing physical activity) were carried out in the usual classroom where SLL was taught so that once the review had been completed the lesson could continue there.

Once the research had been planned in the light of the purpose and the measurement instruments, the administration of both schools and the second-year secondary

experiencia en validación de instrumentos de evaluación. El juicio de expertos consistió en una valoración de cada uno de los ítems y una valoración global del cuestionario. Así, el cuestionario fue compuesto por diez preguntas de elección múltiple con tres posibles respuestas, de las cuales solo una era la correcta. Teniendo en cuenta los contenidos de las unidades didácticas de LCL las preguntas del alumnado de Madrid se focalizaron en los complementos de la oración, y en Logroño, los ítems se relacionaron con la novela. Para corregir esta prueba y evitar el efecto de las respuestas por azar se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Puntuación} = \frac{\text{Núm. de aciertos} - (\text{Núm. de fallos} / \text{Núm. de respuestas posibles} - 1)}{1}$$

Procedimiento

Se diseñó una investigación transversal sincrónica de campo con diseño cuasi-experimental y grupo de control no equivalente. Para ello, en cada centro educativo, uno de los dos grupos de segundo curso fue aleatoriamente elegido como grupo control y el otro como grupo tratamiento. En cada colegio, ambos grupos tenían el mismo profesor de LCL, lo que beneficiaba que tuvieran un nivel inicial similar y que recibieran los mismos contenidos durante la unidad didáctica. El grupo experimental realizó durante cinco días consecutivos diez minutos de AF de intensidad moderada a vigorosa al comienzo de las clases de LCL mediante juegos y actividades motrices que tenían relación con la unidad didáctica impartida en la asignatura. Un ejemplo de estas actividades consistía en realizar un ejercicio de técnica de carrera como respuesta a la pregunta planteada por el profesor. Así, si el profesor leía una oración con un complemento directo los estudiantes debían responder elevando las rodillas (*skipping* por delante), mientras que si era un complemento indirecto respondían elevando los talones (*skipping* por detrás).

En su lugar, el grupo de control utilizaba esos diez minutos para repasar los contenidos de las clases anteriores mediante deberes y tiempo de estudio, sentados en sus sillas. Los diez minutos de ambos tipos de repaso (sentados y haciendo actividad física) se realizaron en el aula habitual donde se impartía la asignatura de LCL de modo que una vez finalizado dicho repaso se proseguía impartiendo la lección de la asignatura en la misma clase.

Una vez planteada la investigación, conociendo el objetivo e instrumentos de medición, se contactó con la dirección de ambos centros y el profesorado de LCL de 2º curso

education SLL teaching staff were contacted. The intervention was designed once the contents of the subject to be taught on the dates of the intervention in each school were known. Each session involved several exercises and games that addressed the subject's contents through physical exercise. The objective of the research was explained to the participants so that their parents or legal guardians could voluntarily complete the informed consent form.

The experimental group and control group students were assessed using the same instruments one day before the intervention (pre-test) and on the day after it (post-test). In PE class, students completed the *Cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes*. On the other hand, they filled out in the SLL class The Strengths and Difficulties Questionnaire (SDQ) and the Academic Performance Questionnaire. The activities were held over five consecutive days in each school in April, coinciding with the beginning and the end of the teaching units.

Statistical Analysis

The data was processed using the IBM SPSS Statistics version 22.0 and Microsoft Excel 2013. Originally, an Excel table was created into which all the data obtained were entered in coded form to ensure participant anonymity. This database was imported into SPSS where normality was found with the Kolmogorov-Smirnov test (chi-square for ordinal variables) and homoscedasticity with the Levene test. Descriptive statistics and group comparisons were calculated in the same program using non-parametric tests, establishing a 95% confidence interval ($p < .05$). Similarly, the effect size ($\hat{\rho}$) of non-parametric tests with two or more samples was calculated using Cohen's d .

The Mann-Whitney U test was used to compare the pre-test results obtained in the control and experimental groups for attention and academic performance variables getting significant differences between control and experimental groups in the pre-test attention variable ($p < .05$). To adjust this initial difference, and since there is no statistical test of this kind for non-parametric samples, an analysis of covariance (ANCOVA) was used for the quasi-experimental design of the non-equivalent control group. The Mann-Whitney U test was then used again to

de ESO. Se diseñó la intervención cuando se conocieron los contenidos de la asignatura que se iban a impartir en las fechas de la intervención en cada centro. Cada sesión se componía de varios ejercicios y juegos que trabajaban los contenidos de la asignatura a través del ejercicio físico. Se explicó a los participantes el objetivo de la investigación para que de manera voluntaria sus padres, madres o tutores legales rellenasen el consentimiento informado.

Un día antes (pretest) de la intervención y el día posterior (postest) a la misma, el alumnado del grupo experimental y del grupo control fue evaluado con los mismos instrumentos. En la clase de EF, los estudiantes completaron el cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes. En cambio, en la clase de LCL rellenaron el cuestionario SDQ y el de rendimiento académico. Los estudiantes dispusieron de todo el tiempo necesario para cumplimentar los instrumentos. Las actividades se realizaron durante cinco días consecutivos en cada centro y tuvieron lugar en abril, coincidiendo con el inicio y final de las unidades didácticas.

Análisis estadístico

El tratamiento de los datos se realizó utilizando los programas informáticos IBM SPSS Statistics, versión 22.0. y Microsoft Excel 2013. 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 (χ^2 cuadrado para variables ordinales) y la homocedasticidad con el test de Levene. En este mismo programa se calcularon los estadísticos descriptivos y las comparaciones de grupos mediante pruebas no paramétricas, estableciendo un intervalo de confianza del 95% ($p < .05$). Asimismo, con la d de Cohen se calculó el tamaño del efecto ($\hat{\rho}$) de las pruebas no paramétricas con dos o más muestras.

A la hora de comparar los resultados obtenidos en el pretest del grupo control y experimental para las variables de atención y rendimiento académico, se utilizó U de Mann Whitney, obteniéndose que las diferencias de los grupos control y experimental en el pretest de la variable atención eran significativas ($p < .05$). Para ajustar esta diferencia inicial, y teniendo en cuenta que no existe ninguna prueba estadística de este tipo para muestras no paramétricas, se utilizó un análisis de covarianza (ANCOVA) para el diseño cuasiexperimental de grupo control no equivalente. En cambio, para comparar

compare the post-test of the control and experimental groups in the academic performance variable. An adjustment of sex, city and age variables was made in both groups.

The Chi-squared (χ^2) test was used to compare both groups in the pre-test for the ordinal interval variables (PA days per week, PA minutes per day, vigorous PA days per week, vigorous PA minutes per day, moderate PA days per week and moderate PA minutes per day). This showed the distribution of the population in two independent samples. If the group differences were not significant ($p > .05$), the chi-squared test was used again to compare the post-test of both groups. Conversely, ANCOVA was used if the difference was significant ($p < .05$) and therefore there were differences in the pre-test of the control and experimental groups.

Results

The results of this research aim to shed some light on the impact of doing ten minutes of PA related to the contents of SLL on the academic performance, attention and PA of second-year secondary education students.

In relation to academic performance, and once the equality of the control and experimental groups had been ascertained before the intervention ($\hat{p} = -.878$, $p = .678$), significant differences ($\hat{p} = .56$, $p = .011$) were found between both groups in the post-test, meaning that ten minutes of PA related to SLL content improves academic performance in this area. As Figure 1 shows, the improvement in academic performance in the experimental group was greater than in the control group.

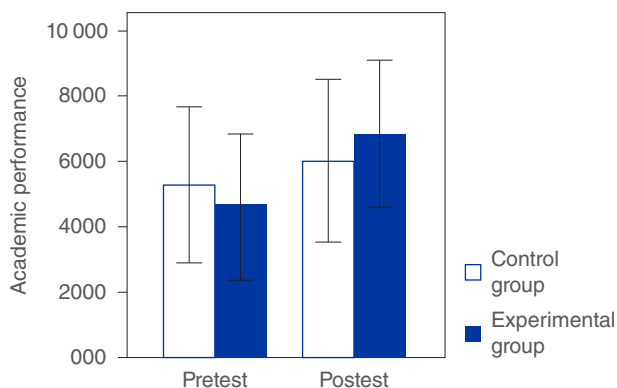


Figure 1. Academic performance of the control and experimental groups before and after the intervention.

el postest de los grupos control y experimental en la variable rendimiento académico se volvió a utilizar U de Mann Whitney. En ambas se realizó un ajuste de las variables sexo, ciudad y edad.

Por otra parte, para comparar ambos grupos en el pretest de las variables ordinales de intervalo (días a la semana de AF, minutos al día de AF, días a la semana de AF vigorosa, minutos al día de AF vigorosa, días a la semana de AF moderada y minutos al día de AF moderada) se utilizó ji cuadrado (χ^2). De este modo se conoció la distribución de la población en dos muestras independientes. Si las diferencias de los grupos eran no significativas ($p > .05$) se volvía a utilizar ji cuadrado para comparar el postest de ambos grupos. En cambio, si la diferencia era significativa ($p < .05$) y por tanto existían diferencias en el pretest de los grupos control y experimental se utilizaba ANCOVA.

Resultados

Los resultados de esta investigación tratan de conocer la repercusión que se obtiene al realizar diez minutos de AF relacionados con los contenidos de LCL sobre el rendimiento académico, la atención y la AF del alumnado de 2º curso de ESO.

En relación con el rendimiento académico, una vez conocida la igualdad de los grupos control y experimental antes de la intervención ($\hat{p} = -.878$, $p = .678$), se comprobó que existen diferencias significativas ($\hat{p} = .56$, $p = .011$) entre ambos grupos en el postest, por lo que diez minutos de AF relacionados con los contenidos de LCL mejoran el rendimiento académico en ese área. Tal y como se observa en la figura 1, el grupo experimental mejoró su rendimiento académico en mayor medida que el grupo control.

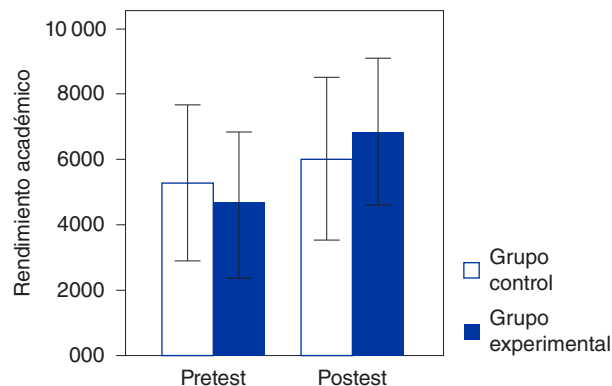


Figura 1. Rendimiento académico de los grupos control y experimental antes y después de la intervención.

With regard to the frequency of PA, the experimental group was above the control group in the post-test days per week of PA variable, regardless of exercise intensity ($\hat{p} = .747, \chi^2 = 21.199, p = .000$) and especially at vigorous intensity ($\hat{p} = -.294, p = .003$), meaning that the experimental group did more days of PA than the control group. For example, 64.3% of the experimental group did 4 to 5 days of PA regardless of intensity compared to 38.3% of the control group, and 25% of the experimental group did more than five days of PA compared to 11.7% from the control group. This confirms that ten minutes of PA at the start of SLL classes increases students' weekly PA frequency. In addition, gender differences were found, since males presented a higher frequency of weekly PA in both pre-test and post-test, regardless of intensity ($\hat{p} = -.270, p < .022$) and at vigorous intensity ($\hat{p} = .747, \chi^2 = 14.186, p < .003$).

With reference to weekly PA time, there were no differences between the control and experimental groups following the intervention after the pre-test had been controlled in the variables for PA at any intensity ($\chi^2 = 2.878, p > .116$), at vigorous

En relación con la frecuencia de AF, se mostró que el grupo experimental era superior al control en el postest en la variable días por semana que se realiza AF, independientemente de la intensidad del ejercicio ($\hat{p} = .747, \chi^2 = 21.199, p = .000$) y, especialmente con intensidad vigorosa ($\hat{p} = -.294, p = .003$), por lo que el grupo experimental realizó más días de AF que el grupo control. Por ejemplo, respecto a los días de AF independientemente de la intensidad, un 64.3% del grupo experimental practicó AF de 4 a 5 días frente al 38.3% del grupo control y, un 25% del grupo experimental hizo AF más de cinco días en comparación con el 11.7% del grupo control. De este modo, se confirma que diez minutos de AF al iniciar las clases de LCL incrementa la frecuencia semanal de AF del alumnado. Además, se encontraron diferencias relativas al sexo, puesto que los varones tuvieron una mayor frecuencia de AF semanal tanto en el pretest como en el postest independientemente de la intensidad ($\hat{p} = -.270, p < .022$), y con intensidad vigorosa ($\hat{p} = .747, \chi^2 = 14.186, p < .003$).

En relación con el tiempo semanal de AF, no existieron diferencias entre los grupos control y experimental tras la intervención una vez controlado el pretest en las variables de AF de cualquier intensidad ($\chi^2 = 2.878,$

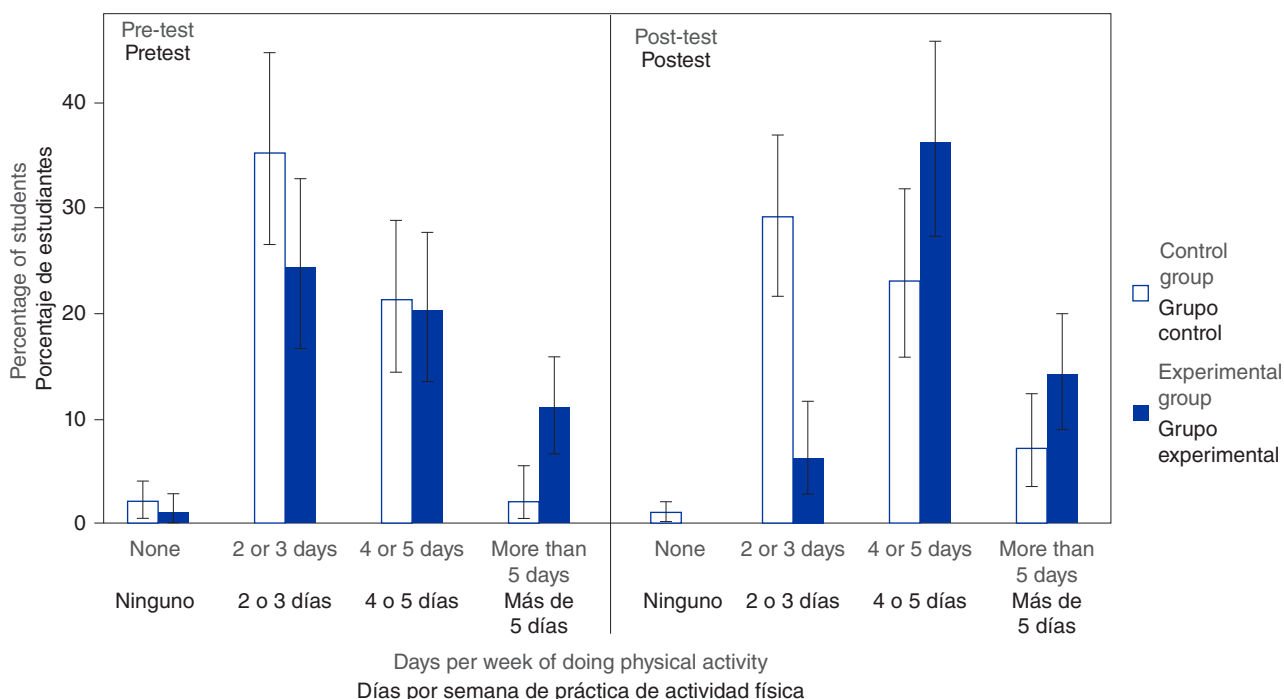


Figure 2. Number of days per week that students engage in physical activity of any intensity before and after the intervention.

Figura 2. Número de días por semana que los estudiantes practican actividad física de cualquier intensidad antes y después de la intervención.

intensity ($\hat{\rho} = -.163$, $p = .88$) and at moderate intensity ($\hat{\rho} = -.124$, $p = .100$). As a result, ten minutes of PA at the beginning of a classroom subject does not significantly affect the weekly time spent on PA by students.

Finally, it was confirmed that ten minutes of PA associated with SLL contents increases students attention since significant differences were found ($\hat{\rho} = .170$, $p < .003$) after the intervention between the attention of the control group and the experimental group, with the latter achieving higher levels.

Discussion and Conclusions

The purpose of this research was to ascertain the impact of doing ten minutes of PA related to the contents of SLL on academic performance in the subject and on attention and also on the frequency and total amount of weekly PA. On the basis of the above results, an improvement in the academic performance of students when learning SLL by doing PA was demonstrated, as was also proved in primary education by Mullender-Wijnsma et al. (2016). These authors used PA to teach mathematics and language in twelve Dutch schools for two years and found academic performance to be higher in the groups where PA was used. Thus, this study indicates that intervention involving PA in the classroom is also effective in secondary education.

This study is also in line with copious experimental research which has shown that an increase in doing physical exercise improves marks in several curricular areas (Käll et al., 2014). This positive relationship between PA and academic performance has also been demonstrated in longitudinal (Booth et al., 2013) and cross-sectional (Eldridge et al., 2014) studies. As reported in the scientific literature, there are numerous factors which explain this finding. Chaddock et al. (2011) observed that PA increases the formation of new neurons and stimulates neurotrophic factors, increasing blood flow and oxygen levels in the brain, influencing brain plasticity. In addition, engaging in PA improves cognitive functions, mainly formed by inhibition, working memory and cognitive flexibility, which are extremely significant in academic performance (Diamond et al., 2007).

The improved academic performance may be due to better attention. This research confirms that doing

$p > .116$), con intensidad vigorosa ($\hat{\rho} = -.163$, $p = .88$) y con intensidad moderada ($\hat{\rho} = -.124$, $p = .100$). Como consecuencia, diez minutos de AF al iniciar una asignatura de aula no modifica significativamente el tiempo semanal empleado en realizar AF en los estudiantes.

Finalmente, se confirmó que diez minutos de AF vinculados con los contenidos de LCL aumentan la atención del alumnado ya que se encontraron diferencias significativas ($\hat{\rho} = .170$, $p < .003$) tras la intervención en la atención del grupo control y del grupo experimental, a favor de este último grupo.

Discusión y conclusiones

El propósito de esta investigación fue conocer el efecto de la práctica de diez minutos de AF vinculados con los contenidos de LCL sobre el rendimiento académico en esa área, en la atención, la frecuencia y la cantidad total de AF semanal. Teniendo en cuenta los resultados expuestos, se demuestra una mejora del rendimiento académico en los alumnos al aprender LCL realizando AF, como también han demostrado en educación primaria Mullender-Wijnsma et al. (2016). Estas autorías utilizaron la AF para enseñar matemáticas y lengua en doce escuelas holandesas diferentes durante dos años, y comprobaron que el rendimiento académico fue mayor en los grupos donde se utilizaba AF. Así, en este estudio se comprueba que en ESO también es eficaz una intervención a través de la AF en el aula.

Paralelamente, este estudio se encuentra en concordancia con numerosas investigaciones experimentales que han demostrado que el aumento en la práctica de ejercicio físico mejora las notas en diversas áreas curriculares (Käll et al., 2014). Esta relación positiva entre AF y rendimiento académico ha sido expuesta también en estudios longitudinales (Booth et al., 2013) y transversales (Eldridge et al., 2014). En línea con lo reportado en la literatura científica, se presentan numerosos factores que justifican este hallazgo. Chaddock et al. (2011) comprobaron que la AF aumenta la formación de nuevas neuronas y estimula factores neurotróficos aumentando el flujo sanguíneo y los niveles de oxígeno en el cerebro que influyen en la plasticidad cerebral. Además, realizar AF mejora las funciones cognitivas, formadas principalmente por la inhibición, memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva que cobran gran relevancia en el rendimiento académico (Diamond et al., 2007).

La mejora del rendimiento académico puede ser debido a un aumento en la atención. Esta investigación

ten minutes of PA at the beginning of a lesson in the classroom helps to improve attention, thus coinciding with the findings of previous studies (Hillman et al., 2014).

At the same time, the results of this research show how a PA intervention of ten minutes improves the amount of PA done by students. Several authors (Pate et al., 2007) also found an increase in the amount of PA done by participants during an intervention based on physical exercise in the school setting. Hence, and in addition to the aforementioned increase in cognitive performance, this type of intervention may also help to combat sedentary lifestyles and thus improve students health.

However, while the academic performance benefits of doing PA have been demonstrated on numerous occasions (Greeff et al., 2018), it should be noted that this scientific research is more robust in mathematics, science and SLL (Booth et al., 2013). These three curricular subjects may therefore be more likely to benefit from the introduction of physical exercise associated with their content as part of an interdisciplinary approach.

Considering that the results of this research point to the importance of educational strategies based on interdisciplinarity between PE and other subjects to enhance student learning, in this case in SLL, and the authors who advocate globalised learning, the use of interdisciplinarity between the different curricular subjects is suggested. In fact, an increasing number of schools are seeking to encourage this type of methodology among their teaching staff, one example being the increase in project-based learning (Walker et al., 2015). This type of methodology is also part of the educational neuroscience current, which seeks to optimise the teaching-learning process by leveraging the knowledge provided by neurosciences, in which the experience, novelty, socialisation and emotions derived from physical and sports activity play a key role (Greeff et al., 2018; Mullender-Wijnsma et al., 2016).

These results should be interpreted with caution owing to the limitations of this research, including the sample size and its selection, rendering it difficult to generalise the results, and calls for further research with a representative sample and other subjects. In addition, PA measurement could be enhanced by using objective methods such as accelerometers and heart rate monitors.

confirma que la práctica de diez minutos de AF al iniciar una clase en el aula permite aumentarla en concordancia con estudios previos (Hillman et al., 2014).

Paralelamente, en los resultados de esta investigación se observa cómo una intervención de diez minutos de AF mejora la cantidad de AF practicada por los estudiantes. Varias autorías (Pate et al., 2007) han encontrado también un aumento de la cantidad de AF realizada por los participantes durante una intervención basada en el ejercicio físico en el contexto escolar. Así, se puede comprobar que, además del mencionado aumento del rendimiento cognitivo, este tipo de intervenciones pueden contribuir a luchar contra el sedentarismo y así mejorar la salud del alumnado.

Por otra parte, aunque los beneficios de la práctica de AF sobre el rendimiento académico han sido demostrados en numerosas ocasiones (Greeff et al., 2018), debe mencionarse que esta investigación científica es más sólida en matemáticas, ciencias y LCL (Booth et al., 2013). Por ello, estas tres áreas curriculares pueden ser más susceptibles de verse beneficiadas por la introducción del ejercicio físico vinculado con los contenidos de dichas asignaturas siguiendo un enfoque interdisciplinario.

Teniendo en cuenta que los resultados de esta investigación muestran la importancia de las estrategias educativas basadas en la interdisciplinaria entre EF y otras áreas para mejorar el aprendizaje del alumnado, en este caso en LCL, y aquellas autorías partidarias del aprendizaje globalizado, se sugiere el uso de la interdisciplinaria entre las diferentes áreas curriculares. De hecho, cada vez son más los colegios que intentan fomentar este tipo de metodología entre su personal docente, siendo un ejemplo de ello el incremento del aprendizaje por proyectos (Walker et al., 2015). Además, este tipo de metodología se enmarca dentro de la corriente de neuroeducación donde se busca optimizar el proceso de enseñanza-aprendizaje basándose en los conocimientos aportados por las neurociencias donde la propia experiencia, la novedad, la socialización y las emociones derivadas de la práctica físico-deportiva juegan un papel fundamental (Greeff et al., 2018; Mullender-Wijnsma et al., 2016).

Estos resultados deben interpretarse con la cautela necesaria debido a las limitaciones de esta investigación, entre las que se encuentra el tamaño de la muestra y la selección de la misma, lo que dificulta la generalización de los resultados y hace necesaria la realización de nuevas investigaciones con una muestra representativa y con otras asignaturas. Además, podría optimizarse la medición de la AF utilizando métodos objetivos como acelerómetros y pulsómetros.

However, the strengths of this study should also be underlined, namely the use of an experimental design with a control group that spent the same amount of time on the subject and with the same teacher, thus making it possible to establish cause-effect relationships. In addition, while most research relates academic performance to PA intervention outside the curriculum, this study is one of the few to relate PA intervention to the content of a curricular area, thus fostering an interdisciplinary approach. The importance of doing PA for cognition is also demonstrated, since significant improvements are found with just a five-day intervention.

In the light of the existing literature on the topic and the results of this research, a number of measures are proposed to ensure that teenagers enjoy good health, reduce their sedentary behaviour and achieve better academic outcomes. An example of this is the implementation of measures to foster active cities, creating spaces that encourage teenagers to do PA, the creation of transport programmes and PA promotion programmes, etc. In view of the key role of schools in developing healthy habits and preventing diseases, as well as the high percentage of students' weekly attendance time at these schools, an increase in PA in the curriculum is suggested through more hours of PE, active breaks and encouraging PA during school hours. In addition, the relationship between sedentary behaviour, morbidity and mortality should be underscored. It is known that prolonged periods of sitting cannot be offset by occasional physical activity, not even by exceeding WHO recommendations (Katzmarzyk et al., 2009). In order to reduce sedentary periods in classrooms, improve students' cognitive performance and reduce the risk of suffering from diseases, it is therefore proposed to implement these active measures as often as possible during the school day. More particularly, these measures should be considered when there are two or more consecutive classes in school hours that require students to be seated and it is recommended to include this type of physical activity in classroom subjects.

This research's practical application suggests the inclusion of physical activities and games in which movement fosters learning the contents of other curricular fields. More particularly, these activities should be carried out in subjects in which the student

Por el contrario, deben destacarse los puntos fuertes de este estudio, como la utilización de un diseño experimental con un grupo control que dedicaba el mismo tiempo a la asignatura y con el mismo profesor pudiendo establecer relaciones causa-efecto. Además, la mayoría de investigaciones relacionan el rendimiento académico con una intervención de AF externa al currículum. En cambio, este estudio forma parte de los pocos que relacionan la intervención de AF con el contenido de un área curricular promoviendo un enfoque interdisciplinario. También se demuestra la importancia que tiene la práctica de AF sobre la cognición, puesto que simplemente con una intervención de cinco días se observan mejoras significativas.

Considerando la literatura existente sobre el tema y los resultados de esta investigación, se proponen diferentes medidas para que los adolescentes gocen de buena salud, disminuyan las conductas sedentarias y obtengan mejores resultados académicos. Un ejemplo de ello es la puesta en marcha de medidas que fomenten las ciudades activas, creación de espacios que inviten a la realización de AF en adolescentes, programas de transporte activo y de fomento de la AF, etc. Teniéndose en cuenta tanto el papel fundamental de los centros educativos en la creación de hábitos saludables y prevención de enfermedades así como el alto porcentaje de asistencia semanal del alumnado a los mismos, se sugiere un aumento de AF en el currículum, incrementando las horas de EF, los descansos activos y el fomento de la práctica de AF en horario lectivo. Además, debe destacarse la relación de las conductas sedentarias con la morbilidad y la mortalidad. Incluso se ha llegado a demostrar que periodos prolongados de estar sentado no pueden compensarse con la práctica de actividad física ocasional, ni tan siquiera superando las recomendaciones de la OMS (Katzmarzyk et al., 2009). Por ello, con el objetivo de disminuir los periodos sedentarios en las aulas, mejorar el rendimiento cognitivo del alumnado y reducir el riesgo de padecer enfermedades, se propone implementar estas medidas activas con la mayor frecuencia posible durante la jornada escolar. Especialmente, estas medidas deben tenerse en cuenta cuando en el horario escolar se observen dos o más clases consecutivas que requieran que el alumnado esté sentado recomendando incluir este tipo de actividades físicas dentro de las asignaturas de aula.

La aplicación práctica de esta investigación propone incluir actividades físicas y juegos en los que a través del movimiento se favorezca la adquisición del aprendizaje de los contenidos de otras áreas curriculares. Especialmente, estas actividades deben realizarse en aquellas

normally remains seated, such as mathematics, natural sciences, social sciences, foreign languages, etc.

The results of this research suggest the development of a curriculum based on the interdisciplinarity of PE with other curricular subjects in order to boost pupils' academic performance and improve their health.

Acknowledgments

This study was developed during of a Cooperation Scholarship in university departments awarded by the Spanish Ministry of Education, Culture and Sport. The authors would also like to thank Escuelas Pías school in Logroño and the Santa María del Carmen school in Madrid for their cooperation.

Conflict of Interests

No conflict of interest was reported by the authors.

References

- Asociación Médica Mundial. (2015). *Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial: Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. Recuperado de <https://www.wma.net/es/policies-post/declaracion-de-helsinki-de-la-amm-principios-eticos-para-las-investigaciones-medicas-en-seres-humanos/>
- Biswas, A., Faulkner, G. E., Bajaj, R. R., Silver, M. A., Mitchell, M. S., & Alter, D. A. (2015). Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults: A systematic review and meta-analysis. *Annals Internal Medicine*, 162(2), 123-132. doi:10.7326/M14-1651
- Booth, J. N., Leary, S. D., Joinson, C., Ness, A. R., Tomporowski, P. D., Boyle, J. 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
- Castañer, M., & Trigo, E. (1998). *La interdisciplinaria en la Educación Secundaria Obligatoria*. Barcelona: INDE.
- 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
- Chalkley, A., Milton, K., & Foster, C. (2015). *Change4Life evidence review: Rapid evidence review on the effect of physical activity participation among children aged 5 – 11 years*. London: Public Health England.
- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., & Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318(5855), 1387-1388. doi:10.1126/science.1151148
- García, P., Goodman, R., Mazaria, J., Torres, A., Rodríguez-Sacristán, J., & Hervás, A. (2000). El Cuestionario de capacidades y dificultades. *Revista de Psiquiatría Infanto-Juvenil*, 1, 12-17.
- Gómez, R., Vilcazán, E., De Arrufa, M., Hespagnol, J. E., & Cossio-Bolaños, M. A. (2012). Validación de un cuestionario para la valoración de la actividad física en escolares adolescentes. *Anales de la Facultad de Medicina*, 73(4), 307-313. doi:10.15381/anales.v73i4.1029

asignaturas donde el alumnado permanece sentado habitualmente, tales como matemáticas, ciencias naturales, ciencias sociales, lengua extranjera, etc.

Los resultados de esta investigación invitan a elaborar un currículo basado en la interdisciplinaria de EF con otras áreas curriculares, lo cual aumentaría el rendimiento académico y mejoraría la salud de los escolares.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló gracias a una beca de colaboración en departamentos universitarios del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. Las autorías agradecen también la ayuda de los centros Escuelas Pías de Logroño y Santa María del Carmen de Madrid.

Conflicto de intereses

Las autorías no han comunicado ningún conflicto de intereses.

Referencias

- Goodman, A., & Goodman, R. (2009). Strengths and difficulties questionnaire as a dimensional measure of child mental health. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 48(4), 400-403. doi:10.1097/CHI.0b013e3181985068
- Greeff, J. W., Bokser, 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 Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501-5017. doi:10.1016/j.jsams.2017.09.595
- Hillman, C. H., Buck, S. M., Themanson, J. R., Pontifex, M. B., & Castelli D. M. (2009). Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Developmental Psychology*, 1(45), 114-129. doi:10.1037/a0014437
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Castelli, D. M., Khan, N. A., Raine, L. B., Scuder, M. R., ... 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
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E., & Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, 159(3), 1044-1054. doi:10.1016/j.neuroscience.2009.01.057
- Käll, L. B., Nilsson, M. N., & Lindén, T. (2014). The impact of a physical activity intervention program on academic achievement in a Swedish elementary school setting. *Journal of School Health*, 8(8), 473-480. doi:10.1111/josh.12179
- Katzmarzyk, P. T., Church, T. S., Craig, C. L., & Bouchard, C. (2009). Sitting time and mortality from all causes, cardiovascular disease, and cancer. *Medicine & science in sports & exercise*, 41(5), 998-1005. doi:10.1249/MSS.0b013e3181930355
- Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. (2017). *Encuesta Nacional de Salud. España 2017*. Recuperado de https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuestaNac2017/ENSE2017_notatecnica.pdf

- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad. (2015). *Actividad física para la salud y reducción del sedentarismo. Recomendaciones para la población. Estrategia de promoción de la salud y prevención en el SNS*. Madrid: Centro de publicaciones.
- Mullender-Wijnsma, M. J., Hartman, E., De Greeff, J. W., Doolaard, S., Bosker, R. J., & Visscher, C. (2016). Physically active math and language lessons improve academic achievement: A cluster randomized controlled trial. *Pediatrics*, *137*(3), 1-9. doi:10.1542/peds.2015-2743
- OMS/WHO (Organización Mundial de la Salud) (2010). *Recomendaciones mundiales sobre actividad física para la salud*. Ginebra. Recuperado de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44441/1/9789243599977_spa.pdf
- Pate, R., Saunders, R. R., Dishman, R., K., Addy, C., Dowda, M., & Ward, D. S. (2007). Long-term effects of a physical activity intervention in high school girls. *American Journal of Preventive Medicine*, *33*(4), 276-280. doi:10.1016/j.amepre.2007.06.005
- Pérez, S., & Leganés, M. (2012). La música como herramienta interdisciplinar: un análisis cuantitativo en el aula de lengua extranjera de Primaria. *Revista de Investigación en Educación*, *10*(1), 127-143.
- Piercy, K. L., Troiano, R. P., Ballard, R. M., Carlson, S. A., Fulton, J. E., Galuska, D. A., ... Olson, R. D. (2018). The physical activity guidelines for Americans. *Jama*, *320*(19), 2020-2028. doi:10.1001/jama.2018.14854
- Ramos, P., Rivera, F., Moreno, C., & Jiménez-Iglesias, A. (2012). Análisis de clúster de la actividad física y las conductas sedentarias de los adolescentes españoles, correlación con la salud biopsicosocial. *Revista de Psicología del Deporte*, *21*(1), 99-106.
- Walker, A., Leary, H., Hmelo-Silver, C. E., & Ertmer, P. A. (2015). *Essential readings in problem-based learning*. West Lafayette: Purdue University Press.

Article Citation | Citación del artículo

Pinto-Escalona, T., & Martínez-de-Quel, Ó. (2019). Ten Minutes of Interdisciplinary Physical Activity Improve Academic Performance. *Apunts. Educación Física y Deportes*, *138*, 82-94. doi:10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/4).138.07