



Universidad de Jaén

UNIVERSIDAD DE JAÉN

Facultad de Ciencias de la Educación
Departamento de Pedagogía
Departamento de Didáctica de la Expresión
Musical, Plástica y Corporal

TESIS DOCTORAL INTERNACIONAL/ INTERNATIONAL DOCTORAL THESIS

**ORIENTACIÓN EDUCATIVA COMO FACTOR REGULADOR DE
LA RELACIÓN ENTRE PRÁCTICA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y
PROCESOS COGNITIVOS DEL ALUMNADO DE EDUCACIÓN
PRIMARIA**

**EDUCATIONAL ORIENTATION AS A REGULATORY FACTOR
OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PRACTICE OF PHYSICAL
ACTIVITY AND COGNITIVE PROCESSES OF PRIMARY
EDUCATION STUDENTS**

PRESENTADA POR:

Beatriz Berrios Aguayo

DIRIGIDA POR:

Dr. Antonio Pantoja Vallejo

Dr. Pedro Ángel Latorre Román

JAÉN, 2020

TESIS DOCTORAL / INTERNATIONAL DOCTORAL THESIS

**ORIENTACIÓN EDUCATIVA COMO FACTOR REGULADOR DE
LA RELACIÓN ENTRE PRÁCTICA DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y
PROCESOS COGNITIVOS DEL ALUMNADO DE EDUCACIÓN
PRIMARIA**

**EDUCATIONAL ORIENTATION AS A REGULATORY FACTOR
OF THE RELATIONSHIP BETWEEN PRACTICE OF PHYSICAL
ACTIVITY AND COGNITIVE PROCESSES OF PRIMARY
EDUCATION STUDENTS**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE DIDÁCTICA DE LA EXPRESIÓN
CORPORAL, MUSICAL, PLÁSTICA Y CORPORAL
UNIVERSIDAD DE JAÉN

Beatriz Berrios Aguayo
2020



Universidad de Jaén

DIRECTORES

Antonio Pantoja Vallejo
Pedro Ángel Latorre Román

Profesor Dra. Antonio Pantoja Vallejo
Profesor Titular de Universidad
Departamento de Pedagogía
Universidad de Jaén



Universidad de Jaén

Profesor Dr. Pedro Ángel Latorre Román
Profesor Titular de Universidad
Departamento de Didáctica de la Expresión Música, Plástica y Corporal
Universidad de Jaén

AUTORIZACIÓN DE LOS DIRECTORES DE LA TESIS PARA SU PRESENTACIÓN

El Dr. Antonio Pantoja Vallejo y el Dr. Pedro Ángel Latorre Román como Directores de la Tesis Doctoral titulada “Orientación educativa como factor regulador de la relación entre práctica de la actividad física y procesos cognitivos del alumnado de Educación Primaria”/ “Educational orientation as a regulatory factor of the relationship between practice of physical activity and cognitive processes of primary education students” realizada por Dña **Beatriz Berrios Aguayo** en el Departamento de Pedagogía **autorizan su presentación a trámite** dado que reúne las condiciones necesarias para su defensa.

Lo firmo, para dar cumplimiento al Real Decreto 99/20111, en Jaén a 30 de enero de 2020.

Dr. D. Antonio Pantoja Vallejo

Departamento de Pedagogía
Campus de las lagunillas, s/n -
Edificio C5 - 23071 – Jaén
Tel. 953212358

Dr. D. Pedro Ángel Latorre Román

Departamento de Didáctica de la
Expresión Música, Plástica y
Corporal
Campus de las lagunillas, s/n -
Edificio D2 - 23071 – Jaén

DEDICATORIA:

A mi madre por enseñarme el camino, el valor del esfuerzo y la constancia, por hacerme creer que yo me merecía estar aquí y que lo iba a estar siempre de su mano.

A mi familia y amigos por confiar en mí y darme todo el apoyo del mundo. Las cosas son más sencillas cuando tienes a gente que te quiere en tu camino.

AGRADECIMIENTOS:

A **mi madre**, por ser mi referencia, mi guía, mi apoyo incondicional, el timonel del barco de mi vida. Por enseñarme el valor del esfuerzo y la alegría del éxito. Por saber ser la madre que quiere y lucha incondicionalmente por sus hijas. Por hacer de mí la persona que soy. Este éxito no es sólo mío, este éxito tiene nuestro nombre. Gracias por hacerme saber lo que es querer, gracias por ser la pieza fundamental de este puzzle que es mi vida. Gracias. A **mi padre**, por enseñarme que a pesar de las adversidades, en la vida con esfuerzo se pueden conseguir grandes cosas. Gracias por ser la parte estricta de mi vida y una de las grandes razones por la que no he desistido del sueño de ser docente universitaria.

A **mi hermana**, por regalarme a esa personita, que a pesar de su tamaño, ocupa gran parte de mi corazón. Gracias por dejarme cuidarla y gracias por haberme dejado cuidarte a ti. Espero sin más que pueda ayudarte a educarla en valores que sin duda tú representas.

A **Antonio**, por cuidar de mi madre y portarte como un padre. Por enseñarnos valores como la humildad, la responsabilidad y el esfuerzo. Eres un ejemplo de profesionalidad. Sin duda, seguiré tus pasos en mi vida laboral.

A **mi familia**, por confiar y sentirse orgullosos de mí. Por ser referentes de éxitos y luchar porque yo consiguiese los míos. Quiero hacer mención especial a mi tío Machuca, por cuidarme y quererme siempre como una hija más. Sin duda eres ejemplo de bondad y amor. El mundo necesita más personas como tú.

A **mis amigas**, a mis tres soles. Gracias por sentirnos orgullosas de mí y por apoyarme cuando me he sentido desmotivada. Gracias Manoli por estar siempre ahí, por ser la luz que me ilumina todos los días. Gracias por enseñarme que en esta vida hay personas maravillosas como tú.

A **Juanmi**, porque a pesar de llegar relativamente hace poco a mi vida, la has llenado de luz. Mi profe, mi amigo, mi compañero, mi confidente, hoy en día mi todo. Gracias por creer en mi y ofrecerme tu mano para que en este viaje no estuviese sola. Has aguantado todos los nervios finales, los agobios, mis cambios de humor y mi fea costumbre de pagar las cosas con quien no debo. Aun así, siempre has estado ahí. Simplemente deseo una vida en la que sigas acompañándome tú.

A la **Universidad de Jaén**, por apoyar mi carrera investigadora, y desde hace dos años, docente. Por proporcionar los recursos necesarios para poder ser parte de esta gran familia. Por financiarme a través de la beca predoctoral *Acción 4* mi trayectoria durante tres años.

A los **centros escolares, alumnos, padres y demás miembros de las familias participantes** en los estudios que componen la presente tesis doctoral. Sin vuestra colaboración, este proyecto no se podría haber llevado a cabo.

A **mi tutor Pedro**, por enseñarme el maravilloso mundo de la investigación. Por proporcionarme todo lo necesario para poder cumplir el sueño de ser doctora. Gracias por contar conmigo en tantos proyectos y andamios durante estos cuatro años. Sin duda eres un referente de buen docente.

Y por último y no menos importante, a **mi tutor Antonio**. Creo que no tengo palabras suficientes para agradecerte todo lo que has hecho por mí. Eres un claro referente para todos aquellos que inician la carrera profesional como docentes universitarios. Gracias por tratarme como una hija, gracias por cuidarme como lo has hecho, gracias por contar conmigo en todo y hacerlo de forma gustosa. Eres un claro ejemplo de profesionalidad, además de una espléndida persona. Espero compartir contigo muchos años dentro de este maravilloso mundo laboral.

INDICE DE CONTENIDOS [INDEX OF CONTENTS]

Listado de publicaciones que conforman la Tesis Doctoral [List of Publications from Doctoral Thesis].....	12
Resumen [Abstract].....	14
Abreviaturas [Abbreviations].....	16
Introducción [Introduction].....	20
Objetivos generales y específicos [Overall and Specific Objectives].....	28
Resultados [Results].....	34
Publicaciones [Publications].....	40
1. Physical activity and physical fitness on cognitive functions in children. A systematic review from 2008-2018. (PAPER I).....	40
2. Creativity and physical fitness in primary school-aged children. (PAPER II).....	82
3. Acute aerobic exercise enhances students' creativity. (PAPER III).....	90
4. Acute effect of two different physical education classes on memory in children school-age. (PAPER IV).....	100
5. Effectiveness of an aerobics games class on selective attention in elementary school-aged children during the school day. (PAPER V).....	110
6. Efecto agudo en la atención de niños de 12 a 14 años de una clase de Educación Física. (PAPER VI).....	132
7. Effects of 10-week active recess programme in a school setting on school aptitudes, creativity and cognitive flexibility in children 8-12 years.....	146
Discusión y conclusiones [Discussions and conclusions].....	178
Anexos [Annexes].....	186

RESUMEN

La orientación educativa en sus múltiples funciones tiene entre sus finalidades el desarrollo académico y personal del alumnado. Por este motivo, se plantean desde la misma diversas intervenciones para fomentar un mayor potencial de los niños, como puede ser el incremento de las capacidades cognitivas a través del mejora de la actividad física (AF). Estudios a lo largo del tiempo han avalado la relación existente entre la práctica de la AF, la salud y la cognición del alumnado de Educación Primaria (EP). El propósito de esta tesis doctoral es demostrar los efectos positivos que tiene la AF sobre diferentes variables cognitivas en niños y preadolescentes de la provincia de Jaén. Para su desarrollo se realizó una revisión sistemática, un estudio transversal, cuatro estudios experimentales y una intervención de 10 semanas de duración. Se tomaron en consideración variables como las aptitudes escolares, la creatividad, la flexibilidad cognitiva, la memoria a corto y largo plazo, la atención y la concentración. En el primero de los estudios, se realizó una revisión sistemática de 2008-2108 en la que se analizó la literatura más relevante sobre la temática. El estudio transversal, que se llevó a cabo a continuación, mostró cómo el alumnado que puntuaba más alto en las pruebas de condición física (CF) tenía a su vez puntuaciones más altas en el test de creatividad. Al mismo tiempo, experimentos llevados a cabo en clases de Educación Física (EF) de Educación Primaria y Secundaria pusieron de manifiesto que, tras varias sesiones guiadas, se produjo un efecto agudo en variables como la atención, la concentración, la memoria y la creatividad, en niños hasta los 14 años. Por último, en el programa de intervención, en el que se llevaron a cabo recreos activos guiados tres veces por semana, se demostraron beneficios tanto en aptitudes físicas como en lo referente a aptitudes escolares y variables cognitivas como la creatividad y flexibilidad mental en niños de entre 8 y 12 años de edad. Como conclusión, se establece que la práctica de AF en la etapa primaria y primeros años de la etapa secundaria mejora el desarrollo cognitivo del alumnado, así como sus aptitudes escolares. La principal implicación del estudio es la necesidad de desarrollar programas de intervención y aumento de horas semanales de la asignatura de EF para la promoción de la salud y el desarrollo académico y cognitivo del alumnado siendo estas medidas atendidas de forma colaborativa por los docentes de EF y los profesionales del campo de la orientación educativa.

SUMMARY

The educational orientation in its multiple functions has among its purposes the academic and personal development of students. For this reason, various interventions are proposed from the same to promote greater potential for children, such as the increase in cognitive abilities through improvement physical activity (PA). Studies over time have endorsed the relationship between the practice of PA, health and cognition of students in primary school (PS). The purpose of this doctoral thesis is to demonstrate the positive effects that AF has on different cognitive variables in children and preteens in the province of Jaén. For its development, a systematic review, a cross-sectional study, four experimental studies and a 10-week intervention were carried out. Variables such as school skills, creativity, cognitive flexibility, short- and long-term memory, attention and concentration were taken into consideration. In the first of the studies, a systematic review of 2008-2108 was conducted in which the most relevant literature on the subject was analyzed. The cross-sectional study, which was carried out below, showed how students who scored higher on physical fitness (PF) tests had higher scores on the creativity test. At the same time, experiments carried out in Physical Education (PE) classes in primary and secondary education showed that, after several guided sessions, there was an acute effect on variables such as attention, concentration, memory and creativity, in children up to 14 years. Finally, in the intervention program, in which guided active recesses were held three times a week, benefits were demonstrated both in physical aptitudes and in relation to school aptitudes and cognitive variables such as creativity and mental flexibility in children of between 8 and 12 years old. In conclusion, it is established that the practice of PA in the primary stage and first years of the secondary stage improves the cognitive development of students, as well as their school skills. The main implication of the study is the need to develop programs of intervention and increase of weekly hours of the subject of PE for the promotion of the health and the academic and cognitive development of the students being these measures taken care of in a collaborative way by the teachers of PE and Professionals in the field of educational orientation.

ABREVIATURAS

ACR	Aptitud cardiorespiratoria
AF	Actividad física
C	Total de errores de comisión
CF	Condición Física
CON	Concentración
EA	Ejercicio aeróbico
EF	Educación Física
EP	Educación Primaria
FE	Función ejecutiva
GC	Grupo control
GE	Grupo experimental
JA	Juegos aeróbicos
JE	Juegos en equipo
JP	Juegos predeportivos
O	Total de errores de omisión
PIC-N	Prueba de Imaginación Creativa para Niños
RA	Respuestas aceptadas
RAC	Rendimiento académico
RPE	Esfuerzo percibido
TEA	Test de Aptitudes Escolares
TOT	Eficacia global de la prueba
TR	Respuestas totales

ABBREVIATIONS

AE	Aerobic exercise
AF	Aerobic fitness
AG	Aerobic games
AP	Academic performance
ANOVA	Analysis of variance
BMI	Body mass index
CG	Control Group
CR	correct responses
CRF	Cardiorespiratory fitness
EF	Executive Function
EG	Experimental Group
F	Female
HIT	High intensity training
ICC	Intraclass correlation coefficient
KR-20	Kuder-Richardson Formula 20
M	Male
MVPA	Moderate to vigorous intensity physical activity
OTE	Overall test effectiveness
PLACER	Progressive Aerobic Cardiovascular Endurance Run
PE	Physical Education
PF	Physical fitness
PS	Primary school
RAVLT	The Rey Auditory Verbal Learning test
RPE	Rating of Perceived Exertion

SD	Standard deviation
SSG	Small-side games
TG	Team game
TMT	Trail Making Tests
TR	Total responses
VO2max	Maximum volume of oxygen consumption
WHO	World Health Organization

INTRODUCCIÓN

La orientación educativa es considerada como un servicio educativo ofertado en las instituciones educativas que contribuye al desarrollo académico, personal y profesional del estudiante (Junta de Andalucía, s.f.). Como medida atendida dentro de la orientación educativa, se encuentra la estimulación cognitiva del alumnado lo que implica tres grandes áreas de desarrollo y funcionamiento: el desarrollo intelectual, moral y emocional (Pérez-González, 2010). Para el desarrollo cognitivo del estudiante y, como consecuencia, una mejora del rendimiento académico (RAC), se han atendido diversas medidas dentro del contexto escolar. Entre ellas nos encontramos con la que contempla la presente tesis doctoral, el aumento de la práctica de actividad física (AF) como herramienta de desarrollo cognitivo y académico.

Desde las primeras investigaciones en el campo de estudio de la práctica deportiva ya se consideraba que la AF podría tener relación con una mejora de los procesos cognitivos que tienen su origen en el cerebro (Diamond, 2000). Sin embargo, en base a ciertos estudios desarrollados (Aberg et al., 2009; Ramírez, Vinaccia & Suárez, 2004), esta suposición terminó siendo una comprobación empírica que muestra, como resultado, que una mayor actividad aeróbica conlleva una menor degeneración neuronal.

En los últimos años, se ha podido observar, a partir de diferentes investigaciones como las de Ellemberg & St-Louis-Deschênes (2010) y Gallotta et al. (2015), que se pueden encontrar beneficios en la práctica de AF en cuanto al desempeño académico y cognitivo. A su vez, intervenciones en contextos escolares en las que se implementaron programas relacionados con un aumento de la práctica de la AF, pusieron de manifiesto que estos incrementaban diferentes aspectos cognitivos en el alumnado (Janssen et al., 2014; Soga, Shishido, & Nagatomi, 2015). Por otro lado, se ha comprobado que existe una conexión entre el crecimiento del cuerpo, la CF (Ortega et al., 2011; Travill, 2011) y la cognición (Heinonen et al., 2008).

De acuerdo con las afirmaciones anteriormente expuestas, es preciso concretar qué se entiende por CF. Tal y como señala Devís & Velert (1992), el término hace referencia a la capacidad de una persona que constituye un estado del organismo originado por el entrenamiento, es decir, por la repetición sistemática de ejercicios programados (Casterad, 2004). Por su parte, el concepto cognición hace referencia, según La Real Academia Española recoge en su versión digital, al conocimiento o acción de conocer. Podemos señalar las indicaciones de Van Gelder (1995) quien manifestó que la

cognición es como la computación en la medida en que este es generado a través de señales externas que pueden modificar su estado. Esta afirmación confirma la modulación de la cognición en base de los estímulos externos.

Actividad física y aptitudes escolares

El desarrollo cognitivo como función básica trabajada en los centros docentes por la orientación educativa, se refiere al provecho que el alumnado saca de éste para la obtención de un mayor desarrollo académico. Desde la orientación se plantean acciones para la mejora de las aptitudes escolares a través de la estimulación de las capacidades cognitivas del alumnado. La aptitud ante la escuela está por tanto relacionada con la capacidad intelectual que le permite al alumnado hacer una elaboración mental de las implicaciones, consiguiendo una autopercepción de sus habilidades y esfuerzos (Navarro, 2003). Se puede determinar que la razón de esa relación existente entre la CF del alumnado y su desarrollo cognitivo es que se ponen en juego el cerebelo y la corteza prefrontal en ambas (Diamond, 2000). Los niños que están en buena forma física presentan una mayor activación cortical y, por tanto, un mayor RAC (Buck, Hillman & Castelli, 2008; Tomporowski, Davis, Miller, & Naglieri, 2008). En este sentido, la CF puede beneficiar la cognición en los períodos anteriores de la vida caracterizados por el desarrollo y la organización del sistema nervioso (Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, & Castelli, 2009).

Cuando se trata de evaluar las aptitudes que el alumnado presenta en la escuela se analizan, en mayor o menor medida, los factores que pueden influir en las mismas. Generalmente se consideran, entre otros, agentes socioeconómicos, metodologías de enseñanza utilizadas, dificultades a la hora de llevar a cabo enseñanzas personalizadas, los conceptos previos del alumnado, así como el nivel de pensamiento formal de los mismos (Benitez, Gimenez & Osicka, 2002). A su vez, se puede afirmar que, alumnos que poseen capacidades intelectuales innatas y buenas actitudes ante la práctica deportiva (Best, 2010) pueden tener mayor posibilidad de disfrutar de mejores aptitudes escolares.

Actividad física y creatividad

La creatividad es uno de los constructos sobre los que más difícil resulta obtener una unanimidad conceptual, si bien las diferentes definiciones se han enfocado, a partir de los estudios promovidos por Guilford y su famosa conferencia que con el título “Creatividad” fue pronunciada en la Asociación de Psicológica Americana (APA) en

1950, a la producción divergente, como columna vertebral sobre la que se han basado las siguientes aportaciones. Esta línea directriz tiene para la orientación educativa diversas connotaciones, que deben ser tenidas en cuenta en el campo de la investigación: a) la creatividad la tienen todas las personas en mayor o menor medida; b) no está asociada a la inteligencia; c) existen algunos rasgos que permiten identificar personas creativas, como son fluidez, flexibilidad, originalidad, flexibilidad de pensamiento y capacidad para resolver problemas; d) la creatividad puede ser evaluada.

Dicho esto, se puede afirmar que la creatividad puede ser fomentada a través de determinadas acciones. En el caso de la presente tesis doctoral, se trató de encontrar la relación entre esta capacidad cognitiva y una mayor práctica de AF que suponía un mayor nivel de CF en el individuo. Las medidas de AF y aptitud cardiorespiratoria (ACR) han sido asociadas con el desarrollo neurocognitivo infantil, pero sus contribuciones a la salud cognitiva durante el desarrollo son todavía poco estudiadas (Chaddock, Pontifex, Hillman, Kramer, 2011). Se necesitan más investigaciones que pongan de manifiesto la existencia o no de una relación inequívoca entre la CF y la cognición durante el periodo de desarrollo del niño, de manera particular con respecto a su impacto sobre la creatividad, si bien se constatan escasos estudios sobre esta temática (Blanchette, Ramocki, O'del, Casey, 2005; Ramocki, 2002; Steinberg, Sykes, Moss, Lowery, LeBoutillier, 1997).

En concreto, Blanchette et al. (2005) mostraron una asociación entre el ejercicio aeróbico (EA) y el potencial creativo. Igualmente, Steinberg et al. (1997) demostraron un aumento en la flexibilidad creativa después de 25 minutos de EA. Además, Scibinetti y Tocci (2011) pusieron de manifiesto la existencia de una asociación significativa entre el movimiento creativo y el pensamiento creativo (fluidez, flexibilidad) pero sin encontrar relación con la originalidad. Por último, Leso, Dias, Ferreira, Gama y Couceiro (2017) revelaron la existencia de una fuerte correlación entre creatividad e inteligencia en jugadores de fútbol los cuales desarrollan varias sesiones de ejercicio físico a la semana.

Actividad física y funciones ejecutivas

Diversos estudios avalan la relación entre la AF y las funciones ejecutivas (FE) (Budde, Voelcker-Rehage, Pietraßyk-Kendziorra, Ribeiro, Tidow, 2008; Diamond, 2000; McPherson A, Mackay L, Kunkel J, Duncan, 2018). Las mismas han sido menos estudiadas en la etapa primaria dada la baja carga académica de la asignatura de EF. Los diferentes estudios sobre la temática han señalado que tanto la salud como el desarrollo

cognitivo del alumnado no se mejora reduciendo las horas de ejercicio físico en las escuelas (Trudeau & Shephard, 2008) sino aumentándolo, lo que promueve beneficios en FE tales como la atención y la concentración, la memoria o la flexibilidad cognitiva (Sánchez-Oliva, Leo Marcos, Amado Alonso, Pulido-González, & García-Calvo, 2015; Gómez-López et al., 2015) ligados de manera habitual al campo de la orientación educativa.

Estudios como los de Kamijo et al. (2011) demostraron la eficacia de un programa de intervención durante 9 meses en las que los niños realizaban AF al menos dos veces en semana después de la jornada escolar. Los resultados mostraron mejoras en la memoria de trabajo. Niederer et al. (2011), por su parte, demostraron en un estudio longitudinal en, que la ACR estaba relacionada con la atención, mientras que el equilibrio dinámico basal estaba relacionado con mejoras en la memoria de trabajo. Siguiendo la misma línea, Altenburg, Chinapaw y Singh (2016) llevaron a cabo un experimento con tres grupos de escolares de 10-13 años. Uno de los grupos realizaba ejercicio antes y después de una sesión académica, otro grupo antes de la sesión y el último grupo no hacía ejercicio ni antes ni después. El grupo que realizó ejercicio antes y después obtuvo mejores resultados que los otros dos en la atención selectiva.

En base a la literatura presentada previamente, se diseñaron y llevaron a cabo tres tipos de estudios: de carácter transversal, experimental y estudios de intervención, con la finalidad de la consecución de los objetivos planteados en la presente tesis doctoral.

INTRODUCTION

The educational orientation is considered as an educational service offered in the educational institutions that contributes to the academic, personal and professional development of the student (Junta de Andalucía, s.f.). As a measure taken into account in the educational orientation, there is the cognitive stimulation of the students, which implies three main areas of development and psychological functioning: intellectual development, moral development and emotional development (Pérez González, 2010). For the cognitive development of the student and, as a consequence, an improvement in academic performance (AP), various measures have been addressed within the school context. Among them we find the one contemplated in this doctoral thesis, the increase in the practice of physical activity (PA) as a tool for cognitive and academic development.

From the first investigations in the field of study of sports practice, it was already considered that PA could be related to an improvement of the cognitive processes that have their origin in the brain (Diamond, 2000). However, based on certain studies developed (Aberg et al., 2009; Ramírez, Vinaccia & Suárez, 2004), this assumption ended up being an empirical test that shows, as a result, that greater aerobic exercise (AE) leads to less neuronal degeneration.

In recent years, it has been possible to observe, from different investigations such as those of Ellemberg & St-Louis-Deschênes (2010) and Gallotta et al. (2015), that benefits can be found in the practice of PA in terms of academic and cognitive performance. In turn, interventions in school contexts in which programs related to an increase in the practice of PA were implemented, showed that these increased different cognitive aspects in students (Janssen et al., 2014; Soga, Shishido, & Nagatomi, 2015). On the other hand, it has been proven that there is a connection between body growth, physical fitness (PF) (Ortega et al., 2011; Travill, 2011) and cognition (Heinonen et al., 2008b).

In accordance with the above statements, it is necessary to specify what is understood by PF. As Devís & Velert (1992) points out, thermal refers to the capacity of a person that constitutes a state of the organism caused by training, that is, by the systematic repetition of programmed exercises (Casterad, 2004). For its part, the concept cognition refers, according to La Real Academia Española includes in its digital version,

the knowledge or action of knowing. We can point out the indications of Van Gelder (1995) who said that cognition is like computation to the extent that it is generated through external signals that can modify its state. This statement confirms the modulation of cognition based on external incentive.

Physical activity and school skills

Cognitive development as a basic function worked in schools for educational guidance, refers to the benefit that students get from it to obtain greater academic development. From the orientation, actions are proposed to improve school skills through the stimulation of students' cognitive abilities. The school skill is therefore related to the intellectual capacity that allows the students to make a mental elaboration of the implications, obtaining a self-perception of their abilities and efforts (Navarro, 2003). It can be determined that the reason for this relationship between the PF of students and their cognitive development is that the cerebellum and prefrontal cortex are put into play in both (Diamond, 2000). Children who are physically fit have a higher cortical activation and, therefore, a higher RAC (Buck, Hillman & Castelli, 2008; Tomporowski, Davis, Miller, & Naglieri, 2008). In this sense, PF can benefit cognition in previous periods of life characterized by the development and organization of the nervous system (Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, & Castelli, 2009).

When it comes to assessing the skills that students present in school, the factors that can influence them are analyzed, to a greater or lesser extent. Generally, socio-economic agents, teaching methodologies used, difficulties in carrying out personalized teaching, previous concepts of students, as well as their level of formal thinking (Benitez, Gimenez & Osicka, 2002) are generally considered. In turn, it can be affirmed that, students who possess innate intellectual abilities and good attitudes towards sports practice (Best, 2010) may have a better chance of enjoying better school skills.

Physical activity and creativity

Creativity is one of the constructs on which it is more difficult to obtain a conceptual unanimity, although the different definitions have been focused, based on the studies promoted by Guilford and his famous conference that with the title "Creativity" was pronounced in the American Psychological Association (APA) in 1950, to divergent production, as a backbone on which the following contributions have been based. This guideline has various connotations for educational guidance, which must be taken into

account in the field of research: a) creativity is all people have to a greater or lesser extent; b) is not associated with intelligence; c) there are some traits that identify creative people, such as fluency, flexibility, originality, flexibility of thinking and ability to solve problems; d) creativity can be evaluated.

That said, it can be said that creativity can be fostered through certain actions. In the case of the present doctoral thesis, we tried to find the relationship between this cognitive ability and a greater practice of PA that meant a higher level of PF in the individual. The measures of PA and cardiorespiratory fitness (CRF) have been associated with childhood neurocognitive development, but their contributions to cognitive health during development are still poorly studied (Chaddock, Pontifex, Hillman, Kramer, 2011). More research is needed to show the existence or not of an unequivocal relationship between PF and cognition during the period of the child's development, particularly with regard to its impact on creativity, although there are few studies on this theme (Blanchette, Ramocki, O'del, Casey, 2005; Ramocki, 2002; Steinberg, Sykes, Moss, Lowery, LeBoutillier, 1997).

Specifically, Blanchette et al. (2005) showed an association between aerobic exercise (AE) and creative potential. Similarly, Steinberg et al. (1997) demonstrated an increase in creative flexibility after 25 minutes of AE. In addition, Scibinetti and Tocci (2011) showed the existence of a significant association between the creative movement and creative thinking (fluency, flexibility) but without finding a relationship with originality. Finally, Leso, Dias, Ferreira, Gama and Couceiro (2017) revealed the existence of a strong correlation between creativity and intelligence in soccer players who develop several physical exercise sessions a week.

Physical activity and executive functions

Several studies support the relationship between AF and executive functions (EF) (Budde, Voelcker-Rehage, Pietrażyk-Kendziorra, Ribeiro, Tidow, 2008; Diamond, 2000; McPherson A, Mackay L, Kunkel J, Duncan, 2018). They have been less studied in the primary stage given the low academic load of the PE subject. The different studies on the subject have indicated that both the health and the cognitive development of the students are not improved by reducing the hours of physical exercise in schools (Trudeau & Shephard, 2008) but by increasing it, which promotes benefits in EF such as attention and cognitive concentration, memory or flexibility (Sánchez-Oliva, Leo Marcos, Amado

Alonso, Pulido-González, & García-Calvo, 2015; Gómez-López et al., 2015) regularly linked to the field of orientation educational

Studies like those of Kamijo et al. (2011) demonstrated the effectiveness of an intervention program for 9 months in which children performed PA at least twice a week after the school day. The results showed improvements in working memory. Niederer et al. (2011), on the other hand, demonstrated in a longitudinal study that CRF was related to attention, while baseline dynamic balance was related to improvements in working memory. Following the same line, Altenburg, Chinapaw and Singh (2016) conducted an experiment with three groups of schoolchildren aged 10-13. One of the groups did exercise before and after an academic session, another group before the session and the last group did not exercise before or after. The group that exercised before and after obtained better results than the other two in selective attention.

Based on the literature presented previously, three types of studies were designed and carried out: cross-sectional, experimental and intervention studies, with the purpose of achieving the objectives set forth in this doctoral thesis.

BIBLIOGRAFÍA [REFERENCES]

- Bacilio, Y. G. C. (2010). Educación para la salud en las organizaciones escolares. *Educación, 19*(36), 7-19.
- Blanchette, D. M., Ramocki, S.P., O'del, J.N., Casey, M. S. (2005). Aerobic exercise and creative potential: immediate and residual effects. *Creativity Research Journal, 3*, 257–264.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraßyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience Letters, 441*(2), 219-223. doi:10.1016/j.neulet.2008.06.024.
- 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*, 975–985.
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., Boyle, C. A., Waller, J. L., Miller, P. H., Naglieri, J. A., & Gregoski, M. (2007) Effects of aerobic exercise on overweight children's cognitive functioning: a randomized controlled trial. *Research Quarterly for Exercise and Sport, 78*(5), 510-519. doi:10.1080/02701367.2007.10599450.
- Diamond, A. (2000) Close Interrelation of Motor Development and Cognitive Development and of the Cerebellum and Prefrontal Cortex. *Child Development, 71*(1), 44-56. doi:10.1111/1467-8624.00117.
- Dueñas Buey, M. L. (2002). Importancia de la inteligencia emocional: un nuevo reto para la orientación educativa. *Educación XXI, 5*, 77–96. Recuperado de <http://e-spacio.uned.es/fez/eserv/bibliuned:EducacionXXI-2BB75B2C-720F-A542-4DCE-43297DDB55B7/Documento.pdf>
- Gómez-López, M., Granero-Gallegos, A., Baena-Extremera, A., Amador, C. B., Javier, y F., & Quero, P. (2015). Efectos de Sexo y Práctica de Ejercicio Físico sobre la Educación Física. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico Y Evaluación – e Avaliação Psicológica, 40*(2), 6-16.
- Hinkle, J. S., Tuckman, B. W., Sampson, J. P. (1993) The psychology, physiology, and the creativity of middle school aerobic exercisers. *Elementary School Guidance & Counseling, 28*, 133–45.
- Junta de Andalucía. (Sin fecha). Orientación educativa. Recuperado de <https://www.juntadeandalucia.es/temas/estudiar/primaria-eso/orientacion.html>

- Kamijo, K., Pontifex, M. B., O'Leary, K. C., Scudder, M. R., Wu, C.-T., Castelli, D. M., & Hillman, C. H. (2011b). The effects of an afterschool physical activity program on working memory in preadolescent children. *Developmental Science, 14*(5), 1046–1058. doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01054.x
- Leso, G., Dias, G., Ferreira, J. P., Gama, J., & Couceiro, M. S. (2017). Perception of Creativity and Game Intelligence in Soccer. *Creativity Research Journal, 29*(2), 182–187. doi:10.1080/10400419.2017.1302779
- Ludyga, S., Mücke, M., Kamijo, K., Andrä, C., Pühse, U., Gerber, M., & Herrmann, C. (2019). The role of motor competences in predicting working memory maintenance and preparatory processing. *Child development*. doi:10.1111/cdev.13227.
- McPherson, A., Mackay, L., Kunkel, J., & Duncan, S. (2018). Physical activity, cognition and academic performance: an analysis of mediating and confounding relationships in primary school children. *BMC public health, 18*(1), 936. doi:10.1186/s12889-018-5863-1.
- Niederer, I., Kriemler, S., Gut, J., Hartmann, T., Schindler, C., Barral, J., & Puder, J. J. (2011). Relationship of aerobic fitness and motor skills with memory and attention in preschoolers (Ballabeina): a cross-sectional and longitudinal study. *BMC pediatrics, 11*(1), 34. doi: 10.1186/1471-2431-11-34
- Pérez-González, J. C. (2010). Revisión del sentido y de los contenidos de la orientación personal. *REOP-Revista Española de Orientación y Psicopedagogía, 21*(2), 434-442.
- Ramocki, S. P. (2002). Creativity interacts with fitness and exercise. *The Physical Educator, 59*(1), 8-18.
- Russo, G., Nigro, F., Raiola, G., & Ceciliani, A. (2019). The role of the extra physical activity on memory storage and psychosocial features. *Journal of Human Sport and Exercise, 14*(4proc), S948-S956. doi: 10.14198/jhse.2019.14.Proc4.57
- Sánchez-Oliva, D., Leo Marcos, F. M., Amado Alonso, D., Pulido-González, J. J., & García-Calvo, T. (2015). Análisis de los perfiles motivacionales y su relación con los comportamientos adaptativos en las clases de educación física. *Revista Latinoamericana de Psicología, 47*(3), 156-166. doi: 10.1016/j.rlp.2015.06.007
- Scibinetti, P., & Tocci, N. (2011). Motor creativity and creative thinking in children: The diverging role of inhibition. *Creativity Research Journal, 23*(3), 262–272. doi:10.1080/10400419.2011.595993

- Steinberg, H., Sykes, E. A., Moss, T., Lowery, S., LeBoutillier, N., & Dewey, A. (1997). Exercise enhances creativity independently of mood. *British Journal of Sports Medicine*, *31*(3), 240–245. doi:10.1136/bjism.31.3.240
- Ramocki, S. P. (2002). Creativity interacts with fitness and exercise. *The Physical Educator*, *59*(1), 8-18.
- Van Gelder, T. (1995). What might cognition be, if not computation?. *The Journal of Philosophy*, *92*(7), 345-381.
- van der Niet, A. G., Smith, J., Oosterlaan, J., Scherder, E. J., Hartman, E., & Visscher, C. (2016). Effects of a cognitively demanding aerobic intervention during recess on children's physical fitness and executive functioning. *Pediatric Exercise Science*, *28*(1), 64-70. doi:10.1123/pes.2015-0084.
- Xue, Y., Yang, Y., & Huang, T. (2019). Effects of chronic exercise interventions on executive function among children and adolescents: a systematic review with meta-analysis. *British journal of sports medicine*, *53*(22), 1397-1404. doi:10.1136/bjsports-2018-099825.

OBJETIVOS

General:

- Analizar la relación entre la práctica de la AF, a corto y medio plazo, y los procesos cognitivos del alumnado de EP, desde el punto de vista de la orientación educativa.

Específicos:

- Conocer los antecedentes sobre la relación de la AF con la cognición en la etapa de EP (Paper I).
- Demostrar la relación entre la CF del alumnado de 2º y 3º ciclo de EP y la creatividad (Paper II).
- Comprobar el efecto agudo de distintas clases de Educación Física en niños de 8-12 años sobre la creatividad (Paper III).
- Analizar el efecto agudo de tres tipos de clases de Educación Física sobre la memoria a corto y largo plazo (Paper IV y V).
- Estudiar el efecto agudo de clases de Educación Física en niños de 8 a 12 años y de 12 a 14 sobre la atención y la concentración (Paper VI).
- Determinar el efecto crónico a través de un programa de intervención de 10 semanas de duración, de la realización de AF por medio de recreos activos, sobre aptitudes escolares, la flexibilidad cognitiva y la creatividad en niños de 2º y 3º ciclo de EP (Paper VII).

AIMS

Overall:

- Analyze the relationship between physical activity practice, in the short and medium term, and cognitive processes of the EP students, from the point of view of the educational orientation.

Specific:

- Know the background on the relationship of PA with cognition in the Primary Education stage (Paper I).
- Demonstrate the relationship between the physical condition of students in 2nd and 3rd cycle of Primary Education and creativity (Paper II).
- Check the acute effect of different PE classes in children aged 8-12 on creativity (Paper III).
- Check the acute effect of three types of PE classes on short and long-term memory (Paper IV and V).
- Check the acute effect of PE classes in children from 8 to 12 years old and from 12 to 14 on attention and concentration (Paper VI).
- Determine the chronic effect through a 10-week intervention program of PA through active recesses, school skills, cognitive flexibility and creativity in children in 2nd and 3rd grade of Primary Education (Paper VII).

RESULTADOS

Los resultados se presentan en una tabla resumen mostrando los principales hallazgos obtenidos en cada uno de los estudios (Tabla 1):

ARTÍCULO	RESULTADOS
Physical activity and physical fitness on cognitive functions in children. A systematic review from 2008-2018 (PAPER I)	Fueron seleccionados un total de 26 estudios después de cumplir con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Los resultados de los mismos mostraron que la aptitud cardiorrespiratoria (ACR) la velocidad, la agilidad, la coordinación motora y la habilidad perceptual-motora estaban más relacionadas de forma significativa con el rendimiento académico (RAC) y las funciones ejecutivas (FE) (atención, memoria, inhibición, etc.). Nueve estudios de los seleccionados eran transversales, seis eran experimentos y once eran intervenciones dentro o fuera del entorno escolar. La conclusión principal es que, en la mayoría de los artículos incluidos, se manifestaba la necesidad del aumento de la práctica de la actividad física (AF) en Educación Primaria (EP) con medidas como el incremento de las horas de Educación Física (EF).
Creativity and physical fitness in primary school-aged children (PAPER II)	Los resultados mostraron diferencias significativas en la forma física entre niños y niñas, siendo los niños los que la mostraron más alta. Sin embargo, no hubo diferencias en lo referente al nivel creativo. En el análisis de correlación se mostró que la condición física (CF) estaba relacionada con el nivel creativo de forma significativa y positiva. Además, la capacidad aeróbica fue un predictor de la creatividad. Estos resultados pusieron de manifiesto que el aumento de AF en niños de 2º y 3º ciclo de EP puede tener implicaciones importantes en el desarrollo creativo de los mismos.
Acute Aerobic Exercise Enhances Students' Creativity (PAPER III)	Este artículo evidenció el efecto agudo de una clase de juegos aeróbicos (JA) en la creatividad de niños de EP. En cuanto a la interacción grupo por tiempo, el grupo experimental (GE) demostró mejoras significativas en todas las variables de creatividad, menos en la originalidad, títulos y detalles de la parte gráfica. El grupo control (GC) no experimentó diferencias en ninguna de las dimensiones de la creatividad analizadas. Por ello se concluyó que el ejercicio aeróbico agudo puede

	mejorar la creatividad de los estudiantes y su desarrollo cognitivo.
Acute effect of two different physical education classes on memory in children school-age	Los resultados en este estudio mostraron cómo diferentes clases de EF (juegos en equipo y ejercicio aeróbicos) (JE y EA) tenían un efecto agudo en la memoria a corto y largo plazo del alumnado. Las pruebas posttest mostraron como inmediatamente después de las clases de EF y al transcurrir 20 minutos de las mismas, los GE mostraron una puntuación más alta en dimensiones de la memoria evaluadas que el GC. Además, el GE de juegos en equipo mostró puntuaciones más altas en la Prueba 5 ($p=.002$), la suma de las pruebas ($p=.003$) y la curva de aprendizaje ($p=.043$) que el resto de grupos. Para la interacción grupo x tiempo, los EG mostraron mejoras significativas en todas las variables de memoria excepto en la curva de aprendizaje.
Effectiveness of an aerobics games class on selective attention in elementary school-aged children during the school day	Se encontraron diferencias significativas entre el GE, evaluado antes y después de una clase de EF de JA, y el GC que no llevó a cabo dicha clase. El GE manifestó un mejor desempeño en las respuestas totales (TR) ($p=.024$), e las respuestas aceptadas (RA) ($p <.001$) concentración ($p <.001$) y la eficacia global de la prueba (TOT) ($p=.017$) que el GC. Los resultados obtenidos señalaron que la realización de EA moderado causa una mejor atención selectiva en niños de EP.
Efecto Agudo en la Atención de Niños de 12 a 14 Años de una Clase de Educación Física	Los resultados pusieron de manifiesto que diferentes clases de EF (JPD y JA) tienen un efecto agudo en la atención selectiva y la concentración en el alumnado de los primeros años de Educación Secundaria. Los GE obtuvieron mejores puntuaciones en la atención respondiendo a un mayor número de respuestas y de forma correcta, así como en la puntuación en concentración ($p<.05$) que el GC
Effects of 10-week active recess programme in a school setting on school aptitudes, creativity and cognitive flexibility in children 8-12 years	En este artículo se mostró la eficacia de un programa de intervención de 10 semanas en las que se llevaron a cabo recreos activos en la creatividad, la flexibilidad cognitiva y las aptitudes escolares. El GE mostró mejores resultados en la creatividad narrativa ($p<.001$; d de Cohen=0.859) y creatividad gráfica ($p <.001$; d de Cohen = 0.595) mientras que el GC obtuvo de forma significativa peores resultados en las dimensiones de la creatividad. En cuanto a la flexibilidad cognitiva, el EG mostró mejoras significativas ($p<.001$, d de Cohen=0.679). Con respecto a las aptitudes escolares, el GE

obtuvo resultados significativamente más positivos que el GC. Finalmente, en relación con la CF, ambos grupos mostraron mejoras significativas en la velocidad de carrera de 25 m, fuerza manual y resistencia y salto.

RESULTS

The results are shown in a summary table showing the main outcomes obtained in each of the studies (Table 1):

PAPER	RESULTS
Physical activity and physical fitness on cognitive functions in children. A systematic review from 2008-2018 (PAPER I)	A total of 26 studies were selected after meeting the established inclusion and exclusion criteria. Their results showed that cardiorespiratory fitness (CF), speed, agility, motor coordination and perceptual-motor skills were more significantly related to academic performance (AP) and executive functions (EF) (attention, memory, inhibition, etc.). Nine studies of those selected were transversal, six were experiments and eleven were interventions inside or outside the school environment. The main conclusion is that, in the majority of the articles included, the need for the increase in the practice of physical activity in primary school (PS) was manifested with measures such as the increase in Physical Education hours (PE).
Creativity and physical fitness in primary school-aged children (PAPER II)	The results showed significant differences in physical form between boys and girls, with children being the highest. However, there were no differences regarding the creative level. The correlation analysis showed that the physical condition was related to the creative level significantly and positively. In addition, aerobic capacity was a predictor of creativity. These results showed that the increase in physical activity in children in the 2nd and 3rd cycle of PD can have important implications for their creative development.
Acute Aerobic Exercise Enhances Students' Creativity (PAPER III)	This article evidenced the acute effect of an aerobic games (AG) class on the creativity of children in PS. Regarding the group by time interaction, the

	<p>experimental group (EG) showed significant improvements in all creativity variables, except in the originality, titles and details of the graphic part. The control group (CG) did not experience differences in any of the dimensions of creativity analyzed. Therefore, it was concluded that acute aerobic exercise can improve students' creativity and cognitive development.</p>
<p>Acute effect of two different physical education classes on memory in children school-age</p>	<p>The results in this study showed how different classes of EF (team games and aerobic exercise) (TG and AE) had an acute effect on students' short- and long-term memory. The posttest tests showed that immediately after the EF classes and after 20 minutes of them, the GE showed a higher score in memory dimensions evaluated than the GC. In addition, the GE of team games showed higher scores in Test 5 ($p=.002$), the sum of the tests ($p=.003$) and the learning curve ($p=.043$) than the other groups. For the group x time interaction, the EGs showed significant improvements in all memory variables except in the learning curve.</p>
<p>Effectiveness of an aerobics games class on selective attention in elementary school-aged children during the school day</p>	<p>Significant differences were found between the GE, assessed before and after EF class of AG, and the GC that did not conduct that class. The GE showed a better performance in the total responses (TR) ($p=.024$), and the correct responses (CR) ($p<.001$) concentration ($p<.001$) and the overall test (OTE) ($p=.017$) than the GC. The results obtained indicated that the performance of moderate AE causes better selective attention in children of PS.</p>
<p>Efecto Agudo en la Atención de Niños de 12 a 14 Años de una Clase de Educación Física</p>	<p>The results showed that different classes of EF (TG and AG) have an acute effect on selective attention and concentration in the students of the first years of Secondary Education. The GE obtained better attention scores responding to a greater number of responses and correctly, as well as in the concentration score ($p<.05$) than the GC</p>
<p>Effects of 10-week active recess programme in a school setting on school</p>	<p>This article showed the effectiveness of a 10-week intervention program in which</p>

aptitudes, creativity and cognitive flexibility in children 8-12 years

active recesses were carried out in creativity, cognitive flexibility and school skills. The GE showed better results in narrative creativity ($p < .001$; Cohen's $d = 0.859$) and graphic creativity ($p < .001$; Cohen's $d = 0.595$) while the GC obtained significantly worse results in the dimensions of the creativity. Regarding cognitive flexibility, the EG showed significant improvements ($p < .001$, Cohen's $d = 0.679$). With respect to school skills, the GE obtained significantly more positive results than the GC. Finally, in relation to PF, both groups showed significant improvements in 25 m running speed, manual strength and endurance and jump.

PAPER I

Cómo citar:

Berrios-Aguayo, B., Atorre-Román, P.A., Salas-Sánchez, J., Pantoja-Allejo, A. (2022). Effect of physical activity and fitness on executive functions and academic performance in children of elementary school. A systematic review. *Acta de Investigación e Innovación*, (51), 85-103. <http://dx.doi.org/10.12800/ccd.v17i51.199>.

Resumen:

This systematic review sought to investigate the influence of physical activity and physical fitness on cognitive functions and academic performance. Studies were identified in four databases from January 2010 through January 2021. A total of 2 studies were selected after meeting the established criteria. Nine studies showed an association between physical activity and physical fitness variables and academic performance. Cardiorespiratory fitness, speed/agility, motor coordination, and perceptual-motor skill had the strongest association with executive function, including attention, memory, inhibition and shifting in 17 studies. High levels of physical activity and physical fitness are associated with higher academic performance and executive function. More hours of Physical Education are needed to more effectively develop the cognitive aspects and physical fitness of children in elementary school.

PAPER II

Cómo citar:

atorre Roman, P. A., García Pinillos, J., Pantoja Gallego, A., Berrios Aguayo, B. (2017). Creativity and physical fitness in primary school - aged children. *Pediatrics International*, 59(11), 119 -1199. <http://dx.doi.org/110.1111/ped.13391>

Resumen:

Background: The aim of this study was to analyze the relationship between creativity and physical fitness in elementary school children. Method: Data were collected from 308 primary school students in southern Spain, ranging in age from 8 to 12 years (mean, 9.72 \pm 1.25 years). They completed a fitness test battery, and the Prueba de Imaginación Creativa para Niños (PIC-N; Creative Imagination Test for Children) to analyze creativity. Results: Significant differences were found between the sexes. Boys had better physical fitness but there were no sex differences in creativity. On clusters analysis, the highly creative groups had better physical fitness. Creativity was correlated with physical fitness. Aerobic capacity was a predictor of creativity. Conclusion: There is an association between creativity and physical fitness in primary school children that may have important implications for academic achievement.

PAPER III

Cómo citar:

Pedro Ángel Latorre Román, Antonio Pantoja Vallejo & Beatriz Berrios Aguayo (2018) Acute Aerobic Exercise Enhances Students' Creativity, *Creativity Research Journal*, 30(3), 310-315. <https://doi.org/10.1080/10400419.2018.1488198>

Resumen:

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of an aerobics games class on creativity in children during the school day. Participants were 96 students (age = 9.84 ± 1.12 years), 48 girls and 48 boys. The students were randomly assigned to the experimental group (EG, n = 48) or the control group (CG, n = 48). The Prueba de Imaginación Creativa-Niños (PIC-N) test was employed to assess narrative and graphic creativity. The EG took part in an aerobic games session lasting 45min; the CG did not take part in a physical education class on that school day. As for group \times time interaction, the EG experienced significant improvements in all creativity variables except in graphic originality, graphic titles, and graphic details. The CG did not improve any creativity variables. The findings suggest that acute aerobic exercise can enhance students' creativity, which could be important for academic achievement.

PAPER IV

Cómo citar:

Berrios Aguayo, B., Pantoja Vallejo, A., & Latorre Román, P. Á. (2019). Acute effect of two different physical education classes on memory in children school-age. *Cognitive development*, 50, 98-104. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2019.03.004>

Resumen:

The purpose of this study was to evaluate the effectiveness of an aerobic game vs. team game class on memory in children. A total of 236 children aged 8–12 years participated in this study. The students were randomly assigned to two experimental groups (EGs): team game group (EG1), n=79; aerobic exercise group (EG2), n=79; and control group (CG) n=78 (CG did not perform any kind of physical education). The Rey Auditory Verbal Learning test was employed to analyse memory. In the pre-test condition, there were no significant differences in any memory variables. In post-test conditions (20 min after of the physical exercise), the EGs displayed higher scores than the CG in deferred memory and recognition, moreover, the EG1 displayed higher scores than the CG in Trial 5 ($p=.002$), trials summation ($p=.003$), and learning curve ($p=.043$). There were no significant differences between EGs in both pretest and posttest conditions. For the group x time interaction (within-group), the EGs showed significant improvements in all memory variables except in the learning curve. In the EGs, the effect size (group x time) in the most of the memory variables was medium and in the CG it was low.

PAPER V**Cómo citar:**

Latorre Román, P. Á., Berrios Aguayo, B., Martínez Redondo., M., Yavorski, R., Pantoja Vallejo. A., & Santos e Campos, M. A. (2020). Efetividade de uma aula de jogos de aeróbica na atenção seletiva em crianças em idade escolar durante o dia escolar. *FIEP BULLETIN*, 2020, 32-39. <https://doi.org/10.16887/90.a3.139>

Resumen:

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia de uma aula de jogos de aeróbica na atenção seletiva em crianças em idade escolar durante o dia escolar. Participaram 160 estudantes (idade = $9,17 \pm 0,96$ anos), 77 meninas e 83 meninos. Os alunos foram divididos aleatoriamente no grupo experimental (GE, n = 82) ou no grupo controle (GC, n = 78). Usamos o teste D2 para medir a atenção. O GE realizou uma sessão de jogos aeróbicos com duração de 45 minutos, enquanto o GC não havia realizado aulas de educação física nesse dia escolar. Foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos: o GE apresentou melhor desempenho nas respostas totais ($p = 0,024$), sucessos totais ($p < 0,001$) na concentração ($p < 0,001$) e efetividade geral do teste ($p = 0,017$). Os resultados obtidos mostraram que a execução de exercício aeróbico moderado causa melhor atenção seletiva em crianças em idade escolar durante o dia escolar.

PAPER VI

Cómo citar:

Berrios Aguayo, B., Latorre Román, P. Á., Salas Sánchez, J., & Pantoja Vallejo, A. (2018). Efecto Agudo en la Atención de Niños de 12 a 14 Años de una Clase de Educación Física. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación / E Avaliação Psicológica*, 4(49), 121-129. <https://doi.org/10.21865/RIDEP49.4.10>

Resumen:

El propósito de esta investigación fue evaluar el efecto agudo de dos tipos de clases de Educación Física (EF) en la atención selectiva en estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria. Los participantes fueron 98 estudiantes (edad= 12.96 ± .96 años), 47 niñas y 51 niños. Los estudiantes fueron asignados aleatoriamente a los grupos experimentales (GE n=65) o al grupo control (GC, n=33). Un grupo experimental recibió una clase de juegos predeportivos (JPD, n=33) y el otro una clase de juegos aeróbicos de alta intensidad (JA). Se empleó el test D2 para analizar la atención y la concentración. Los GEs mostraron un mejor rendimiento en las respuestas totales contestadas, en la puntuación total ($p < .05$) y en la concentración ($p < .05$) que el GC. Los resultados demostraron que diferentes clases de EF tienen un efecto agudo beneficioso en la atención selectiva y la concentración en niños de Educación Secundaria.

PAPER VII

Cómo citar:

Latorre-Román P. Á., Berrios-Aguayo, B., Aragón-Vela, J., & Pantoja-Vallejo, A. (2021). Effects of a 10-week active recess program in school setting on physical fitness, school aptitudes, creativity and cognitive flexibility in elementary school children. A randomised-controlled trial, *Journal of Sports Sciences*, 39(11), 1277-1286. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1864985>

Resumen:

The aim of this study was to assess the effects of a 10-week active recess programme in school setting on physical fitness, school aptitudes, creativity and cognitive flexibility in children. A total of 114 children (age range = 8–12 years old, 47.3% girls) participated in this study. The students were randomly assigned to two groups, experimental group (EG) and control group (CG). The EG performed a programme of physical exercise at moderate to vigorous intensity with cognitive engagement for 10 weeks, three times a week. Physical fitness, school aptitudes, creativity, and cognitive flexibility were tested. Non-significant differences were found in physical fitness (both pre-test and post-test) between groups. The EG experienced significant improvements in all school aptitudes, creativity and cognitive flexibility (TMT test). In addition, the EG showed greater increase ($p < 0.05$) than the CG in all variables of school aptitudes ($p < 0.01$), creativity ($p < 0.001$) and cognitive flexibility ($p < 0.05$). Significant correlation between Δ TMT-B and $\Delta \dot{V} O_{2\max}$ ($r = -0.289$, $p = 0.031$) was found. In conclusion, active recess based on high intensity training can be a proper tool to improve some cognitive skills, such as school aptitudes, creativity, and cognitive flexibility.

DISCUSIÓN

La orientación educativa desde sus orígenes ha sido entendida como una herramienta de apoyo para el correcto desarrollo del alumnado durante la etapa escolar. Autores como Dueñas Buey (2002) ya la concebían como un medio para el desarrollo cognitivo, personal y académico del alumnado. Además, autores como Bacilio (2010) estaban de acuerdo en que desde la orientación educativa se debía de promover la práctica de AF para el crecimiento del cuerpo y la mente.

Los estudios llevados a cabo en la presente tesis doctoral muestran la existencia de una conexión entre el desarrollo físico y mental que tiene efectos positivos en las aptitudes escolares del alumnado de EP y primeros años de Educación Secundaria. Esta afirmación ha sido confirmada por estudios como los de Budde et al. (2008) quienes pusieron de manifiesto que el ejercicio es positivo para el desarrollo físico del alumnado, así como para el rendimiento cognitivo, debido al aumento de las conexiones neuronales entre el cerebelo y la corteza frontal.

En relación al estudio transversal desarrollado en la tesis doctoral, los resultados muestran cómo existe una relación significativa y positiva entre una mejor CF del alumnado y el nivel creativo en estudiantes de EP. Estos hallazgos son apoyados por otros estudios como los de Davis et al. (2007), quienes evidenciaron que niños físicamente menos en forma tenían más dificultades que aquellos niños que se encontraban mejor con respecto a su CF, en relación con el control cognitivo. En relación al efecto crónico de la práctica de AF en edad escolar, Hinkle, Tuckman, & Sampson (1993) mostraron cómo, tras un programa de carrera aeróbica se mejoraron los niveles creativos. Estos resultados son contrarios a los del estudio de Ramocki (2002), quien no encontró relación significativa entre la CF y un mayor nivel creativo.

Por otro lado, los resultados de las investigaciones llevadas a cabo en la presente tesis doctoral ponen de manifiesto un efecto agudo visible inmediatamente después de clases de EF, visibilizando beneficios en la creatividad, la memoria, la atención selectiva y la concentración. Blanchette et al. (2005) por su parte, determinaron que no existía un efecto inmediatamente agudo después de una clase de EF en la creatividad sino que éste debía observarse tras las dos horas posteriores a la clase. Xue, Yang, & Huang (2019) indicaron que existe un efecto crónico pequeño pero significativo cuando se lleva a cabo

una intervención de ejercicio aeróbico en la FE tales como el control inhibitorio. Sin embargo, no se encontraron efectos para la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la planificación. Russo, Nigro, Raiola, & Ceciliani (2019) mostraron cómo niños que realizaban ejercicio extra en comparación con los que no lo hacían, obtenían mejores niveles de autoestima pero no reflejaban mejores resultados en las pruebas de memoria.

Por otro lado, los diferentes estudios realizados han demostrado cómo un programa de intervención de 10 semanas de duración basado en recreos activos, presenta beneficios en los niveles de creatividad, flexibilidad cognitiva mejorando a su vez la aptitud escolar del alumnado. Pocos han sido los estudios intervencionales llevados a cabo en el contexto escolar cuya duración pudiese verificar el efecto del mismo sobre los individuos. Un ejemplo de este tipo de estudios fue el desarrollado por van der Niet et al. (2016) quienes demostraron que un programa de AF de 22 semanas durante 30 minutos dos veces en semana en los recreos, mejoraba FE como la inhibición, la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva y la planificación de la tarea. Sin embargo, no se asociaba con una mejora en la CF del alumnado. De forma paralela, el estudio de Ludyga, Mücke, & Kamijo (2019), el cual desarrolla un programa estructurado de 8 semanas de ejercicios aeróbicos y de coordinación durante 20 minutos cada día, demostró que el ejercicio continuado produce un ensanchamiento de los diámetros arteriolares retinianos que está asociado con mejores niveles de control inhibitorio. Esto pone de manifiesto la importancia de aprovechar el tiempo en los recreos para la promoción del ejercicio en niños durante la jornada escolar. Según Davis et al. (2007), los niños siguen desarrollando su cerebro durante la etapa escolar produciendo un incremento de la actividad neuronal que promueve el desarrollo cognitivo a largo plazo.

Como limitaciones de la presente tesis doctoral, se considera la falta de un estudio longitudinal que abarcase algunos cursos académicos. Esto podría haber puesto de manifiesto de forma más significativa los resultados obtenidos. Además, un trabajo colaborativo junto con los orientadores educativos hubiera sido relevante para el desarrollo de medidas para la estimulación cognitiva del alumnado.

Como fortalezas cabe destacar el alto número de participantes en los diferentes estudios que componen la tesis doctoral. Es relevante también subrayar la variabilidad de análisis realizados en las diferentes investigaciones. Por último, destacar la profesionalidad en la toma de datos siendo recogidos por personal especializado en ello.

CONCLUSIONES

A continuación se muestran los principales hallazgos obtenidos a lo largo de las distintas investigaciones que forman la presente tesis doctoral:

- Existe una relación significativa y positiva entre la CF del alumnado de EP y la creatividad.
- Se produce efecto agudo tras clases de EF basadas en EA que incrementa el nivel creativo en el alumnado de EP.
- Se observa efecto agudo, tanto tras una clase de deportes en equipo como de EA, en la memoria a corto y largo plazo, obteniéndose mejores resultados en el grupo de deportes en equipo dado el compromiso cognitivo requerido para el desarrollo del ejercicio físico.
- De forma paralela, se encuentra un efecto agudo tras esas mismas clases de EF en lo referente a la atención del alumnado tanto de los últimos años de EP como en los primeros de Educación Secundaria.
- Programas de intervención que fomente la práctica de AF durante la jornada escolar promueve mejores resultados en los niveles de creatividad, flexibilidad cognitiva así como una más adecuada aptitud escolar.

Como conclusión global de las investigaciones llevadas a cabo en la presente tesis doctoral, se establece que la promoción de la práctica de AF durante la jornada escolar tiene efectos a corto y largo plazo en el funcionamiento cognitivo del alumnado de EP y primeros años de Educación Secundaria. Este efecto en el funcionamiento cognitivo podría tener repercusiones en el RAC de los estudiantes en estas etapas educativas. En este sentido, los hallazgos de esta tesis podrían avalar el rol de la orientación educativa en su afán por promover la salud física y cognitiva de los niños así como replantear una más adecuada organización escolar.

Tras la finalización de los diferentes estudios que conforman la presente tesis doctoral, se plantean posibles líneas de continuidad de los mismos, en el sentido de buscar formas de colaboración entre orientadores y tutores en los centros educativos, que propicien una intervención colaborativa sobre los factores que favorecen el desarrollo cognitivo de los estudiantes mediante la práctica de la AF. De igual forma, se podría llevar a cabo estudios longitudinales en los que se ponga de relieve el efecto a medio y largo plazo de la AF sobre diferentes variables cognitivas así como el RAC. Para finalizar, se plantea la posibilidad de llegar con la investigación a alumnado de más edad, como es el caso de Educación Secundaria

Obligatoria, dando así continuidad a un conjunto de variables, que tal y como ha sido puesto de manifiesto en la tesis doctoral, son altamente beneficiosas para el desarrollo de los estudiantes.

DISCUSSION

The educational orientation from its origins has been understood as a support tool for the correct development of the student during the school stage. Authors such as Dueñas Buey (2002) already conceived it as a means for the cognitive, personal and academic development of students. In addition, authors such as Bacilio (2010). they agreed that from the educational orientation the practice of PA for the growth of the body and the mind should be promoted.

The studies carried out in the present doctoral thesis show the existence of a connection between physical and mental development that has positive effects on the school skills of the PS students and early years of high school. This statement has been confirmed by studies such as those by Budde et al. (2008) who showed that exercise is positive for the physical development of students, as well as cognitive performance, due to the increase in neuronal connections between the cerebellum and the frontal cortex.

In relation to the cross-sectional study developed in the doctoral thesis, the results show how there is a significant and positive relationship between a better PF of the students and the creative level in PS students. These findings are supported by other studies such as those of Davis et al. (2007), who evidenced that physically less fit children had more difficulties than those children who were better with respect to their PF, in relation to cognitive control. In relation to the chronic effect of the practice of PA at school age, Hinkle, Tuckman, & Sampson (1993) showed how, after an aerobic career program, creative levels were improved. These results are contrary to those of the study by Ramocki (2002), who found no significant relationship between PF and a higher creative level.

On the other hand, the results of the research carried out in this doctoral thesis show an acute effect visible immediately after PE classes, making visible benefits in creativity, memory, selective attention and concentration. Blanchette et al. (2005) on the other hand, determined that there was no immediate acute effect after an EF class in creativity but that it should be observed after two hours after class. Xue, Yang, & Huang (2019) indicated that there is a small but significant chronic effect when an aerobic exercise intervention is performed in EF such as inhibitory control. However, no effects were found for working memory, cognitive flexibility and planning. Russo, Nigro, Raiola, & Ceciliani (2019) showed how children who performed extra exercise compared to those

who did not, obtained better levels of self-esteem but did not reflect better results on memory tests.

On the other hand, the different studies carried out have demonstrated how a 10-week intervention program based on active recesses has benefits in the levels of creativity, cognitive flexibility, improving at the same time the students' school aptitude. Few have been the interventional studies carried out in the school context whose duration could verify its effect on individuals. An example of this type of study was that developed by van der Niet et al. (2016) who demonstrated that a 22-week PA program for 30 minutes twice a week at recess improved EF such as inhibition, working memory, cognitive flexibility and homework planning. However, it was not associated with an improvement in the PF of the student. In parallel, the study by Ludyga, Mücke, & Kamijo (2019), which develops an 8-week structured program of aerobic and coordination exercises for 20 minutes each day, showed that continued exercise produces a widening of the arteriolar diameters retinians that is associated with better levels of inhibitory control. This highlights the importance of taking advantage of recess time for the promotion of exercise in children during the school day. According to Davis et al. (2007), children continue to develop their brain during the school stage producing an increase in neuronal activity that promotes long-term cognitive development.

As limitations of this doctoral thesis, the lack of a longitudinal study that covers some academic courses is considered. This could have revealed more significantly the results obtained. In addition, a co-labor work together with the educational counselors would have been relevant for the development of measures for the cognitive stimulation of students.

As strengths, it is worth highlighting the high number of participants in the different studies that make up the doctoral thesis. It is also relevant to underline the variability of analyzes performed in the different investigations. Finally, highlight the professionalism in the collection of data being collected by personnel specialized in it.

CONCLUSIONS

Below are the main findings obtained throughout the different investigations that form the present doctoral thesis:

- There is a significant and positive relationship between the PF of the PS students and creativity.
- There is an acute effect after PE classes based on AE that increase the creative level in PS students.
- Acute effect is observed, both after a team sports class and AE, in the short and long term memory, obtaining better results in the TG group given the cognitive commitment required for the development of the physical exercise.
- In parallel, there is an acute effect after these same PE classes in relation to the attention of students both in the last years of PS and in the first years of high school.
- Intervention programs that encourage the practice of PA during the school day promotes better results in the levels of creativity, cognitive flexibility as well as more appropriate school skills.

As a global conclusion of the research carried out in the present doctoral thesis, it is established that the promotion of the practice of PA during the school day has short and long term effects on the cognitive functioning of the PS students and early years of high school. This effect on cognitive functioning could have repercussions on the AP of students in these educational stages. In this sense, the findings of this thesis could support the role of the educational orientation in its eagerness to promote the physical and cognitive health of children as well as rethinking a more appropriate school organization.

After the completion of the different studies that make up the present doctoral thesis, possible lines of continuity are proposed, in the sense of seeking ways of collaboration between counselors and tutors in educational centers, which promote a collaborative intervention on the factors that favor the cognitive development of students through the practice of FA. In the same way, longitudinal studies could be carried out in which the medium and long-term effect of AF on the different cognitive variables, as well as the RAC, can be highlighted. Finally, the possibility of reaching older students with research is considered, as is the case of Compulsory Secondary Education, thus giving continuity to a set of variables, which as has been revealed in the doctoral thesis, They are highly beneficial for student development.

Anexo 1

Estancia para la Mención Internacional

CERTIFICADO DE ESTANCIA

Nombre de la institución

Instituto Politécnico de Coimbra-Escola Superior de Educação

POR LA PRESENTE SE CERTIFICA QUE:

Sra. BEATRIZ BERRIOS AGUAYO de la institución UNIVERSIDAD DE JAÉN realizó la estancia en INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA-ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO durante un periodo de TRES MESES bajo la tutela de Professora Doutora SUSANA GONÇALVES del INSTITUTO POLITÉCNICO DE COIMBRA-ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO.

Estancia realizada durante:

MESES DE JULIO Y OCTUBRE DEL AÑO 2017 Y MES DE ENERO DEL AÑO 2018



Pedro Ángel Latorre Román



Antonio Pantoja Vallejo



Susana Gonçalves



Firma y sello de la
Institución de la estancia

Firma del director/es de la tesis // Firma del tutor/a de la estancia //

26/01/2018

Fecha