



Fernández-Hernández, A.; Conesa-Cervera, P.; Belando, N.; Ardoy, D. N.; Valero-Valenzuela, A. (2022). Executive functions, fitness and body composition according to the type of pedagogy experienced by middle-school students. *Journal of Sport and Health Research*. 14(1):75-86.

Original

**FUNCIONES EJECUTIVAS, CONDICIÓN FÍSICA Y COMPOSICIÓN
CORPORAL EN FUNCIÓN DEL TIPO DE PEDAGOGÍA
EXPERIMENTADA POR EL ALUMNADO DE EDUCACIÓN
PRIMARIA**

**EXECUTIVE FUNCTIONS, FITNESS AND BODY COMPOSITION
ACCORDING TO THE TYPE OF PEDAGOGY EXPERIENCED BY
MIDDLE-SCHOOL STUDENTS**

Fernández-Hernández, A¹, Conesa-Cervera, P¹, Belando, N^{1,2}, Ardoy, D. N^{1,3} Valero-Valenzuela, A¹,

¹*Grupo de investigación SAFE. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Murcia.*

²*Facultad de Ciencias Biomédicas Básicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid.*

³*Grupo de investigación PROFITH. Facultad de Ciencias del Deporte. Universidad de Granada.*

Correspondence to:
Adrián Fernández Hernández
Universidad de Murcia.
C/Argentina s/n.
Tel. 868 88 86 83
Email: adrian.fernandez3@um.es

*Edited by: D.A.A. Scientific Section
Martos (Spain)*



Received: 15/09/2020
Accepted: 10/02/2021



RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo conocer la relación entre las funciones ejecutivas, la condición física y la composición corporal, en estudiantes de Educación Primaria que recibían pedagogía activa ($GPA = 25$) frente a otros estudiantes que recibían una enseñanza convencional ($GC = 45$). Los participantes fueron 70 alumnos de 8 a 11 años ($M = 9,2$; $DT = 1,01$). Los instrumentos de evaluación utilizados para las funciones ejecutivas fue la batería de pruebas de “Evaluación Neuropsicológica de las Funciones Ejecutivas en Niños” y para la condición física y composición corporal la batería “ALPHA-Fitness”. Tras analizar la posible relación entre las variables que formaban parte del estudio, se obtuvieron resultados significativos para la fluidez verbal semántica junto con la composición corporal (FVS y $CC.Peso = 0,018 < 0,01$; FVS y $CC.IMC = 0,008 < 0,01$). En cuanto a las posibles diferencias entre ambos grupos se hallaron valores significativamente más altos en las funciones ejecutivas a favor del GPA ($FVF p < 0,05$ y $FVS p < 0,05$). No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables de condición física. Por tanto, los alumnos que recibieron una pedagogía activa presentaban un mejor desarrollo de las funciones ejecutivas en comparación con aquellos que estaban recibiendo una enseñanza más convencional. Se sugieren intervenciones con pedagogías activas prolongadas en el tiempo y elevado tamaño muestral, en diferentes etapas (Educación Primaria y Secundaria) conociendo los niveles de partida de los grupos para establecer posibles relaciones causales. Igualmente, puede ser interesante comparar datos en función del género.

Palabras clave: modelos pedagógicos, cognición, infancia, actividad física.

ABSTRACT

The present study aimed to know the relationship between executive functions, physical condition and body composition in Middle-School students who received active pedagogy ($GPA = 25$) compared to other students who received a more conventional education ($GC = 45$). The participants were 70 students from 8 to 11 years old ($M = 9.2$; $SD = 1.01$). The evaluation instruments used for executive functions were the “Neuropsychological Evaluation of Executive Functions for Children” test battery and for fitness and body composition the “ALPHA-Fitness” battery. After analyzing the possible relationship between the variables that were part of the study, significant results were obtained for verbal semantic fluency along with body composition (SF and $CC.Weight = 0.018 < 0.01$; SF and $CC.BMI = 0.008 < 0.01$). Regarding the possible differences between the two groups ($GPA = 25$; $GC = 45$ students), significant higher levels were found in executive functions in favor of GPA ($PS p < 0.05$ and $SF p < 0.05$). No significant differences were found in any of the fitness variables. Therefore, students who were receiving an active pedagogy presented a better development of executive functions compared to those who received a more conventional teaching. Interventions with long active pedagogies over time and a high student sample are suggested at different stages (Primary and Secondary Education) knowing the starting levels of the groups to establish possible causal relationships. Likewise, it may be interesting to compare data based on gender.

Keywords: pedagogical model, cognition, childhood, physical activity.



INTRODUCCIÓN

La neurociencia ha puesto de manifiesto la relación existente entre el nivel de condición física en niños y niñas con respecto al desarrollo de las funciones cognitivas, la corteza cerebral y los procesos fisiológicos del cerebro asociadas al aprendizaje (Hillman et al., 2008). Las materias educativas podrían ser el medio idóneo para llevar a cabo metodologías de enseñanza, estrategias didácticas y desarrollo de climas psicológicos de aula, focalizadas a nivel pedagógico en acciones que fomenten la inteligencia emocional y el desarrollo de las funciones ejecutivas (FFEE). Este proceder educativo integral ha generado un interés por parte de la comunidad educativa en cuanto a la estimulación de las FFEE, definidas por Portellano (2005) como “la base de los procesos cognitivos que constituyen el elemento con mayor valor diferencial entre el ser humano y las restantes especies”. Algunas de las FFEE principales que han sido analizadas en diversos estudios (Dubois et al., 1994; Miyake et al., 2000; Portellano et al., 2009) son: inteligencia fluida, toma de decisiones, autocontrol, pensamiento divergente, flexibilidad mental, regulación atencional, memoria contextual, memoria de trabajo, memoria temporal, fluidez verbal, fluidez semántica, monitorización, etc.

Numerosas investigaciones al respecto como Martín-Martínez et al. (2015) manifiestan efectos positivos de una intervención de ocho semanas de sesiones de juegos deportivos en grupos reducidos, hallando mejoras en las funciones ejecutivas memoria de trabajo y flexibilidad cognitiva. Por su parte, Latorre-Román, Pantoja-Vallejo y Berrios-Aguayo (2018) demostraron una asociación positiva entre la efectividad de una clase de juegos aeróbicos ejercicios físicos con una la estimulación de la creatividad en niños y niñas preadolescentes. En esta línea de estudio, Chaddock et al. (2011) exponen que la inactividad física y una mala condición física (CF) impactan de forma negativa en la estructura cerebral como consecuencia de un inadecuado desarrollo. En cambio, un nivel de actividad física y de CF satisfactorios maximizan la salud cerebral y el desarrollo de las FFEE durante el crecimiento en niños y niñas (Hillman et al., 2008). Además, la adherencia hacia la práctica deportiva se va forjando durante la infancia y la adolescencia (Pate et al., 1999) por lo que será de gran valor el hecho de que durante estas etapas se generen oportunidades de

creación y mantenimiento de acciones educativas relacionadas con la actividad física. De ahí la importancia del presente estudio, que pretende profundizar en la influencia de los nuevos procedimientos metodológicos que utilicen la actividad física para promover la participación activa y creativa de los estudiantes, en pro del progreso cognitivo.

El desarrollo cognitivo en Educación Primaria es un aspecto fundamental a tener en cuenta en el ámbito educativo, sobre todo los referidos a la maduración de la corteza prefrontal, los cuales no se completan hasta aproximadamente la tercera década de vida (Sowell, Thompson, Tessner, y Toga, 2001). Parece que, la etapa infantil y adolescente son periodos sensibles en cuanto a la estimulación de las FFEE, siendo esta la razón principal para la implementación de propuestas metodológicas que fomenten su desarrollo. De manera que, varias investigaciones basadas en revisiones sistemáticas y metanálisis indican una asociación positiva entre la actividad física y la condición física con respecto al rendimiento cognitivo y académico de niños y adolescentes (Chaddock-Heyman, et al. 2013; Donnelly et al., 2016; Erickson, Hillman y Kramer, 2015; Hillman et al., 2008; Rasberry et al., 2011; Trudeau y Shephard, 2008).

Dada la gran importancia de un adecuado desarrollo cognitivo en el alumnado están surgiendo, a nivel nacional, escuelas denominadas de “pedagogía activa” (Leupin, 2016). Su metodología procura que el proceso educativo esté basado en el bienestar integral de los jóvenes estudiantes en lo referido a la satisfacción de sus necesidades fisiológicas, anatómicas, emocionales y comportamentales. Se facilita, así, el aprendizaje guiado, entendido como el *aprendizaje conducido por el docente para facilitar en los estudiantes la toma de decisiones, la investigación hacia la resolución de retos didácticos, la flexibilidad mental ante el cambio, etc.* y en el que se valore el propio ritmo de aprendizaje. En este sentido, un centro educativo que promueva una “pedagogía activa” se caracteriza por los siguientes aspectos (Prince, 2004; Wild y Montané, 2009):

-Aprendizaje basado en la emoción, la experiencia y la curiosidad, siendo el alumnado el principal protagonista del proceso de enseñanza.



-Uso de “metodologías activas” que fomenten el pensamiento crítico (aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje basado en el juego, etc.).

-Ambiente de trabajo que evoque emociones facilitadoras de aprendizajes significativos (espacios diáfanos, ausencia de pantallas, presencia de luz natural, presencia espacios naturales amplios y verdes, uso de materiales manipulativos, etc.).

-Importancia de las artes y el movimiento físico como eje transversal y metodológico en las propuestas curriculares.

-Profesorado con formación específica en cuanto al desarrollo e implementación de metodologías activas siguiendo las bases de la neurociencia aplicada a la educación.

Específicamente, en la materia de Educación Física, la “pedagogía activa” suscita hábitos de vida saludables y contribuye al desarrollo de la creatividad del alumnado a través de la vivencia de diversos entornos de aprendizaje en los que se toman decisiones sobre las tareas, se crean diversas situaciones a resolver, se trabaja la creatividad para la resolución de casos prácticos y se emplean las nuevas tecnologías digitales (uso responsable y didáctico de las TIC) (Cecchini, et al., 2019; Mora-González et al., 2020; Navarro y Osses, 2015).

En línea con los estudios revisados y con la argumentación sobre la “pedagogía activa”, el objetivo del presente trabajo de investigación fue: conocer el grado de correlación entre las diferentes variables estudiadas de CF y las FFEE en los jóvenes estudiantes que reciben una pedagogía activa con respecto a los que no la reciben. Al respecto, se hipotetiza que los estudiantes que reciben una pedagogía activa tendrán un mayor desarrollo de las variables que integran la CF y las FFEE y que existirían correlaciones positivas entre las variables de CF y FFEE en este mismo grupo de discentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de investigación

Se trata de un diseño descriptivo transversal con enfoque cuantitativo (Montero y León, 2007) en el que se implementó una técnica de recogida de la información a través de pruebas estandarizadas. Se establecieron dos grupos por conveniencia para evaluación: grupo expuesto a la pedagogía activa

(GPA) y grupo control (GC) que recibió los contenidos con una pedagogía más convencional.

El presente trabajo de investigación cuenta con informe favorable expedido por el Comité Ético de Investigación de la Universidad de Murcia con número de expediente: ID: 2257/2019.

Participantes

La muestra estuvo compuesta por 70 alumnos (36 chicos y 34 chicas; $M = 9,2$ años; $DT = 1,01$) pertenecientes a los cursos de 3º, 4º y 5º de Educación Primaria de la ciudad de Murcia con una distribución simple. El GC lo integraban 45 alumnos perteneciente a un centro educativo con más de diez años de existencia y el GPA estuvo formado por 25 alumnos de un centro de educación privada denominado de pedagogía activa en su primer año de apertura. Respecto a la materia de Educación Física, los docentes contaban con más de cinco años de experiencia práctica. En cuanto a las características socioeconómicas de ambos grupos, se trata de familias de diverso origen económico que, en general, presentan un nivel económico medio. Además, el alumnado perteneciente al GPA poseía una línea de partida al inicio del curso escolar similar al alumnado del GC, pues en cursos anteriores formaron parte de centros públicos o privados con las características descritas en el GC.

Criterios de inclusión

Alumnos pertenecientes a la misma etapa educativa, (3º, 4º y 5º curso de Educación Primaria), desarrollo e implementación de los mismos elementos del currículo autonómico (Región de Murcia: Decreto 198/2014), y similitud en la organización del horario lectivo.

Criterios de exclusión

Alumnado diagnosticado con discapacidad cognitiva o física y aquellos con porcentaje de ausencia superior al 20% del total de horas lectivas semanales.

Instrumentos

En los participantes descritos, se midieron las variables de funciones ejecutivas (FFEE) y condición física (CF).

Para la evaluación de las FFEE, se utilizó la batería de pruebas de “Evaluación Neuropsicológica de las



Funciones Ejecutivas en Niños” denominada ENFEN (Portellano et al., 2009). Dicha batería es de aplicación individual para alumnos de edades comprendidas entre los seis y 12 años y está compuesta por las siguientes pruebas:

-Prueba uno. Evaluación de la función ejecutiva *fluidez verbal*. La fluidez verbal mide principalmente la velocidad y facilidad de producción verbal (Lezak, 1995). Esta prueba, se divide en dos partes: evaluación de la fluidez verbal fonológica (FVF) y evaluación de la fluidez verbal semántica (FVS). En dichas pruebas los estudiantes deben verbalizar una lista de palabras que comiencen con la misma letra inicial o que pertenezcan al mismo campo semántico en un tiempo máximo de un minuto.

-Prueba dos. Evaluación de la función ejecutiva *planificación*. Según Siegler (1991) la planificación es una estrategia de resolución de problemas que sirve como indicador del desempeño de las personas ante una determinada tarea. Esta prueba se organiza en dos partes: realización de un sendero en orden numérico (sendero gris; PSG) y realización de un sendero numérico en orden regresivo y con duplicado de números por colores (sendero color; PSC). En ambas pruebas, los estudiantes deben unir los números en el menor tiempo posible.

-Prueba tres. Evaluación de la función ejecutiva *memoria de trabajo* (MT). Siguiendo a López (2013) la memoria de trabajo se define como “un sistema que mantiene y manipula temporalmente la información, por lo que interviene en la realización de importantes tareas cognitivas, tales como la comprensión del lenguaje, la lectura, el pensamiento, etc”. Esta prueba se compone de una prueba denominada de “anillas” en la que los alumnos repiten la posición de una figura utilizando una torre de *Hanoi*. En esta prueba la dificultad de la tarea aumenta progresivamente hasta la realización de catorce figuras diferentes. Además, se mide el tiempo que el discente utiliza para resolver cada figura.

-Prueba cuatro. Evaluación de la función ejecutiva *control inhibitorio* (CI). El control inhibitorio es entendido por Cartoceti (2012) como una función que permite “detener la ejecución de una acción predominante o el procesamiento de información irrelevante, también facilita la selección de acciones y representaciones que resultan pertinentes para el procesamiento de información”. Se utiliza una prueba

a modo “Stroop” en la que los alumnos deben nombrar lo más rápido posible el color en el que están coloreadas un listado de palabras.

Para la evaluación de la CF y composición corporal se aplicó la batería de ejercicios en niños y adolescentes denominada “ALPHA-Fitness” (Ruiz et al., 2009), siguiendo una organización en circuito, por estaciones o postas.

-Posta uno. Evaluación de la composición corporal. Se ha obtenido a través de la medición del peso corporal (kg), talla (cm), perímetro de cintura/cadera (cm) e Índice de Masa Corporal (IMC; kg/m²).

-Posta dos. Evaluación de la fuerza del tren inferior, mediante la prueba de salto de longitud a pies juntos (cm) y fuerza del tren superior mediante dinamometría manual (en kilogramos, aproximado a 0.1 kg) en mano derecha e izquierda (DMD y DMI).

-Posta tres. Evaluación de la resistencia mediante el teste de ida y vuelta en 20m “Course Navette” (estadios sonoros progresivos).

-Posta 4. Evaluación de la velocidad (s), mediante sprint de ida y vuelta a través de la prueba de cuatro por diez metros.

Procedimiento

En primer lugar, se revisan en ambos centros que se cumplen con las características expuestas descriptivas en cuanto a la diferenciación de los grupos. Las características que a través de la observación se han registrado entre el GPA y el GC son las siguientes:

1. Características del GPA:

-Aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos y aprendizaje basado en el juego.

-Aulas con espacios abiertos, luz natural y escaso mobiliario, fomentando el desplazamiento del alumnado.

-Espacios naturales y presencia de seres vivos para el trabajo de los distintos contenidos de las materias.

-Práctica de actividad física de manera libre 5 días a la semana durante la primera hora de la mañana, además de las horas curriculares de la materia de Educación Física.



-Agrupación del alumnado por etapas educativas. Por ejemplo: conviviendo en un mismo grupo alumnos de 5º curso y de 6º curso.

-Aprendizaje vivencial: manipulación de materiales para la asimilación de contenidos teóricos.

2. Características del GC:

-De forma mayoritaria, enseñanza magistral generalmente implementada a través de la instrucción directa.

-Aulas cerradas. Disposición del mobiliario y agrupación del alumnado en hileras.

-Actividad física reservada a la práctica de la asignatura de Educación Física y durante el recreo.

-Centro cercado y ubicado en entorno urbano con escasa presencia de elementos o espacios naturales.

Seguidamente, se solicitó autorización al Equipo Directivo del centro para la realización de las diferentes pruebas y mediciones. Posteriormente, se informó al respectivo tutor/a y especialista de Educación Física de tales pruebas y de los días escogidos con la finalidad de que se firmasen los correspondientes consentimientos y el alumnado pudiese vestir ropa y calzado adecuado para las mismas.

El equipo de investigación del presente artículo realizó una formación teórico-práctica de 5 horas de duración a seis evaluadores externos (estudiantes voluntarios del Máster en Investigación en Ciencias del Deporte). Durante esta formación, se enseñó a los evaluadores a aplicar los protocolos de evaluación de las FFEE y la CF.

La recogida de datos se llevó a cabo 24 semanas después del inicio curso escolar (lo que coincidió con el tiempo total que los alumnos del centro educativo activo habían estado exponiendo a sus estudiantes a la pedagogía activa). Al ser un centro basado en la utilización de este tipo de pedagogía, esta fue aplicada a lo largo de todas las áreas del currículo de Educación Primaria y horas de escolarización.

La recogida de datos fue llevada a cabo en dos principales sesiones para cada centro distribuidas en dos semanas, siendo la primera sesión para la realización de la batería ENFEN y la segunda, para la batería ALPHA-Fitness.

Tabla 1. Organización del plan de trabajo.

Fase uno	Fase dos	Fase tres
Contacto con centros educativos	Firma de consentimientos informados	Formación evaluadores expertos
Fase cuatro	Fase cinco	Fase seis
24 semanas de exposición	Recogida de datos	Análisis de los resultados obtenidos

Análisis de datos

Comprobada la falta de normalidad de los datos, se elaboró un análisis correlacional bivariado mediante la prueba de Spearman y un análisis comparativo entre GC y GPA mediante la prueba de muestras independientes U de Mann Whitney. Todos los análisis se ejecutaron con el paquete estadístico SPSS 23.0[®]. Se fijó el nivel de significación estadística en $p < 0,05$.

RESULTADOS

En primer lugar, se muestran los resultados obtenidos tras un análisis correlacional bivariado (Tabla 2) con el objetivo de conocer si existe relación entre el desarrollo de las FFEE, la CF y composición corporal. Así pues, se han obtenido resultados significativos en la prueba de FVS con respecto a la composición corporal (FVS y $CC.Peso = 0,018 < 0,01$; FVS y $CC.IMC = 0,008 < 0,01$).

**Tabla 2.** Correlaciones bivariadas entre las variables de FFEE y CF.

Variables	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. CC.Altura	-	0,784**	0,338**	0,542**	0,35	0,004	-0,136	0,654**	0,608**	0,008	-0,149	0,041	0,066	-0,114	0,104
2, CC.Peso		-	0,807**	0,856**	-0,061	-124	0,157	0,665**	0,623**	-0,32	-0,285*	-0,100	0,068	-0,140	-0,038
3, CC.IMC			-	0,844**	-0,151	0,168	-0,137	0,421**	0,398**	-0,036	-0,315*	0,084	0,068	-0,119	-0,045
4, CC.Cintura				-	0,043	0,101	-0,147	0,568**	0,529**	0,047	-0,207	0,145	0,118	-0,206	-0,101
5, Fuerza Salto					-	0,580**	0,508**	0,352**	0,419**	-0,065	-0,008	0,007	-0,091	0,013	-0,054
6, Velocidad Sprint						-	-0,587**	-0,210	-0,209	-0,098	-0,085	-0,042	0,085	0,117	-0,096
7, Resistencia							-	0,193	0,193	-0,037	0,109	-0,013	0,016	-0,058	0,053
8, Fuerza DMD								-	0,882**	0,008	-0,097	0,081	-0,032	-0,060	-0,042
9, Fuerza DMI									-	-0,012	-0,184	0,039	-0,085	0,012	-0,050
10, FVF										-	0,290*	0,064	0,120	-0,209	-0,149
11, FVS											-	0,121	0,155	-0,185	0,035
12, PSG												-	0,470**	-0,427**	0,101
13, PSC													-	-0,437**	0,226
14, Memoria trabajo														-	-0,104
15, Control inhibitorio															-

Nota: ** = $p < 0,01$; * = $p < 0,05$; IMC = Índice de Masa Corporal; DMD = Dinamometría mando derecha; DMI = Dinamometría Mano izquierda; FVF = Fluidez verbal fonológica; FVS = Fluidez verbal semántica; PSG = Planificación sendero gris; PSC = Planificación sendero color.



A continuación, se presentan los resultados obtenidos en cuanto a la evaluación del desarrollo de las FFEE entre los grupos evaluados (Tabla 3). Se obtuvieron diferencias significativas en las pruebas de FVF y FVS entre el GPA y el GC (FVF = 0,006 < 0,05; FVS = 0,00 < 0,05) a favor del GPA. Por el contrario, no se encontraron diferencias significativas en el resto de pruebas realizadas entre los grupos evaluados (PSG = 0,784 > 0,05; PSC = 0,508 > 0,05; MT = 0,497 > 0,05; CI = 0,406 > 0,05).

Tabla 3. Comparación de medias, varianzas y significancia en batería ENFEN entre grupos.

	M (DT)		KS	MW (F)	p
	GPA	GC			
FVF	10,32 (3,33)	7,97 (3,34)	0,01	338,5	0,006*
FVS	16,40 (3,97)	11,97 (4,30)	0,01	254,5	0,00*
PSG	24,22 (7,68)	23,52 (7,14)	0,20	516,0	0,78
PSC	12,13 (4,42)	11,86 (6,22)	0,02	508,5	0,51
MT	289,3 (84,6)	278,6 (80,9)	0,00	409,0	0,50
CI	61,40 (16,2)	66,23 (20,2)	0,20	452,5	0,41

Nota: M = Media; DT = Desviación Estándar; KS = Kolmogorov Smirnov; MW = Mann Whitney; p = significancia; * = p < 0,05; FVF = Fluidez Verbal Fonológica; FVS = Fluidez Verbal Semántica; PSG = Planificación Sendero Gris; PSC = Planificación Sendero Color; MT = Memoria de trabajo; CI = Control Inhibitorio.

En cuanto a los datos obtenidos tras la evaluación de la CF y composición corporal (Tabla 4) no se obtuvieron diferencias significativas entre los grupos evaluados por lo que no se observan diferencias notables en el grado de desarrollo de la CF y composición corporal entre ambos grupos.

Tabla 4. Comparación de medias, varianzas y significancia en batería ALPHA-Fitness entre grupos.

	M (DT)		KS	MW (F)	p
	GPA	GC			
CC Altura	1,37 (0,07)	1,37 (0,10)	0,200	545,00	0,83
CC Peso	32,46 (6,45)	33,21 (8,70)	0,045	561,50	0,99
CC IMC	17,10 (2,38)	17,39 (2,92)	0	546,00	0,84
CC Cint.	59,74 (6,01)	60,98 (8,86)	0	550,50	0,88
Fuerza Salto	130,7 (23,97)	133,9 (22,1)	0,200	532,50	0,71
Vel. Sprint	13,73 (1,58)	13,61 (1,51)	0,022	550,50	0,88
Resist.	3,08 (1,74)	2,63 (1,63)	0	469,50	0,31
Fuerza DMD	15,77 (2,63)	15,41 (4,00)	0,075	492,50	0,39
Fuerza DMI	14,52 (3,14)	14,23 (3,40)	0,06	524,50	0,64

Nota: M = Media; DT = Desviación Estándar; KS = Kolmogorov Smirnov; MW = Mann Whitney; p = significancia; * = p < 0,05; CC = Composición corporal; IMC = Índice de Masa Corporal; Cint. = Cintura; Vel. = Velocidad; Resist. = Resistencia; DMD = Dinamometría mano derecha; DMI = Dinamometría mano izquierda;

DISCUSIÓN

En cuanto al objetivo de conocer las relaciones entre las variables estudiadas de FFEE, CF y composición corporal derivadas de la exposición a diferentes contextos educativos se han encontrado relaciones entre la composición corporal y la FVS (Tabla 2), no siendo así en el resto de las variables estudiadas. Estos resultados se posicionan en línea con los de otros investigadores como Sibley y Etnier (2003) y Khan y Hillman (2014), donde sería necesario realizar un seguimiento más a largo plazo para hallar más cambios en las variables analizadas. Por tanto, se requiere de una mayor exposición a los programas educativos basados en la pedagogía activa, lo cual estaría en sintonía con lo establecido por Prince (2004). Otros trabajos muestran asociaciones positivas entre una mayor práctica de actividad física (que no pedagogía activa, aunque esta es una característica de dicha pedagogía) y el desarrollo cognitivo en los discentes. Muestra de ello, se encuentra en Donnelly et al. (2009), los cuales incluyeron la práctica de ejercicio físico diario con actividades de dos a diez minutos en las diferentes áreas del currículo obteniendo mejores calificaciones en el alumnado perteneciente al grupo de intervención.

Resultados similares también se hallan en Reed et al. (2010) que implementaron un programa de actividad física en las materias del currículo durante 30 minutos,



tres días a la semana y tres meses obteniendo mejoras en la inteligencia fluida a favor del grupo experimental.

Respecto al objetivo de comprobar el nivel de desarrollo de las FFEE, la CF y composición corporal en función de la propuesta pedagógica (Tabla 3 y 4), se han encontrado evidenciadas diferencias en cuanto a las FFEE en aquellos alumnos que reciben una pedagogía activa de aquellos que no la reciben, concretamente, en las variables de FVF y FVS. Por lo tanto, atendiendo a las FFEE como la conceptualización de un sistema compuesto por múltiples procesos independientes, pero interrelacionados íntimamente entre sí (Shallice y Burgess, 1998; Stuss, 2011), se comprueba como el GPA posee un mayor desarrollo cognitivo dando respuesta, de esta forma, a una de las principales hipótesis planteadas para este estudio y que también han sido comprobadas por autores como Fox et al. (2010) o Erickson et al. (2015) puesto que, como indican Tirapu-Ustarroz y Bausela-Herreras (2018) diferencias en al menos una de las FFEE significa un mayor grado de desarrollo cognitivo. Sin embargo, no se cumplió la diferencia esperada en los resultados correspondientes a la condición física y que sí se han establecido en estudios anteriores (Carson et al., 2016; Donnelly et al. 2009; Hillman et al., 2008; Grieco et al. 2009). Teniendo en cuenta que en aquellos centros donde se implementa la pedagogía activa existe una mayor cantidad de movimiento físico por parte del alumnado (Byun et al., 2013) sería conveniente incidir en cuanto a la intensidad y la calidad de dicha actividad física procurando que esta sea de intensidad vigorosa o de moderada a vigorosa para obtener una diferenciación entre los grupos evaluados (Ainsworth et al., 2000), tal y como se ha observado en programas de intervención donde se ha estudiado el efecto de la intensidad del ejercicio (Arday et al. 2014).

Respecto a las limitaciones de la presente investigación, se destaca, en primer lugar, el diseño metodológico de la misma. Este se ha configurado como un diseño de corte descriptivo y transversal cuyo objetivo principal ha sido evaluar las posibles diferencias existentes entre alumnos receptores de una pedagogía denominada activa y otros receptores de una pedagogía convencional. Sin embargo, lo idóneo, para contrastar de manera escrupulosa estas diferencias, hubiera sido aplicar un diseño cuasiexperimental con toma de datos basal, aplicación de una intervención controlada por evaluadores externos y una toma de datos posterior a dicha aplicación. Por otro lado, se ha encontrado dificultad para establecer una

muestra representativa, ya que son escasos los centros educativos que apliquen pedagogía activa y el acceso a los mismos es limitado. Por tanto, este factor ha provocado que el tamaño muestral sea reducido en un universo muestral amplio, lo que ha dado lugar muy probablemente a la utilización de pruebas no paramétricas. Por otro lado, un factor limitante ha sido la utilización de protocolos de evaluación que necesitaban de un tiempo excesivo en su implementación, objeto de rechazo en numerosos centros educativos. Por esta razón, en futuras investigaciones se aconseja utilizar baterías para la evaluación cognitiva como el test “NIH Examiner” (Kramer et al., 2014) de aplicación colectiva o la utilización de acelerómetros (Byun et al., 2013) para medir el nivel de actividad física en el alumnado.

Otro aspecto limitante, ha sido la heterogeneidad encontrada en los principios educativos de la pedagogía activa en la literatura científica (Ambruster et al., 2009; Schultz, 2012). Las características de este tipo de pedagogía son variadas siendo las más generales las que caracterizadas en el GPA.

Por lo tanto, se invita a futuras investigaciones, realizar diseños metodológicos de corte experimental con toma de datos pretest y posttest con un control en la implementación en cuanto a la metodología implementada, el tiempo de aplicación, la formación del profesorado, la evaluación en el proceso de enseñanza y aprendizaje y la realización de Educación Física o actividad física de forma diaria, con una intensidad y calidad adecuada y más controlada.

Como aplicaciones prácticas se establece que, gracias a la realización de trabajos de investigación que sigan las recomendaciones anteriormente expuestas sería posible justificar la necesidad de: aplicar más horas semanales en el currículo educativo en la asignatura de Educación Física, reducir la ratio de alumnos presentes en las aulas, fomentar un mayor uso de metodologías activas por parte de los docentes e incluir espacios para la vivencia y puesta en práctica de contenidos educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ainsworth, B., Haskell, W., Whitt, M., Irwin, M., Swartz, A., Strath, S., & Jacobs, D. (2000). Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Medicine & science in sports & exercise*, 32(9), 498-516.



2. Ardoy, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R., & Ortega, F. B. (2014). A physical education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), 52-61. doi: 10.1111/sms.12093
3. Armbruster, P., Patel, M., Johnson, E., & Weiss, M. (2009). Active learning and student-centered pedagogy improve student attitudes and performance in introductory biology. *Life Sciences Education*, 8(3), 203-213. doi:10.1187/cbe.09-03-0025
4. Byun, W., Blair, S. N., & Pate, R. (2013). Objectively measured sedentary behavior in preschool children: comparison between Montessori and traditional preschools. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 10(1), 2. doi:10.1186/1479-5868-10-2
5. Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Wiebe, S. A., Spence, J. C., Friedman, A., & Hinkley, T. (2016). Systematic review of physical activity and cognitive development in early childhood. *Journal of science and medicine in sport*, 19(7), 573-578.
6. Cartoceti, R. V. (2012). Control inhibitorio y comprensión de textos: evidencias de dominio específico verbal. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 4(1), 65-85.
7. Cecchini, J. A., Méndez-Giménez, A., & Sánchez-Martínez, B. (2019). Effect of a TARGET-Based Intervention on Students' Motivational Change: A Study Throughout an Academic Year in Physical Education. *Journal of Teaching in Physical Education*, 39(2), 186-195. doi: 10.1123/jtpe.2018-0357
8. Chaddock-Heyman, L., Erickson, K. I., Voss, M.W., Knecht, A.M., Pontifex, M.B., Castelli, D.M. et al. (2013). The effects of physical activity on functional MRI activation associated with cognitive control in children: A randomized controlled intervention. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00072>
9. Chaddock, L., Pontifex, M., Hillman, C. & Kramer, A. (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), 11–23. doi:10.1017/S1355617711000567
10. Deslauriers, L., Schelew, E., & Wieman, C. (2011). Improved learning in a large-Enrollment *Physics Class*. *Science*, 332(6031), 862–864. doi: 10.1126/science.1201783
11. Donnelly, J.E., Greene, J.L., Gibson, C.A., et al. (2009). Physical activity across the curriculum (PAAC): a randomized controlled trial to promote physical activity and diminish overweight and obesity in elementary school children. *Preventive Medicine*, 49(4), 336–341. doi: 10.1016/j.ypmed.2009.07.022
12. Donnelly, J., Hillman, C. Castelli, D., Etnier, J., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K. & Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: A systematic review. *American College of Sports Medicine*. 48, 1197–1222. doi: 10.1249 / MSS.0000000000000966
13. Dubois, B., Verin, M., Teixeira-Ferreira, C., Sirigu, A., & Pillon, B. (1994). How to study frontal lobe functions in humans. En Thierry, A.M. (eds.), *Motor and cognitive functions of the prefrontal cortex* (pp. 1–16). Berlín: Springer. doi: 10.1007/978-3-642-85007-3_1
14. Erickson, K., Hillman, C. & Kramer, A. (2015). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 27–32. doi: 10.1016/j.cobeha.2015.01.005
15. Freeman, S., Eddy, S., McDonough, M., Smith, M., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. doi: 10.1073/pnas.1319030111
16. Fox, C. K., Barr-Anderson, D., Neumark-Sztainer, D. & Wall, M. (2010). Physical activity and sports team participation: associations with academic outcomes in middle school and high school students. *Journal of School Health*, 80, 31-37. doi: 10.1111 / j.1746-1561.2009.00454.x.
17. Goldberg, E. (2002). *The executive brain: Frontal lobes and the civilized mind*. Nueva York: Goldberg.
18. Grieco, L.A., Jowers, E.M. & Bartholomew, J.B. (2009). Physically active academic lessons and time



- on task: the moderating effect of body mass index. *Medicine & science in sports & exercise*, 41, 649-659. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181a61495.
19. Hillman, C., Erickson, K. & Kramer, A. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9, 58-65. doi: 10.1038/nrn2298
 20. Khan, N. A., & Hillman, C. H. (2014). The relation of childhood physical activity and aerobic fitness to brain function and cognition: a review. *Pediatric exercise science*, 26(2), 138-146.
 21. Kramer, J. H., Mungas, D., Possin, K. L., Rankin, K. P., Boxer, A. L., Rosen, H. J., & Widmeyer, M. (2014). NIH EXAMINER: conceptualization and development of an executive function battery. *Journal of the international neuropsychological society*, 20(1), 11-19. doi: 10.1017/S1355617713001094
 22. Latorre-Román, P. A., Pantoja-Vallejo, A., & Berrios-Aguayo, B. (2018). Acute Aerobic Exercise Enhances Students' Creativity. *Creativity Research Journal*, 30(3), 310-315. Doi: 10.1080/10400419.2018.1488198
 23. Lenroot, R., & Giedd, J. (2006). Brain development in children and adolescents: insights from anatomical magnetic resonance imaging. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 30(6), 718-729. doi: 10.1016/j.neubiorev.2006.06.001
 24. Leupin, R. M. (2016). ¿Pedagogía activa o métodos activos?: El caso del aprendizaje activo en la universidad. *RIDU*, 10(1), 6. doi: 10.19083/ridu.10.456
 25. López, M. (2013). Rendimiento académico: su relación con la memoria de trabajo. *Actualidades investigativas en educación*, 13(3), 168-186.
 26. Lezak, M.D. (1995). *Neuropsychological assessment*. 3 ed. Nueva York: Oxford University Press.
 27. Martín-Martínez, I., Chiroso-Ríos, L. J., Reigal-Garrido, R. E., Hernández-Mendo, A., Juárez-Ruiz-de-Mier, R., & Guisado-Barrilao, R. (2015). Efectos de la actividad física sobre las funciones ejecutivas en una muestra de adolescentes. *Anales de Psicología*, 31(3), 962-971. <https://dx.doi.org/10.6018/analesps.32.1.171601>
 28. Mora-González, J., Pérez-López, I. J., & Delgado-Fernández, M. (2020). The "Sin TIME" gamification project: using a mobile app to improve cardiorespiratory fitness levels of college students. *Games for Health Journal*, 9(1), 37-44. doi: 10.1177/1356336X20939591
 29. Montero, I., & León, O. G. (2007). A guide for naming research studies in Psychology. *International Journal of clinical and Health Psychology*, 7(3), 847-862.
 30. Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: a latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. doi: 10.1006/cogp.1999.0734
 31. Navarro, B., y Osses, S. (2015). Neurociencias y actividad física: una nueva perspectiva en el contexto educativo. *Revista médica de Chile*, 143(7), 950-951. doi: 10.4067/S0034-98872015000700019
 32. Pate, R. Trost, S., Dowda, M., Ott, A., Ward, D., Saunders, R., & Felton, G. (1999). Tracking of physical activity, physical inactivity, and health-related physical fitness in rural youth. *Pediatric exercise science*, 11(4), 364-376. doi: 10.1123/pes.11.4.364
 33. Portellano, J. A. (2005). *Cómo desarrollar la inteligencia. Entrenamiento neuropsicológico de la atención y las funciones*. Madrid: Samos.
 34. Portellano, J., Martínez, R., y Zumárraga, L. (2009). *Manual ENFEN. Evaluación de las funciones ejecutivas en niños*. Madrid: TEA Ediciones.
 35. Reed, J.A., Einstein, G., Hahn, E., Hooker, S.P., Gross, V.P. & Kravitz, J. (2010). Examining the impact of integrating physical activity on fluid intelligence and academic performance in an elementary school setting: a preliminary investigation. *Journal of Physical Activity and Health*, 7, 343-351. doi: 10.1123/jpah.7.3.343
 36. Prince, M. (2004.). Does active learning work? A review of the research. *Journal of Engineering Education*, 223-231. doi: 10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x
 37. Rasberry, C., Lee, S. M., Robin, L., Laris, B., Russell, L., Coyle, K. & Nihiser, A. J. (2011). The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance: a systematic review of the literature.



- Preventive Medicine*, 52, 10-20. doi: 10.1016 / j.ypped.2011.01.027.
38. Shallice, T., Burgess, P. (1998). The domain of supervisory processes and the temporal organization of behaviour. En Roberts, A.C., Robbins T.W., Weiskrantz, L. (eds.), *The prefrontal cortex* (pp. 22-35) Oxford: Oxford University Press. doi: 10.1093/acprof:oso/9780198524410.003.0003
 39. Sibley, B., & Etnier, J. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*, 15(3), 243-256.
 40. Siegler, R. S. (1991). *Children's thinking: What develops?*, Nueva Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
 41. Sowell, E., Thompson, P., Tessner, K., & Toga, A. (2001). Mapping continued brain growth and gray matter density reduction in dorsal frontal cortex: Inverse relationships during postadolescent brain maturation. *Journal of Neuroscience*, 21(22), 8819-8829. doi: 10.1523/JNEUROSCI.21-22-08819.2001
 42. Stuss, D.T. (2011). Functions of the frontal lobes: relation to executive functions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 17, 759-65. doi:10.1017/S1355617711000695
 43. Schultz, R. (2012). Active pedagogy leading to deeper learning: Fostering metacognition and infusing active learning into the classroom. *Teaching geographic information science and technology in higher education*, 133-143. doi: 10.1002/9781119950592.ch9
 44. Tirapu-Ustarroz, J., & Bausela-Herreras, E. (2018). Model of executive functions based on factorial analyses in child and school populations: a meta-analysis. *Revista de Neurología*, 67(6), 212–225. doi: 10.33588/rn.6706.2017450
 45. Trudeau, F. & Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5, 10. doi: 10.1186 / 1479-5868-5-10.
 46. Wild, R., & Montané, A. (2009). *Educar para ser: vivencias de una escuela activa*. Barcelona: Herd.