UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)

LECCIONES ACTIVAS: EFECTOS DE UN PROGRAMA
ESCOLAR DE ACTIVIDAD FÍSICA MEDIANTE BIKE
DESKS EN ADOLESCENTES

PHYSICALLY ACTIVE LESSONS: EFFECTS OF A
SCHOOL-BASED PHYSICAL ACTIVITY PROGRAM USING
BIKE DESKS IN ADOLESCENTS

Tesis Doctoral

Mención Doctorado Internacional

Dña. Beatriz Polo Recuero

Madrid, 2021

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte (INEF)

LECCIONES ACTIVAS: EFECTOS DE UN PROGRAMA
ESCOLAR DE ACTIVIDAD FÍSICA MEDIANTE
BIKE DESKS EN ADOLESCENTES

PHYSICALLY ACTIVE LESSONS: EFFECTS OF A
SCHOOL-BASED PHYSICAL ACTIVITY PROGRAM USING
BIKE DESKS IN ADOLESCENTS

TESIS DOCTORAL

MENCIÓN DOCTORADO INTERNACIONAL

Dña. Beatriz Polo Recuero

Madrid, 2021

DEPARTAMENTO DE DEPORTES

Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF)

LECCIONES ACTIVAS: EFECTOS DE UN PROGRAMA
ESCOLAR DE ACTIVIDAD FÍSICA MEDIANTE
BIKE DESKS EN ADOLESCENTES

PHYSICALLY ACTIVE LESSONS: EFFECTS OF A
SCHOOL-BASED PHYSICAL ACTIVITY PROGRAM USING
BIKE DESKS IN ADOLESCENTS

AUTORA:

Dña. Beatriz Polo Recuero

DIRECTOR:

Dr. Alberto Lorenzo Calvo

Profesor titular Universidad Politécnica de Madrid

Madrid, 2021

Tribunal nombrado por el Magnífico y Excelentísimo Sr. Rector de la Universidad Politécnica de Madrid, el día de de 2021.

Presidente:

Vocal:

Vocal:

Vocal:

Secretario:

Realizando el acto de defensa y lectura de la Tesis el día de..... de 2021.

En

Calificación

LA PRESIDENTA

LOS VOCALES

EL SECRETARIO

RESUMEN

Esta Tesis Doctoral Internacional pretende ser un reflejo de algunas de las mejores intenciones docentes que buscan, incansablemente, la salud física de las nuevas generaciones.

Marco teórico. Se presentan los principales datos y estudios que muestran los preocupantes datos de inactividad entre niños y adolescentes españoles. Se justifica la importancia, para la salud física, de la Educación Física y del planteamiento de intervenciones educativas de actividad física en los centros escolares. Para ello, se recoge la información existente sobre las diferentes modalidades y programas internacionales de actividad física durante la jornada lectiva, se profundiza en su estudio y se realiza una revisión sistemática de uno de esos programas, las lecciones activas mediante *bike desks*.

Objetivo. Aplicar un programa de intervención durante la jornada lectiva, a través de la implementación de lecciones activas mediante *bike desks*, con el objetivo de aumentar la actividad física de los escolares adolescentes, sin alterar su rendimiento académico.

Método. Se desarrolló el Programa Estratégico para Desarrollar Activas Lecciones / *Program to Enhance and Develop Active Lessons* [PEDAL] que implantó mini bicicletas estáticas, denominadas *bike desks*, en un centro escolar, consiguiendo que los escolares pedaleasen durante sesiones académicas teóricas. Tras comprobar su viabilidad en 157 estudiantes durante el proyecto piloto, se buscó facilitar a los adolescentes una oportunidad de actividad física sistemática y comprobar sus efectos tanto físicos como cognitivos. Para ello 55 estudiantes de Educación Secundaria fueron asignados aleatoriamente al grupo PEDAL ($n = 28$, $14,86 \pm 0,65$ años, 46,43 % mujeres) o al grupo control ($n = 27$, $15 \pm 0,68$ años, 51,85 % mujeres). Los pre-test verificaron la homogeneidad de los grupos. Los integrantes del grupo PEDAL pedalearon durante cuatro sesiones semanales de Lengua. Para conocer sus efectos se aplicaron pruebas pre-post para comprobar la actividad física del alumnado (IPAQ-SF, monitores de ritmo cardiaco), su capacidad

cardiorrespiratoria (test *20-m shuttle run*) y su rendimiento académico (prueba de competencia lingüística de la evaluación final de Educación Secundaria de la Comunidad de Madrid, test de Atención d2 y *Classroom Behavior and Assets Scale Test*). Una vez recogidos los datos se analizó estadísticamente tanto el pre-post de cada grupo como la comparación entre el grupo PEDAL y el control.

Resultados. Solo los estudiantes del grupo PEDAL mostraron un aumento significativo en su nivel de actividad física ($p = 0,001$) y, en comparación con el grupo control, obtuvieron mayores niveles de actividad física ($p = 0,022$) y un menor tiempo sedentario ($p = 0,012$). Sin embargo, no hubo diferencias posteriores en la prueba de capacidad cardiorrespiratoria entre los grupos ($p = 0,697$). El pedaleo en bicicleta, durante las lecciones activas, aumentó la frecuencia cardíaca (FC) de los participantes del grupo PEDAL en comparación tanto con la prueba inicial (Semana 1, $p = 0,001$; Semana 7, $p = 0,009$) como con el grupo control (Semana 1, $p = 0,016$). En lo que respecta al rendimiento académico, no se encontraron efectos significativos posteriores a la intervención.

Conclusión. La presente tesis profundiza en el conocimiento existente sobre las diferentes estrategias para incrementar la necesaria actividad física de los adolescentes, contribuyendo al importante desafío social de reducir tanto la inactividad física como el sedentarismo. La implantación de lecciones activas mediante el programa PEDAL supuso para el alumnado participante: a) un incremento de su actividad física diaria y una reducción de su tiempo sedentario, sin mejoras en su capacidad cardiorrespiratoria; b) una ausencia de interferencias en las diferentes variables del rendimiento académico medidas; c) una valoración positiva del alumnado acerca de la viabilidad del programa. En definitiva, es un programa con potencialidad, pero cuyas limitaciones deben también ser consideradas.

Palabras clave: salud, aprendizaje activo, estudiantes, inactividad, sedentarismo.

ABSTRACT

This International Dissertation, is a reflection of the best teaching intentions of tirelessly seeking new generations' physical health.

Background. Main studies and data about inactivity among Spanish children and adolescents are analyzed to show the current health alarming situation. Therefore, the importance of Physical Education and physical activity interventions for students' physical health is justified. For this purpose, the existing information was collected on the different modalities and international programs, to delve into bike desks active lessons and to carry out a systematic review about them.

Objective. To develop a school-based physical activity intervention program, active lessons using bike desks, in order to increase adolescents' physical activity without interfering to their academic performance.

Method. To this end, the Program to Enhance and Develop Active Lessons/ Programa Estratégico para Desarrollar Activas Lecciones [PEDAL] was created and it provided, to traditional high school classrooms, with mini exercise bicycles, called bike desks, so that students could pedal during theoretical academic lessons. The pilot project verified its feasibility in 157 students during the testing. The aim was to provide adolescents with a systematic physical activity opportunity and to study its physical and cognitive effects. Secondary students were randomly assigned to PEDAL group ($n = 28$, 14.86 ± 0.65 years old, 46.43 % women) or control group ($n = 27$, 15 ± 0.68 years old, 51.85 % women). The pre-tests verified the homogeneity of the groups. PEDAL students systematically pedaled for 10 weeks, during their Spanish lessons. To know its effects, pre-post tests were applied to verify the physical activity of the students (IPAQ-SF, heart rate monitors), their cardiorespiratory capacity (20-m shuttle run test) and their academic performance (Community of Madrid language proficiency test of the final Secondary Education assessment, d2 Test of Attention, Classroom Behavior and Assets Scale Test). Both the pre-and post-test results, as well as the comparisons between groups, were statistically analyzed.

Results. Only the PEDAL group showed a significant increase in their level of physical activity ($p = 0.001$) and, compared to the control group, they got higher physical activity results ($p = 0.022$) and less sedentary time ($p = 0.012$). However, there were no cardiorespiratory fitness post-test differences between the groups ($p = 0.697$). Finally, cycling on a bike desk boosted the heart rates (HRs) of the PEDAL group participants during active lessons as compared to pre-test (Week 1 $p = 0.001$; Week 7 $p = 0.009$) and to control group (Week 1 $p = 0.016$). As far as academic performance is concerned, no significant post-test effects were found.

Conclusions. The present dissertation dives into the existing knowledge about the different strategies to increase the valuable and necessary adolescents' physical activity, contributing to the important social challenge of reducing both physical inactivity and sedentary lifestyle. The implementation of active lessons through PEDAL program meant to the participating students: a) an increase in their daily physical activity and a reduction of their sedentary time, without cardiorespiratory fitness improvements; b) no interferences in their academic performance; c) a positive feedback about the feasibility of the program. All in all, the strategy has great potential, but its limitations need to be considered.

Keywords: health, active learning, students, inactivity, sedentary lifestyle.

APOYOS

Universidad Politécnica de Madrid. Ayuda del Consejo Social para el fomento de la formación y la internacionalización de doctorandos. Estancia de investigación internacional en Palm Beach Atlantic University (Florida, US).

Subdirección General de Programas de Actividad Física y Deporte, Comunidad de Madrid, Vicepresidencia, Consejería de Deportes. Proyecto mejor valorado de Actividad Física y Salud 2020, Programa *PEDAL*, Programa Estratégico para Desarrollar Activas Lecciones (*Program to Enhance and Develop Active Lessons*), Instituto de Enseñanza Secundaria Antonio Fraguas “Forges”.

DEDICATORIA

A todos y cada uno de mis alumnos y profesores, mi vocación es vuestra.

A mis amistades, las de siempre y las que el deporte unió.

A mis decenas de familiares, adoro cada reunión con vosotros.

A Rafa, mi mejor rival deportivo, mi clon y mi pequeño toda la vida.

A Julia, llegaste en el momento preciso llenando de luz y sonrisas nuestro encierro.

A Belén y Rafa, siempre incondicionales, gracias por ser el ejemplo y el abrazo perfecto.

A Alfonso, mi cabeza y corazón. Contigo comencé este camino y sin ti me perdería muchas veces.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, y de forma muy especial, estoy inmensamente agradecida a mi tutor, el Dr. Alberto Lorenzo. Tuve la suerte de disfrutar de su maestría como profesor, fue líder e inspiración en edades en las que es imprescindible un referente profesional y, posteriormente, confió en mi para guiar la aventura del doctorado. Gracias por saber transmitir tanta sabiduría, por recordarme que un árbol no puede tapar el bosque y encontrar solución a cualquier problema. Pero, sobre todo, gracias por tanto cariño en cada corrección y cada consejo.

Quiero mostrar también mi agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que han apoyado, facilitado y/o colaborado en la aplicación de la intervención educativa que aquí se presenta. Gracias al alumnado, equipo directivo y compañeros del Instituto de Educación Secundaria Antonio Fraguas “Forges” de Madrid y del Westgate Elementary School de Florida; a mis amigos y excelentes profesionales el Dr. Miguel Ángel Rojo, la Dra. Denise Breitzkreuz y el Dr. Matthew Mitchell, además de a los magníficos profesores Almudena Moreno, Juan Torralba, Alfonso Ordóñez y Belén Recuero. Gracias también al departamento de Salud y Rendimiento Humano de Palm Beach Atlantic University, a la empresa 3D Innovations, al Consejo Social de la Universidad Politécnica de Madrid y a la Subdirección General de Programas de Actividad Física y Deporte de la Comunidad de Madrid.

Gracias

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT	III
APOYOS	V
DEDICATORIA.....	VII
AGRADECIMIENTOS	IX
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XVII
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS.....	XIX
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	5
2.1 La importancia de la actividad física de niños y adolescentes	7
2.1.1 Perjuicios del sedentarismo y beneficios de la actividad física	10
2.1.2 Nivel de actividad física de niños y adolescentes en España.....	13
2.1.3 Nivel de actividad física de niños y adolescentes en la Comunidad de Madrid	18
2.2. La actividad física en los centros escolares	20
2.2.1 Situación actual de la Educación Física	22
2.2.1.1 Marco normativo de la Educación Física en España y la Comunidad de Madrid	26
2.2.2 Programas internacionales y estrategias de actividad física en los centros escolares.....	30
2.2.2.1 Los recreos activos (<i>active recess</i>).....	36
2.2.2.2 Los descansos activos o cuñas motrices (<i>active breaks, active boost</i>).....	37
2.2.2.3 Las lecciones activas (<i>physically active lessons, physically active learning, action-based learning, active brain breaks</i>).....	38
2.2.3 Influencia de la actividad física en el rendimiento académico	43
2.2.3.1 Influencia de la actividad física sobre las habilidades cognitivas y la actitud	47

2.2.3.2 Influencia de la actividad física en el comportamiento académico	48
2.2.3.3 Influencia de la actividad física sobre el logro académico	48
2.3 Las lecciones activas mediante <i>active desks</i>	52
2.3.1 Características y tipos de <i>active desks</i>	53
2.3.1.1 Definición, características y clasificación.....	53
2.3.1.2 Estudios científicos sobre <i>active desks</i> en centros escolares	56
2.3.2 Características y aplicación educativa de los dispositivos <i>bike desks</i>	57
2.3.2.1 Justificación y antecedentes	57
2.3.2.2 Estudios científicos sobre <i>bike desks</i> en centros escolares	60
CAPÍTULO 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	71
3.1 Justificación de la investigación.....	73
3.2 Hipótesis y objetivos.....	75
CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODO	77
4.1 Muestra	79
4.2 Procedimiento.....	83
4.2.1 Proyecto piloto	83
4.2.2 Procedimiento del programa <i>PEDAL</i>	85
4.3. Instrumentos y material	91
4.3.1 <i>Bike desks</i>	91
4.3.2 Cuestionario IPAQ-SF.	94
4.3.3 Monitor de ritmo cardíaco Polar OH1 ⁺	95
4.3.4 Test <i>20 meter shuttle run</i>	97
4.3.5 Test de competencia lingüística	99
4.3.6 Test de Atención d2	100
4.3.7 <i>Classroom Behaviour and Assets Scale Test</i> [CBAST] adaptado	101
4.3.8 Cuestionario de viabilidad	102

4.4 Variables registradas	103
4.4.1 Actividad Física	104
4.4.2 Capacidad cardiorrespiratoria	105
4.4.3 Competencia lingüística	105
4.4.4 Atención	106
4.4.5 Comportamiento en clase	106
4.5 Análisis de los resultados	106
CAPÍTULO 5. RESULTADOS.....	109
5.1 Resultados: efectos sobre la la actividad física	112
5.1.1 Efectos sobre la capacidad cardiorrespiratoria.....	115
5.1.2 Efectos sobre la actividad física	115
5.2 Resultados: efectos sobre el rendimiento académico	118
5.2.1 Efectos sobre la competencia lingüística	118
5.2.2 Efectos sobre la atención.....	118
5.2.3. Efectos sobre el comportamiento en clase	118
5.3 Resultados: viabilidad del programa	121
5.3.1 Viabilidad: implantación.....	121
5.3.2 Viabilidad: dificultades	121
5.3.3 Viabilidad: beneficios	122
CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN	123
6.1 Discusión sobre el impacto a nivel de actividad física	126
6.2 Discusión sobre el impacto a nivel de rendimiento académico	130
6.3 Discusión sobre la viabilidad.....	132
6.4 Limitaciones	133
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES.....	135
7.1 Conclusiones	137

7.2 Futuras líneas de investigación	138
CHAPTER 7. CONCLUSIONS.....	139
7.1 <i>Conclusions</i>	139
7.2 <i>Future lines of research</i>	140
CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	141
CAPÍTULO 9. ANEXOS.....	185

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales estudios, con datos para España, acerca del sobrepeso y obesidad de niños y adolescentes.....	8
Tabla 2. Perjuicios de la inactividad física y el sedentarismo en niños y adolescentes	12
Tabla 3. Beneficios de la actividad física en niños y adolescentes	12
Tabla 4. Principales estudios, con datos para España, sobre el nivel de actividad física de niños y adolescentes.....	16
Tabla 5. Porcentaje de niños y jóvenes españoles, según el género, que cumplen con las recomendaciones de actividad física	18
Tabla 6. Nivel de actividad físico-deportiva en la Comunidad de Madrid (CSD, 2011).....	19
Tabla 7. La salud en el currículo de la Educación Física de la Comunidad de Madrid	29
Tabla 8. Principales programas activos en centros escolares	42
Tabla 9. Actividad física y rendimiento académico en niños y adolescentes: meta-análisis y revisiones.....	45
Tabla 10. Diferentes modelos de <i>active desks</i>	54
Tabla 11. Características de los estudios de <i>bike desks</i> en centros educativos	63
Tabla 12. Variables analizadas por cada estudio de <i>bike desks</i>	69
Tabla 13. Distribución de los sujetos excluidos totalmente del estudio	81
Tabla 14. Descripción inicial de la muestra	82
Tabla 15. Criterios de calidad metodológica de intervenciones de actividad física educativas (Demetriou y Höner, 2012) aplicados al programa PEDAL.....	91
Tabla 16. Estadios saludables de capacidad cardiorrespiratoria en Test <i>20-m shuttle run</i> , según edad y género (Ruiz et al., 2016).	98
Tabla 17. Variables e instrumentos utilizados en la investigación	103

Tabla 18. Resultados pre-test y post-test de las diferentes variables de capacidad cardiorrespiratoria y de actividad física	113
Tabla 19. Frecuencia cardiaca pre-test y su evolución durante la intervención	114
Tabla 20. Resultados pre-test y post-test de las diferentes variables de rendimiento académico.....	119

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Motivos de ausencia de práctica de actividad físico-deportiva (CSD, 2011).....	21
Figura 2. Actividad físico-deportiva en el recreo según género y edad (CSD, 2011)	22
Figura 3. Evolución del mínimo de horas recomendadas de enseñanza obligatoria, en primaria y secundaria, de la Educación Física (Comisión Europea/ EACEA/ Eurydice, 2013).	24
Figura 4. Mínimo de horas lectivas asignadas a la Educación Física en primaria y secundaria, como porcentaje del total de horas lectivas de la jornada escolar completa (Comisión Europea/ EACEA/ Eurydice, 2013).....	25
Figura 5. Valoración general por edad de Educación Física (CSD, 2011).	27
Figura 6. Principales modelos de actividad física para niños y adolescentes.	31
Figura 7. Ejemplos internacionales de proyectos activos en la escuela.	32
Figura 8. Asociación positiva entre actividad física y rendimiento, estudios científicos.	51
Figura 9. Modelos de actividad física para niños y adolescentes en el centro escolar.....	53
Figura 10. El programa PEDAL en la prensa española.....	60
Figura 11. Diagrama de flujo PRISMA (Moher et al., 2009), estudios sobre la aplicación de <i>bike desks</i> en la educación formal.....	61
Figura 12. Aspectos clave de la viabilidad de las <i>bike desks</i> en la educación formal.....	67
Figura 13. Aspectos clave de la actividad física realizada mediante <i>bike desks</i>	68
Figura 14. Aspectos clave de la influencia de las <i>bike desks</i> sobre el rendimiento académico	68
Figura 15. Justificación de la investigación	75
Figura 16. Distribución de la muestra	80
Figura 17. Distribución de los sujetos susceptibles de ser analizados en el estudio	81
Figura 18. Proyecto piloto: beneficios y dificultades encontradas por el alumnado y el profesorado de las lecciones activas con <i>bike desks</i>	84
Figura 19. Distribución del profesorado y los grupos de estudio	86

Figura 20. Temporalización del programa PEDAL, acciones desarrolladas por alumnado y profesorado.....	87
Figura 21. Disposición de <i>bike desks</i> en el aula PEDAL.....	93
Figura 22. Ergonomía del pedaleador estático DeskCycle2™ (Cho et al., 2017).....	93
Figura 23. Gráfico del Test 20-m shuttle run.....	97
Figura 24. Actividad física realizada mediante los dispositivos <i>bike desks</i> (©Europa Press).....	105
Figura 25. Uso diario de las <i>bike desks</i> , por género, durante la intervención.....	111
Figura 26. Evolución de las variables de actividad física de acuerdo a los grupos de actividad física inicial (bajo, moderado y alto).	117
Figura 27. Evolución del comportamiento del grupo clase antes y durante la intervención.	120
Figura 28. Utilización de bike desks en lecciones activas: influencia sobre los aspectos físicos.	122

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

ABC:	<i>Activity Bursts in the Classroom</i>
ABL:	<i>Action-based learning</i>
AESAN:	Agencia Española Seguridad Alimentaria y Nutrición
AFD:	Actividad físico-deportiva
AFINOS:	La Actividad Física como Agente Preventivo del Desarrollo de Sobrepeso, Obesidad, Alergias, Infecciones y Factores de Riesgo Cardiovascular en Adolescentes
AFM:	Actividad física moderada
AFMV:	Actividad física moderada-vigorosa
AFV:	Actividad física vigorosa
ANIBES:	<i>Anthropometry, Intake and Energy Balance</i>
AVENA:	Estudio de Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes
CAT:	<i>Canadian Achievement Test</i>
CBAST:	<i>Classroom Behavior and Assets Scale Test</i>
CDC:	<i>Centers for Disease Control and Prevention</i>
COLEF:	Colegio Oficial de Licenciados en Educación Física
CON:	Concentración, índice de concentración en el Test de Atención d2
CSD:	Consejo Superior de Deportes
EACEA:	<i>Education, Audiovisual and Culture Executive Agency</i>
EEG:	Electroencefalografía
ELOIN:	Estudio Longitudinal de Obesidad Infantil
ES:	España
ESO:	Enseñanza Secundaria Obligatoria
EXERNET:	Red Española de Investigación en Ejercicio Físico y Salud
EYHS:	<i>European Youth Heart Study</i>

FC:	Frecuencia cardiaca
FCAT:	<i>Florida Comprehensive Achievement Test</i>
HAPPY 10:	<i>Healthy Active Preschool and Primary Years</i>
HELENA:	<i>Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence</i>
IDEFICS:	<i>Identification and prevention of dietary and lifestyle-induced health effects in children and infants</i>
IMC:	Índice de Masa Corporal
IPAQ:	<i>International Physical Activity Questionnaire</i>
IPAQ-A:	<i>International Physical Activity Questionnaire Adolescents</i>
IPAQ-SF:	<i>International Physical Activity Questionnaire Short Form</i>
LOMCE:	Ley Orgánica Mejora Calidad Educativa
MET:	Unidad de medida del índice metabólico
NAPLAN:	<i>National Assessment Program- Literacy and Numeracy</i>
ODS:	Objetivos de Desarrollo Sostenible
OMS:	Organización Mundial de la Salud
PAAC:	<i>Physical Activity Across the Curriculum</i>
PACT:	<i>Palmetto Achievement Challenge Tests</i>
PAL:	<i>Physically Active Learning</i>
PEDAL:	Programa Estratégico de Desarrollo de Activas Lecciones (<i>Program to Enhance and Develop Active Lessons</i>)
RAVLT:	<i>Rey Auditory Verbal Learning Test</i>
RCPT:	<i>Rosvold continuous performance test</i>
SIVFRENT:	Sistema de Vigilancia de Factores de Riesgo asociados a Enfermedades No Transmisibles
T':	Tiempo
TOT:	Total, efectividad en el Test de Atención d2

UE:	Unión Europea
UNESCO:	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
UNICEF:	<i>United Nations International Children's Emergency Fund</i>
VO ₂ máx.:	Volumen máximo de oxígeno
WHO:	<i>World Health Organization</i>
WMA:	<i>World Medical Association</i>

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

La investigación que aquí se presenta siguió un método deductivo. Como profesional de la Educación Física se es plenamente consciente de los altos índices de inactividad física y sedentarismo de niños y adolescentes, datos conocidos no solo por los medios de comunicación y medios científicos especializados, sino por la observación diaria como maestra y profesora de Educación Física funcionaria de carrera, durante casi ya diez años, tanto de Educación Primaria como de Educación Secundaria.

El conocimiento de esta realidad y la preocupación por la misma fue la principal motivación que desencadenó la búsqueda de estrategias que aumentasen la actividad física del alumnado con el objetivo de intentar revertir los altos índices de inactividad física y sedentarismo. Para ello, se analizó la información de fuentes científicas primarias y se exploraron diferentes artículos que mostraron la fundamental importancia de los centros escolares y de la asignatura de Educación Física en la transmisión de una vida activa a las nuevas generaciones. Sin embargo, pese a esta fundamental importancia, la carga horaria de Educación Física es muy limitada y existen otros proyectos y programas de centro que pueden complementarla.

Con estas ideas se profundizó en el estudio de los proyectos de centro activos, que se implementan utilizando tres estrategias diferenciadas, los recreos activos, los descansos activos o cuñas motrices y las lecciones activas.

Los recreos activos son una estrategia aplicada en numerosos centros escolares gracias al esfuerzo del profesorado. Estrategia que, tras la experiencia durante varios años como docente, se ha venido realizando mediante torneos deportivos o pintando y potenciando juegos tradicionales en los patios. Por otro lado, gracias a la colaboración entre varios maestros de Educación Física de la Comunidad de Madrid, se experimentó e implantó la segunda estrategia, los descansos activos o cuñas motrices, gracias a la creación del programa *Aprendo Corriendo*.

Por último, se investigó la tercera y más desconocida estrategia, las lecciones activas. Con el ánimo de profundizar en su estudio y conocimiento se realizó una estancia internacional de doctorado en Estados Unidos, ya que es un país que presenta un gran número de investigaciones sobre las lecciones activas. Durante dicha estancia se trabajó en un centro escolar que impartía las clases académicas aplicando las lecciones activas mediante *dynamic/flexible seating*, estrategia que consiste en la aplicación de diferentes pupitres de pie, taburetes y pelotas de inestabilidad que sustituyen a los pupitres y sillas tradicionales. Además, gracias a la estancia en Palm Beach Atlantic University y al certificado como profesora visitante, se accedió como observadora a diferentes centros escolares, en varios niveles, en los cuales se aplicaban lecciones activas mediante el uso de diferentes *active desks* o pupitres kinestésicos. Gracias a esta experiencia y a un concienzudo estudio sobre las lecciones activas mediante el uso de *bike desks* se decidió diseñar y aplicar, en el campo educativo español, esta estrategia en la que el alumnado puede realizar actividad física mediante el pedaleo en dispositivos *bike desks* al mismo tiempo que atiende a una lección académica, surgiendo así, tras un proyecto piloto, el Programa PEDAL.

Es esta tesis doctoral, por tanto, el reflejo de una inquietud docente por ampliar el conocimiento sobre las diferentes estrategias de incremento de la actividad física existentes en los centros escolares e intentar contribuir a la transmisión de una vida físicamente activa entre los niños y adolescentes.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

En las sociedades avanzadas, el sedentarismo y la inactividad física se han convertido en fenómenos con una presencia sustancial y que, por tanto, se han de eliminar o reducir mediante herramientas de promoción de salud (Delgado y Tercedor, 2002). La niñez y la adolescencia son etapas críticas para establecer hábitos saludables de actividad física (Franco et al., 2010).

2.1 La importancia de la actividad física de niños y adolescentes

La promoción de la vida activa es una estrategia poderosa de salud pública y está relacionada con un mejor perfil metabólico y de la salud de toda la población y, en concreto, de niños y adolescentes (Ortega et al., 2018). Muchos niños crecen en un entorno obesogénico debido a los cambios en el tipo de alimentación, así como al descenso en la actividad física, siendo este un serio problema de salud pública (Aranceta-Bartrina et al., 2005) que conlleva diferentes problemas entre los que destacan el sobrepeso y la obesidad.

El análisis de los datos de sobrepeso y obesidad no son el objeto de estudio de la presente tesis doctoral, por lo que para un conocimiento profundo del estado de la cuestión se recomienda recurrir a la literatura específica como puede ser la investigación de Aranceta-Bartrina y Pérez-Rodrigo (2018), quienes analizaron diferentes estudios españoles utilizando el estudio epidemiológico sobre nutrición y obesidad infantil *PAIDOS* de 1985 como punto de partida. En la Tabla 1, tan solo con el objetivo de mostrar la magnitud del problema, se recogen algunos de los principales estudios de sobrepeso y obesidad sobre niños y jóvenes de España y la Comunidad de Madrid.

Tabla 1. Principales estudios, con datos para España, acerca del sobrepeso y obesidad de niños y adolescentes

Estudio	Ámbito	Año	Universo	Muestra	Método	Sobrepeso y obesidad
<i>PASOS</i> (Gómez et al., 2019)	España	2019	Primaria	3803	Antropometría	34,9 %
			Secundaria			
<i>ELOIN</i>	Comunidad	2012-	Mediciones	2627	Antropometría	Fase I = 21,9 %
(Ortiz-Marrón et al., 2018;	de Madrid	2022	4, 6, 9, 12 y	2435	Cuestionario	Fase II = 27,1 %
Consejería de Sanidad, 2019b)			14 años	2924	Registro clínico	Fase III = 38,1 %
<i>ALADINO</i> (AESAN, 2019)	España	2010- 2019	6-9 años	16665	Cuestionario	40,6 %
Sánchez-Cruz et al. (2013)	España	2012	8-17 años	978	Antropometría	38,6 %
						8-13 años (45,4 %)
						14-17 años (25,5 %)
<i>Notas:</i> Investigaciones con base en los estándares de crecimiento de la Organización Mundial de la Salud (de Onis et al., 2007)						

Como se ha mencionado anteriormente, un pilar fundamental del estilo de vida saludable es la práctica de actividad física. La actividad física es cada movimiento del cuerpo producido por los músculos esqueléticos que conlleva un incremento sustancial del gasto energético en reposo (Bouchard et al., 2012). Según la intensidad y el esfuerzo requerido de la actividad física esta puede clasificarse como ligera, moderada o vigorosa. Se debe diferenciar la actividad física, ya definida, con el ejercicio físico. Este se considera una actividad física intencionada, normalmente realizada de forma continua a lo largo del tiempo, con un objetivo específico como mejora de la condición física, el rendimiento o la búsqueda de la salud (Bouchard et al., 2012).

Toda actividad y ejercicio físico con niños y adolescentes debe estar orientado a lograr una buena forma o salud física, estado fisiológico de bienestar que reduce el riesgo de padecer enfermedades hipocinéticas como los problemas cardiovasculares, de obesidad, de dolor de espalda, la hipertensión, la osteoporosis, la diabetes y algún tipo de cáncer (Hardman y Stensel, 2009).

Por otro lado, Pate et al. (2008) definieron las actividades sedentarias como aquellas que apenas implican movimiento, realizadas sentado o tumbado pero despierto, con un gasto energético muy bajo. El sedentarismo no debe ser confundido con la inactividad física, que consiste en no cumplir con las recomendaciones mínimas de actividad física. Ambas constituyen un factor de riesgo para la salud al ser una de las principales causas de enfermedades no transmisibles (WHO, 2018). Conviene nombrar el informe del *Physical Activity Guidelines Advisory Committee* (2018) y el Plan de Acción Global de la Organización Mundial de la Salud [OMS] sobre la actividad física (WHO, 2018), este último hizo un llamamiento a reducir en un 15% la inactividad física antes del 2030 y así lograr alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible [ODS]. Por último, es importante citar el meta-análisis de Ekelund et al. (2016) que llegaron a la conclusión de que niveles moderados y altos de actividad física diaria parecen eliminar el riesgo de muerte derivada del sedentarismo.

Tanto la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO] como la OMS están trabajando y promoviendo los estilos de vida activos y saludables

y remarcando la importancia de la actividad física. Es por tanto innegable que, combinada con la dieta, la actividad física es esencial para el crecimiento y desarrollo físico y emocional de niños y adolescentes ya que, como explicó la Red Española de Investigación en Ejercicio Físico y Salud [EXERNET] (EXERNET, 2016), son dos pilares que, aplicados a temprana edad, sustentarán un estilo de vida saludable y lucharán contra el sedentarismo y la inactividad,. En lo que respecta a la actividad física, la OMS (WHO, 2020) remarcó que los niños y adolescentes de 5 a 17 años de edad deben practicar una media semanal de 60 minutos diarios de actividad física moderada-vigorosa [AFMV] incluyendo, al menos tres veces por semana, actividades vigorosas y que fortalezcan músculos y huesos.

2.1.1 Perjuicios del sedentarismo y beneficios de la actividad física

En este apartado se presentan diferentes estudios que detallan la dicotomía existente entre los beneficios de la actividad física y los perjuicios del sedentarismo y la inactividad física.

En primer lugar, en la cotidianidad de niños y adolescentes, en los centros escolares, se puede apreciar que pasan gran parte de su tiempo sentados escuchando al profesor. Mantener esta posición durante largos períodos de tiempo puede causar, a largo plazo, numerosos perjuicios en la salud de la persona. La revisión sistemática de Carson et al. (2016), acerca de la relación entre el comportamiento sedentario y los indicadores de salud de niños y jóvenes de 5 a 17 años, encontró un detrimento en la composición corporal, mayores índices de riesgo cardiometabólico, inferior condición física y baja autoestima. Además, las conductas sedentarias pueden llevar a una pérdida de densidad ósea (Gracia-Marco et al., 2012; Pelegrini et al., 2020). La Tabla 2 muestra algunos de los ejemplos más destacados de todos estos efectos nocivos para la salud del sedentarismo y la inactividad física.

Para intentar minimizar estos perjuicios se debe conseguir que niños y adolescentes no sean inactivos y, por tanto, cumplan con las diferentes recomendaciones de actividad física. Estudios

como el de Fritz et al. (2016) y Kidokoro et al. (2019) manifestaron que la realización de suficiente AFMV diaria puede atenuar los efectos perjudiciales del sedentarismo. Es por tanto aceptado, como afirmó la OMS (WHO, 2006), que existe una asociación positiva entre actividad física y salud física. A continuación, se detallan algunas investigaciones que lo certifican.

Para comenzar, Janssen y LeBlanc (2010) presentaron un completo meta-análisis y encontraron que la actividad física está asociada a numerosos beneficios para la salud como puede ser la reducción del colesterol, la hipertensión o la obesidad entre otros. En segundo lugar, diferentes intervenciones en contextos educativos encontraron, entre el alumnado que incrementa la cantidad de actividad física diaria, diferentes beneficios como pueden ser menor obesidad y sobrepeso (Llargués et al., 2017), reducción de los pliegues cutáneos (Martínez-Vizcaíno et al., 2008), mejora del sistema músculo-esquelético y aumento de la fuerza muscular (Fritz et al., 2016) y un menor tiempo realizando actividades sedentarias (Llargués et al., 2017). En cuanto al Índice de Masa Corporal [IMC], existe controversia entre aquellos estudios que, tras aumentar la actividad física de los sujetos, detectaron una reducción en el IMC (Barbeau et al., 2007; Llargués et al., 2017; Müller et al., 2016) y los que no encontraron un cambio (Martínez-Vizcaíno et al., 2008; Pangrazi et al., 2003; Wardle et al., 2007). Para concretar todos estos aspectos la *Copenhagen Consensus Conference* 2016 reunió a investigadores internacionales que manifestaron la importancia de la actividad física de niños y adolescentes y de establecer diferentes estrategias para la mejora, entre otros aspectos, de su condición física y su salud (Bangsbo et al., 2016).

Por tanto, y como muestra la Tabla 3, se puede afirmar que existe suficiente evidencia científica, además del apoyo de los ya citados organismos oficiales mundiales, para sostener que la realización de actividad física regular produce efectos físicos muy positivos en niños y adolescentes.

Tabla 2. Perjuicios de la inactividad física y el sedentarismo en niños y adolescentes

Fisiológico	Muscular y esquelético	Mental
Disminuye el VO ₂ máx.	Problemas y dolores de espalda.	Disminuye la producción de serotoninas y endorfinas.
Aumenta la frecuencia cardiaca en reposo.	Pérdida de tono muscular lumbar, dorsal y cervical (futura sarcopenia).	Se ralentiza el bombeo sanguíneo y oxígeno al cerebro.
Merma de la función metabólica.	Pérdida de masa ósea (futura artrosis y osteoporosis).	Problemas emocionales y depresión.
Se ralentiza la circulación sanguínea.		

Tabla 3. Beneficios de la actividad física en niños y adolescentes

Fisiológico	Muscular y esquelético	Mental
Aumenta el VO ₂ máx.	Mejora del sistema muscular.	Mejorías en el funcionamiento cognitivo.
Disminuye la frecuencia cardiaca en reposo.	Apoyo en el crecimiento óseo y muscular.	Bienestar psicológico.
Activación del metabolismo.	Mejora de las habilidades motrices.	Motivación.
Disminuye el desarrollo de factores de riesgo asociado a enfermedades crónicas.		Mejora de la autoestima.

2.1.2 Nivel de actividad física de niños y adolescentes en España

Una vez justificada la importancia de la actividad física en relación a la salud, se presentan diferentes estudios que analizaron el nivel de dicha actividad física en niños y adolescentes ya sea en estudios nacionales o con datos extraídos, de estudios internacionales, para los niños y jóvenes españoles.

El último estudio internacional publicado por Guthold et al. (2020) analizó, mediante encuestas, las tendencias en actividad física desde el año 2001 al 2016 en 1,6 millones de adolescentes escolarizados de 11 a 17 años. Al extraer los datos globales para España (76,6%) se encuentra que, en el año 2016, la inactividad física era un 4,4 % inferior que la media mundial y había descendido un 2,5 % si se comparaba con los datos del año 2001. Aún así estos índices de inactividad física fueron altos, pero muestran que España se encuentra en una buena tendencia.

Por otro lado, el estudio de estilo de vida saludable en Europa denominado *Healthy Lifestyle in Europe by Nutrition in Adolescence [HELENA]* (Ruiz, Ortega et al., 2011) logró que, con 2200 adolescentes de 9 países europeos, incluido España, se controlara, mediante acelerómetros, el nivel de actividad física de los adolescentes durante siete días consecutivos. Con los datos recogidos encontraron que, menos de la mitad de los adolescentes, llegaron a los niveles recomendados internacionalmente de AFMV y pasaron un 71% del tiempo registrado realizando actividades sedentarias. También en Europa, el Estudio Europeo del Corazón Joven/ *European Youth Heart Study [EYHS]* (Riddoch et al., 2004) estudió los niveles de actividad física de niños y adolescentes europeos. Los resultados para España (Laguna-Nieto et al., 2011) plasmaron los patrones de actividad física desde la perspectiva de la edad, el género y el IMC.

En el ámbito nacional, el ya citado estudio *PASOS* (Gómez et al., 2019), presentó en su informe los datos de actividad física de niños y jóvenes españoles. Este estudio recogió, entre otros aspectos, los datos antropométricos, de calidad de la dieta, hábitos alimenticios, horas y calidad del sueño, calidad de vida, bienestar emocional de los menores y, el ya citado nivel de actividad

física. Sobre este último aspecto, se observó una notable y progresiva disminución de la práctica de actividad física del alumnado de los primeros cursos de la Educación Primaria a aquellos en el último curso de Educación Secundaria. Además, más de la mitad de niños y dos tercios de los adolescentes que asistían al instituto en ese momento no cumplían con las recomendaciones mínimas de actividad física diaria.

El estudio denominado *La Actividad Física como Agente Preventivo del Desarrollo de Sobrepeso, Obesidad, Alergias, Infecciones y Factores de Riesgo Cardiovascular en Adolescentes [AFINOS]* (Martínez-Gómez et al., 2009) seleccionó a 214 adolescentes sanos que llevaron puesto un acelerómetro, durante 7 días, para comprobar el tiempo dedicado a cada tipo de actividad física: sedentaria, ligera, moderada y vigorosa. Este estudio concluyó que un 71% de dichos sujetos alcanzaron las recomendaciones diarias de AFMV.

El primer estudio en evaluar en una misma persona las medidas antropométricas, la ingesta o dieta y la actividad física, para así controlar el equilibrio energético, fue el denominado estudio *Anthropometry, Intake and Energy Balance [ANIBES]* (Ruiz et al. 2015). Con este estudio se obtuvieron cifras acerca de todos estos factores, si bien se presentan únicamente aquellos relacionados con la actividad física que mostraron que más de la mitad de los niños y adolescentes no llegaban a la recomendación de AFMV (Mielgo-Ayuso et al., 2016) y que, aunque los adolescentes realizaban más actividad física vigorosa que los más pequeños pasaban más tiempo en actividades sedentarias delante de una pantalla que los niños (Pérez-Rodrigo et al. 2015).

Gracias al proyecto *Global Matrix 2.0* (Tremblay et al. 2016), organizado por la *Active Healthy Kids Global Alliance*, se puede tener una idea global de la situación de niños y jóvenes españoles en relación a la actividad física. Este proyecto consiguió evaluar 38 países del mundo de seis continentes distintos. Los resultados situaron a España en mitad de la tabla, con las siguientes calificaciones: (a) un buen nivel en participación en deportes organizados; (b) un nivel medio en juego activo, transporte activo y colegios activos; y (c) nivel medio-bajo en nivel de actividad física general y comportamientos sedentarios. Todos estos datos fueron analizados y estudiados,

en concreto para España, por Román-Viñas et al. (2016), que llegaron a la conclusión de que los niños y adolescentes españoles deben incrementar sus niveles de actividad física y reducir el sedentarismo.

Además de los estudios expuestos con anterioridad, centrados en el estudio de la relación entre la actividad física y la salud, existe otra importante línea de investigación centrada en el estudio de la condición física (Pérez-Bey et al., 2020). Previo a este estudio, el meta-análisis de Ruiz et al. (2016) demostró la estrecha relación entre la capacidad cardiorrespiratoria y los riesgos cardíacos y metabólicos para niños y adolescentes. Por otro lado, el estudio europeo *Identification and prevention of dietary and lifestyle-induced health effects in children and infants [IDEFICS]* consiguió plasmar, mediante test físicos, cuál es el nivel de condición física de los niños de 6 a 10 años de edad, gracias a la batería Eurofit. Esta batería de test consta de: (a) un test de flexibilidad (*back-saver sit & reach*); (b) test de fuerza (prensión manual y salto de longitud a pies juntos); (c) test de velocidad (40 metros lisos); (d) el test de ida y vuelta de 20 metros; y (e) un test de equilibrio (*Flamingo*) (Zaqout et al., 2016). Para completar esta información el programa HELENA evaluó la condición física en edades posteriores, en adolescentes de 12,5 a 17,5 años. (Vicente-Rodríguez et al., 2016). Otro estudio en estas edades, el *Estudio de Alimentación y Valoración del Estado Nutricional en Adolescentes [AVENA]* (Wärnberg et al., 2006), empleó también pruebas de la batería Eurofit, para medir la fuerza muscular, la agilidad y la flexibilidad, y el test de Course-Navette para controlar el VO₂ máx. Con todo ello, se recogieron los datos acerca de los bajos niveles de actividad y condición física de los adolescentes españoles.

Se incluye la Tabla 4 con el objetivo de resumir los principales estudios presentados y los resultados, relativos a los niños y adolescentes españoles, recogidos por cada una de las investigaciones.

Tabla 4. Principales estudios, con datos para España, sobre el nivel de actividad física de niños y adolescentes

Estudio	Ámbito	Año	Universo	Muestra	Instrumentos	Resultados
<i>Global Trends</i> (Guthold et al., 2020)	Mundial (España)	2019	11-17 años	1,6 millones	Encuesta/ Cuestionario	23,4 % suficiente AFMV
Sección del programa <i>UP & DOWN Study</i> (Pérez-Bey et al., 2020)	España	2019	6- 17,9 años	1082	Antropometría <i>20-m shuttle run</i>	El nivel de condición física cardiorrespiratoria y la obesidad están asociadas entre ellas y a la salud física.
<i>PASOS</i> (Gómez et al., 2019)	España	2019	Primaria Secundaria	3108	PAU-7S + acelerómetros	27,6 % suficiente AFMV
<i>SIVFRENT-J</i> (Consejería de Sanidad, 2019a)	Comunidad Madrid	2018	4º ESO (15 y 16 años)	2051	Cuestionario	53,4 % mujeres 83,8 % hombres suficiente AFV
<i>ANIBES</i> (Mielgo-Ayuso et al., 2016)	España	2013	9- 12 años 13- 17 años	213 211	Acelerómetros	44,6 % suficiente AFMV
<i>Notas:</i> [AFMV] Actividad físico moderada-vigorosa						

Estudio	Ámbito	Año	Universo	Muestra	Instrumentos	Resultados
<i>Estudio Hábitos Deportivos Población Escolar España</i> (CSD, 2011)	España	2011	1º Primaria- 2º Bachillerato	29490	Cuestionario	43 % considerados activos (5h/semana)
<i>EYHS</i> (Laguna-Nieto et al., 2011)	Comunidad Madrid	2011	9 años	438	Acelerómetros	La cantidad AFMV está más asociada al género que al IMC.
<i>HELENA</i> (Ruiz, Ortega et al., 2011)	Europa	2006-2008	12,5- 17,49 años	2200	Acelerómetros Test físicos	41 % suficiente AFMV
<i>AFINOS</i> (Martínez-Gómez et al., 2009)	Madrid	2007-2008	13-16 años	214	Acelerómetros Antropometría y pliegues	71 % suficiente AFMV
<i>AVENA</i> (Wärnberg et al., 2006)	España	2000-2003	13-18 años	3000	Cuestionarios Examen clínico Test físicos	Bajos niveles de actividad y condición física
<i>Notas:</i> [AFMV] Actividad física moderada-vigorosa [IMC] Índice Masa Corporal						

Como se puede apreciar estos estudios, en su mayoría, mostraron el bajo nivel de actividad física y coincidieron en diferentes apreciaciones:

- Existe una tendencia negativa, los niveles de actividad física disminuyen progresivamente según los niños y niñas van creciendo (CSD, 2001; Riddoch et al., 2004).
- Los sujetos en edad escolar pasan gran parte del tiempo en actividades sedentarias (Hernández et al., 2010; Pérez-Rodrigo et al. 2015; Rey-López et al., 2010; Ruiz, Ortega et al., 2011).
- Las niñas y adolescentes mujeres realizan menos actividad física que los niños y adolescentes hombres (Consejería de Sanidad, 2019a; CSD, 2011; Guthold et al., 2020; Laguna-Nieto et al., 2011; Martínez-Gómez et al., 2009; Wärnberg et al., 2006). En la Tabla 5 se muestran los datos de los diferentes estudios según el género.

Tabla 5. Porcentaje de niños y jóvenes españoles, según el género, que cumplen con las recomendaciones de actividad física

Estudio	Mujeres (%)	Hombres (%)
<i>Global Trends</i> (Guthold et al., 2020)	16,2 %	30,2 %
<i>SIVFRENT-J</i> (Consejería de Sanidad, 2019a)	53,4 %	83,8%
<i>EYHS</i> (Laguna-Nieto et al., 2011)	16,7% sujetos normopeso 26,5 % sujetos sobrepeso	55 % sujetos normopeso 40 % sujetos sobrepeso
<i>Estudio Hábitos Deportivos Población Escolar España</i> (CSD, 2011)	31 %	54 %
<i>Global Trends</i> (Guthold et al., 2010)	15,9 %	25,6 %
<i>AFINOS</i> (Martínez-Gómez et al., 2009)	60 %	82,2 %
<i>AVENA</i> (Wärnberg et al., 2006)	47%	71%

2.1.3 Nivel de actividad física de niños y adolescentes en la Comunidad de Madrid

Los ya citados estudios *SIVFRENT-J* (Consejería de Sanidad, 2019a) y *EYHS* (Laguna-Nieto et al., 2011) están realizados con una muestra de niños y adolescentes de la Comunidad de Madrid. Así como el *Estudio sobre los hábitos deportivos de la población escolar en España* (CSD, 2011) que facilitó una imagen que, de una forma clara y sencilla, presentó cuál es la situación en relación al nivel de actividad físico-deportiva [AFD] de niños y adolescentes de la Comunidad Autónoma donde versa la intervención de esta tesis, la Comunidad de Madrid (Tabla 6).

Tabla 6. Nivel de actividad físico deportiva en la Comunidad de Madrid (CSD, 2011)

COMUNIDAD DE MADRID- Muestra de población escolar: 1634				
AFD organizada		74 % hombres	49 % mujeres	
AFD no organizada		87 % hombres	77 % mujeres	
Índice AFD	36 % sedentario	12 % sedentario moderado	10 % activo moderado	42% activo
Notas: [AFD] Actividad físico-deportiva				

El objetivo de esta tesis no consiste en realizar una extensa revisión bibliográfica, sino presentar los principales datos en relación a la salud física de niños y adolescentes, para así exponer el estado de la cuestión, principalmente apoyada en estudios científicos españoles. Por otro lado, tampoco es intención de este documento ahondar en otras variables fundamentales que influyen en la salud infantil y juvenil como puede ser la alimentación o la familia. El proyecto *PERSEO* (Aranceta-Batrina et al., 2013) presenta datos y profundiza en este último aspecto de forma notable.

2.2. La actividad física en los centros escolares

La escuela es el centro clave para la promoción de la salud de los menores y la adquisición de un estilo o hábito de vida adecuado y cuenta con la actividad física y el deporte como aspectos esenciales. Así, la Ley 10/1990 de 15 de octubre del Deporte recogió que la actividad físico-deportiva es elemento fundamental del sistema educativo y su práctica es importante en el mantenimiento de la salud del individuo. En los centros escolares, millones de niños y adolescentes españoles pasan gran parte de su tiempo. El Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020), en sus datos y cifras sobre educación del curso escolar 2020/2021, presentó una previsión, en España, de 2041428 alumnos en Educación Secundaria Obligatoria y 2858826 alumnos en Educación Primaria que permanecen en el centro escolar, en general y salvo ciertas excepciones, 25 horas y 30 horas semanales respectivamente, de acuerdo con los decretos autonómicos que concretan el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria y el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

Es ampliamente reconocida e investigada la idoneidad de los centros educativos para la promoción de la actividad física y la salud (e.g. Aranceta-Bartrina y Pérez-Rodrigo, 2018; McKenzie y Kahan, 2008; Pate et al., 2006; Pérez y Delgado, 2013), así como para implantar estrategias tempranas de prevención de la salud pública (Chen et al., 2020; Klakk et al., 2014) y para aumentar la actividad física de los estudiantes (Kriemler et al., 2011). Los claustros docentes, en general, y los maestros y profesores de Educación Física, en particular, deben transmitir la importancia de la vida activa físicamente para lograr la salud. Como explicaron Álvarez-Bueno et al. (2017), cuando el niño o el joven adquiere un hábito que le produce bienestar será difícil que lo abandone.

Tradicionalmente, la jornada lectiva incluye numerosas horas diarias en las que el alumnado permanece sedentario atendiendo a las lecciones de diferentes asignaturas. Además, una vez los

niños y jóvenes abandonan el centro escolar dedican parte de su tiempo de ocio a realizar tareas de nuevo sedentarias como pueden ser la realización de deberes, ver la televisión o utilizar el ordenador. Es por ello que, como muestra la Figura 1, en una investigación del Consejo Superior de Deportes [CSD] (CSD, 2011) los estudiantes señalaron la falta de tiempo como el principal motivo para no realizar actividad física.

Figura 1. Motivos de ausencia de práctica de actividad físico-deportiva (CSD, 2011)

Los colegios e institutos son los lugares donde, casi exclusivamente, se consigue que todos los alumnos realicen actividad física durante el tiempo dedicado al área de Educación Física. Sin embargo, la carga horaria para la Educación Física es muy limitada, como se analizará en el siguiente apartado, lo que conlleva bajos índices de actividad física de niños y adolescentes. El estudio de Mayorga-Vega et al. (2018) comprobó, mediante el uso de acelerómetros en estudiantes de 13-16 años, cómo los días que tenían Educación Física sus niveles de actividad física fueron significativamente mayores que aquellos días de diario o fin de semana en los que no recibieron esta asignatura. Bien es cierto que existen otros momentos donde niños y adolescentes pueden decidir si realizar actividad física, como puede ser el recreo, pero depende de la voluntad y

disponibilidad del alumnado que, la mayoría del tiempo, se ve condicionado a permanecer en actitud sedentaria. Así, la Figura 2 muestra claramente el decrecimiento de la actividad física realizada durante los recreos. Son especialmente preocupantes los índices de actividad física de las niñas y adolescentes mujeres, las cuales presentan valores muy bajos al no llegar ni a un 10 % de práctica físico-deportiva durante el recreo a partir de los 14 años. Sería deseable la reducción de este tiempo sedentario en los centros escolares (Vicente-Rodríguez et al., 2016) y tanto la Educación Física como diferentes programas escolares activos son elementos claves para lograrlo.

Figura 2. Actividad físico-deportiva en el recreo según género y edad (CSD, 2011)

2.2.1 Situación actual de la Educación Física

La Declaración de Berlín 2013 (UNESCO, 2013), basada en la Conferencia Internacional de Ministros encargados del Deporte de la UNESCO, confirmó que el medio más efectivo para dotar a los niños y jóvenes de competencias de vida es la Educación Física en la escuela y en las instituciones educativas. Además, la Carta Internacional de la Educación Física, la Actividad

Física y el Deporte (UNESCO, 2015a) remarcó, en su preámbulo, la importancia que la Conferencia General de la UNESCO otorga a la Educación Física, la actividad física y el deporte como medios para lograr beneficios de salud individuales y sociales. Esta organización señaló que la Educación Física es la base para adquirir unos hábitos de actividad física que perduren para toda la vida (UNESCO, 2015b).

A pesar de esta gran importancia de la actividad física y el deporte en la escuela y, por tanto, de la Educación Física (área o asignatura que tiene su centro en el movimiento del cuerpo), se puede comprobar cómo el número de horas semanales destinadas a ella son insuficientes si se quieren lograr efectos positivos para el alumnado en su salud (Fritz et al., 2016; Meyer et al., 2014; Müller et al., 2016; Wardle et al., 2007) y su rendimiento cognitivo (Arday et al., 2013).

El balance de tiempo dedicado a la Educación Física en España es muy negativo si se compara con otros países europeos (Comisión Europea/ EACEA/ Eurydice, 2013) y si se atiende a las recomendaciones del Parlamento Europeo (2007). El citado informe Eurydice presentó a España [ES] como uno de los países europeos que desarrollaban, tanto en Educación Primaria como en Educación Secundaria, un menor número de horas mínimas lectivas de Educación Física (Figura 3), siendo estas horas muy escasas si se comparaban con el total de horas lectivas del alumnado (Figura 4). Sin embargo, España destaca positivamente en el informe por ser un país que utiliza maestros y profesores especialistas en Educación Física para impartir la asignatura. Por último, es destacable que España forma parte de la mayoría de países que no cuentan con una asignatura independiente y obligatoria de educación para la salud ya que estas enseñanzas están integradas dentro del currículo de otras asignaturas obligatorias.

Figura 3. Evolución del mínimo de horas recomendadas de enseñanza obligatoria, en primaria y secundaria, de la Educación Física (Comisión Europea/ EACEA/ Eurydice, 2013).

Figura 4. Mínimo de horas lectivas asignadas a la Educación Física en primaria y secundaria, como porcentaje del total de horas lectivas de la jornada escolar completa (Comisión Europea/ EACEA/ Eurydice, 2013).

2.2.1.1 Marco normativo de la Educación Física en España y la Comunidad de Madrid

Esta tesis está aplicada en la Comunidad de Madrid por lo que se van a concretar las horas de Educación Física que marca la normativa de esta Comunidad. El Decreto 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria, en su Anexo IV establece que a) la Educación Física contará con 2,5 horas semanales en los colegios de forma general. Sin embargo, Anexo IV matiza que b) los colegios bilingües únicamente contarán con 1,5 horas dedicadas a esta área específica. Por su parte, el Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria establece 2 horas semanales de la asignatura específica en todos los niveles, sin distinción de si son institutos bilingües o no. Además, dentro de la autonomía del centro escolar, existe la posibilidad de incluir la asignatura de libre configuración autonómica de Deporte durante 2 horas a la semana.

Como se puede comprobar, el tiempo del que se dispone en Educación Física es limitado ya que, como afirmaron Trudeau y Shephard (2008) y Wilkins et al. (2010), existe la creencia errónea de que la reducción del tiempo de Educación Física va a beneficiar los resultados académicos de los alumnos, aspecto sobre el que se profundizará en el epígrafe 2.2.3 de esta tesis.

Recientemente, la Comunidad de Madrid presentó Decreto 59/2020, de 29 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se modifica el Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria, esta modificación incorpora, en las enseñanzas de Educación Secundaria Obligatoria, un aumento de una hora en el horario semanal de la materia de Educación Física en cada uno de los cuatro cursos que componen la etapa.

Como muestra la siguiente gráfica (Figura 5), pese a la limitada presencia en la jornada escolar de la Educación Física, el alumnado la valora de forma muy positiva, sobre una escala de 10 puntos, si bien esta valoración tan positiva va decreciendo según los estudiantes van cumpliendo años.

Figura 5. Valoración general por edad de Educación Física (CSD, 2011).

A continuación, y en base a la normativa educativa actual, se va justificar la presencia de la Educación Física en los centros escolares, como herramienta fundamental en relación a la salud.

La Ley Orgánica 8/2013 para la mejora de la calidad educativa [LOMCE], en su disposición cuarta, manifiesta que las administraciones educativas adoptarán medidas para que la actividad física y la dieta equilibrada formen parte del comportamiento infantil y juvenil. Esta alusión a la salud se presenta también en el Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria y que plantea como objetivo de la Educación Primaria, en su Artículo 7 el siguiente: k) Valorar la higiene y la salud, aceptar el propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias y utilizar la educación física y el deporte como medios para favorecer el desarrollo personal y social. Por su parte, en Enseñanza Secundaria el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, en su artículo 11 presenta, para Educación Secundaria el objetivo k) Conocer y aceptar el funcionamiento del propio cuerpo y el de los otros, respetar las diferencias, afianzar los hábitos de cuidado y salud corporales e incorporar la educación física y la práctica del deporte para favorecer el desarrollo personal y social; y en el artículo 25 el siguiente objetivo para Bachillerato: m) Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.

Todas estas ideas y principios se transcriben en el Decreto 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de

Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria y el Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Además, en la introducción de la Educación Física de ambos Decretos se hace mención a la importancia de la asignatura para la calidad de vida, la creación de hábitos de practica saludable, el cuidado de la salud y el desarrollo de un estilo de vida activo y saludable. Por otro lado, la salud es parte fundamental de los contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje que marca, en todos los cursos, el currículo de ambas etapas educativas como muestra la Tabla 7.

En esta línea, Le Masurier y Corbin (2006) expusieron los diez principales motivos para integrar una Educación Física de calidad: (a) ayuda a prevenir enfermedades; (b) proporciona calidad de vida; (c) contrarresta el sobrepeso y la obesidad; (d) contribuye a mantener una condición física saludable; (e) proporciona oportunidades únicas de actividad; (f) transmite habilidades motrices y de autogestión; (g) contribuye al aprendizaje académico; (h) crea sensibilidad económica; (i) es ampliamente respaldada por la población; y (j) ayuda a la formación integral del niño. Es por todo ello que el Consejo General de Colegios Profesionales de la Educación Física y del Deporte [COLEF] (Comité de expertos de Educación Física del Consejo COLEF, 2017) recomendó el aumento de las horas destinadas a la Educación Física, incluir en el currículo la competencia corporal y para la salud y calidad de vida y la realización de proyectos educativos de centro que transmitan hábitos de vida saludable y aumenten la actividad física realizada por los estudiantes.

Tabla 7. La salud en el currículo de la Educación Física de la Comunidad de Madrid

		Contenidos	Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje
Educación Primaria (Decreto 89/2014)	1º	La importancia del ejercicio físico como recurso para mejorar las capacidades físicas y desarrollar hábitos saludables de higiene y alimentación.	5. Reconocer los efectos del ejercicio físico, la higiene, la alimentación y los hábitos posturales sobre la salud y el bienestar, manifestando una actitud responsable hacia uno mismo.
	2º		
	3º		
	4º		5.3. Identifica los efectos beneficiosos del ejercicio físico para la salud.
	5º		
	6º		
Educación Secundaria (Decreto 48/2015)	1º	Ventajas para la salud y posibles riesgos de las diferentes actividades físico deportivas seleccionadas.	5. Desarrollar las capacidades físicas de acuerdo con las posibilidades personales y dentro de los márgenes de la salud.
	2º	Los niveles saludables en factores de condición física.	5.1. Participa activamente en la mejora de las capacidades físicas básicas desde un enfoque saludable, utilizando los métodos básicos para su desarrollo.
	3º	Métodos para llegar a valores saludables en la fuerza, la resistencia, la flexibilidad y la velocidad.	
	4º	Actividades físico deportivas más apropiadas para conseguir los niveles saludables de condición física.	4. Argumentar la relación entre los hábitos de vida y sus efectos sobre la condición física, aplicando los conocimientos sobre actividad física y salud. 4.1. Relaciona hábitos como el sedentarismo con sus efectos en la condición física y la salud.

2.2.2 Programas internacionales y estrategias de actividad física en los centros

escolares

Según lo planteado en el anterior apartado queda justificada la importancia de la Educación Física en el horario lectivo del alumnado español. Para complementar la actividad física realizada en esta asignatura diferentes organizaciones, instituciones o iniciativas particulares han llevado a cabo distintas propuestas durante el tiempo de ocio y el extraescolar para reducir la obesidad, mejorar la salud física y transmitir a los niños y adolescentes el estilo de vida activo y saludable que los acompañe en su crecimiento (e.g. García-Hermoso et al., 2020; Głabska et al., 2019; Gortmaker et al., 2012; Martínez-López et al., 2018; Yin et al., 2012).

Mientras se toman medidas que aumenten la carga horaria de la Educación Física, debido a la dificultad para llegar a todos los estudiantes durante el tiempo extraescolar y de ocio, diversos investigadores internacionales buscaron la manera de aumentar el tiempo activo en los centros escolares durante la jornada lectiva mediante diferentes proyectos y estudios con efectos beneficiosos sobre el rendimiento motor y el nivel de actividad física (Demetriou y Höner, 2012).

Entre otras estrategias se plantearon: (a) los recreos activos guiados o con diseño de zonas activas; (b) los descansos activos o cuñas motrices; (c) las aulas con elección de asiento flexible; (d) las lecciones activas o kinestésicas; (e) los programas deportivos extraescolares previos y posteriores a las horas lectivas; (f) las guardias activas; (g) la realización de olimpiadas deportivas y torneos en el propio centro escolar o inter-escolares; (h) la participación en eventos como la Semana Europea de la Movilidad o el día de la Educación Física en la calle; o (i) la realización de excursiones y viajes escolares a la naturaleza durante las denominadas como Semana Blanca o Semana Verde. Estas actividades tan variadas algunas veces son desarrolladas al aire libre y otras en instalaciones o equipamientos cubiertos. En resumen, la actividad física para niños y adolescentes se puede encontrar de las siguientes formas (Figura 6):

Figura 6. Principales modelos de actividad física para niños y adolescentes.

A continuación, se muestran algunos proyectos internacionales, seleccionados por su repercusión mundial y/o resultados. La siguiente imagen (Figura 7) destaca programas representativos de cada uno de los continentes.

Figura 7. Ejemplos internacionales de proyectos activos en la escuela.

En las instituciones europeas, como el Consejo de Europa, están concienciados con la importancia de la promoción de la actividad física en las escuelas por lo que hay numerosos proyectos financiados por instituciones oficiales y otros muchos que surgen espontáneamente y por inquietud particular. En España, el Ministerio de Educación y Formación Profesional otorga el distintivo de calidad de centros docentes *Sello Vida Saludable* a cualquier centro que adquiera un compromiso con el desarrollo y mejora de la calidad educativa y la salud (Orden ECD/2475/2015, de 19 de noviembre, por la que se crea el distintivo de calidad de centros docentes Sello Vida Saludable). En el norte de Europa, el estudio *KISS* (Meyer et al., 2014) sobre el deporte en niños y

jóvenes (*Kinder und Jugendsportstudie*) consiguió que, durante tres años, en 15 colegios suecos, los alumnos disfrutasen de una sesión diaria de Educación Física en el colegio, tuviesen pequeños descansos activos entre sesiones teóricas y realizaran deberes diarios de actividad física con la intención de mantener estos beneficios físicos en el tiempo.

En América, son varios los programas que buscaron luchar contra el sedentarismo en las aulas. En la zona norte, concretamente en Estados Unidos son numerosos los proyectos e investigaciones que se están realizando. El programa *Let's Move* (Obama, 2012), fue una campaña lanzada por la ex primera dama, Michelle Obama, para luchar contra la obesidad infantil. Para ello concentró sus esfuerzos en que los niños ingiriesen comida sana y fresca y disfrutasen de un mínimo de 60 minutos diarios de juego. Para el primer objetivo contó con la ayuda de los principales proveedores de comida escolar que redujeron la cantidad de grasa, azúcar y sal de sus productos. Para el ámbito físico, numerosos deportistas profesionales se ofrecieron voluntarios con el objetivo de transmitir la importancia de la actividad física y el juego activo. Por otro lado, en la zona sur de América, concretamente en Chile, se debe destacar por su repercusión el programa *TAKE10!*® (Goh et al., 2016), ya que sirvió como base a múltiples proyectos internacionales. En este programa se pretendió integrar movimiento y aprendizaje realizando, durante breves períodos de tiempo, ejercicios activos durante las sesiones de clases teóricas.

Ha sido complejo encontrar proyectos activos en África debido, en parte, a un menor número de divulgaciones científicas. El Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia [UNICEF], junto con Organizaciones no Gubernamentales de Sudáfrica, desarrollaron el programa *Sport for Development and Peace* (Kidd, 2008) en el que se realizaron actividades deportivas que proporcionaron a los escolares sudafricanos habilidades útiles para la vida. Por un lado, se compró material deportivo y se construyeron o mejoraron diferentes instalaciones deportivas. Por otro, se formó a los profesores para que transmitiesen enseñanzas y valores a través del juego en las escuelas, promocionando que los niños tomaran parte en eventos deportivos.

En el continente asiático, China, uno de los países más extensos, se encuentra en los puestos más altos del medallero olímpico. Es, en este país, donde se realizó un proyecto físico educativo que siguió la línea del citado Programa *TAKE10!*®, el programa *Healthy Active Preschool and Primary Years [HAPPY10]* (Liu et al., 2008) que incluía cuñas motrices entre asignaturas teóricas, de 10 minutos, en las que se hacía actividad física, siendo este el vehículo de aprendizaje de contenidos teóricos.

En Oceanía, y más concretamente en Australia, donde la actividad física y el deporte es muy valorada y practicada por su sociedad, se realizó el proyecto *Switch Play* (Salmon et al., 2008), una intervención desarrollada en Melbourne que promovía la participación de los niños en actividades físicas, la prevención del exceso de peso y la reducción del tiempo destinado a comportamientos sedentarios delante de una pantalla. Para ello se trabajó en la modificación de comportamientos y se incidió en las habilidades motrices fundamentales de los niños.

Todos estos programas obtuvieron resultados muy positivos en diferentes aspectos:

- Los estudios de Salmon et al. (2008) y Kibbe et al. (2011) coincidieron en afirmar que los niños y jóvenes participantes en programas de actividad física escolar lograron aumentar su gasto energético diario y vieron mejorada su salud.
- Muchos de ellos, como Liu et al. (2008) y Salmon et al. (2008), coincidieron en encontrar resultados más significativos y favorables en cuanto a la reducción de peso e IMC tras la aplicación de los programas, especialmente en las niñas. Otros, como Meyer et al. (2014) obtuvieron resultados que confirmaron una reducción de la grasa corporal de los alumnos participantes en los diferentes proyectos activos.
- Existe cierta controversia en cuanto a la efectividad de estos programas de cara a conseguir una reducción del tiempo dedicado a actividades sedentarias, incluido aquel que los niños y adolescentes pasan delante de las pantallas. Chesham et al. (2018) obtuvieron resultados positivos en este aspecto, mientras que Salmon et al. (2008) admitieron que la intervención no había sido efectiva en dicho aspecto.

- Los niños participantes en estos programas declararon disfrutar del tiempo dedicado a la actividad física (Salmon et al., 2008), y mostraron un mejor comportamiento y concentración de cara a la tarea al combinar lo físico con lo académico (Goh et al., 2016).

Además de la ya citada importancia de la Educación Física y de diferentes proyectos globales de actividad física en los centros escolares, este documento pretende analizar estrategias concretas de actividad física durante la jornada lectiva.

La revisión de van Sluijs et al. (2007) encontró numerosas intervenciones efectivas para aumentar el nivel de actividad física de niños y adolescentes. Por su parte, tanto el meta-análisis de Erwin et al. (2012) como las revisiones sistemáticas de Martin y Murtagh (2017) y Daly-Smith (2020) concluyeron que los efectos derivados de aumentar el movimiento del alumnado son muy positivos a nivel de actividad física, salud y rendimiento académico. Una extensa revisión de estudios sobre la actividad física escolar de sujetos de 6 a 18 años, llevaron a Dobbins et al. (2013) a afirmar que la actividad física debe ser promocionada e impulsada por instituciones y por toda la comunidad educativa.

Todos estos programas deben tener en cuenta unas recomendaciones generales, Así, por ejemplo, el Instituto de Medicina de los Estados Unidos (Kohl III y Cook, 2013) hizo llegar a los educadores diferentes pautas saludables susceptibles de aplicarse en los centros escolares: (a) todo el centro escolar debe colaborar como facilitador de un ambiente promotor de los 60 minutos diarios de AFMV durante las horas de permanencia en el colegio; (b) se debe incluir la actividad física como una asignatura central; y (c) la actividad física debe ser una prioridad para los colegios, especialmente si facilita los logros académicos. Por último, debe ser mencionado que, si bien la inversión en todos los programas escolares de actividad física conlleva mejoras en salud y bienestar a largo plazo, es también importante equilibrar y valorar la inversión económica necesaria para aplicar estos programas en la escuela y los resultados que se obtienen.

A continuación, se detallan las principales estrategias de promoción de la actividad física durante la jornada lectiva escolar: los recreos activos, los descansos activos o cuñas motrices y las lecciones activas. Se han seleccionado únicamente estas estrategias porque pueden ser realizadas con continuidad en el tiempo si se aprueban como proyecto del centro escolar y, por tanto, no son eventos o programas puntuales y esporádicos.

2.2.2.1 Los recreos activos (*active recess*)

Los recreos activos facilitan diferentes opciones de actividades, juegos y deportes activos al alumnado. Según Méndez-Giménez (2020a), las intervenciones en el patio de recreo pueden basarse en diferentes estrategias como, por ejemplo, proveer y dotar a este espacio de instalaciones y equipamiento fijo y movable, determinar zonas de juego específicas, utilizar vídeos y videojuegos activos, elaborar material autoconstruido e implicar al personal docente o auxiliar en labores de organización y motivación. El objetivo es que cada individuo encuentre una actividad física que le motive, ya que debe ser algo voluntario para no perder la esencia de lo que se considera un recreo *per se*. La dificultad de estos programas reside en conseguir una alta participación y un buen control.

Una completa intervención del programa *PLAYground* (Janssen et al., 2015) modificó los patios escolares de ciertos colegios pintando diferentes zonas de juegos y deportes, gestionando el uso de los espacios entre los escolares, motivando a profesores y padres a jugar con los alumnos en el recreo, facilitando cajas de material deportivo a cada clase y relacionando los contenidos de Educación Física con diferentes actividades físicas a las que jugar durante el recreo. Con todo esto, comprobaron cómo aquellos alumnos pertenecientes a centros escolares que tenían acceso al programa aumentaron su nivel de actividad física durante los recreos y estuvieron más motivados por participar en actividades que aquellos centros control que no tuvieron acceso a estos recursos. La investigación de Erwin et al. (2019) intervino alargando el tiempo de recreo, en concreto

realizaron una intervención en la que miles de escolares de colegios de Kentucky duplicaron sus recreos diarios, buscando así aumentar la actividad física del alumnado, facilitando numeroso material deportivo y proponiendo actividades físicas tanto para el exterior como para el interior. Este estudio no midió el aumento en la actividad física, pero sí consiguió comprobar cómo el alumnado participante en la intervención logró beneficios académicos al mejorar sus resultados en un test de logro matemático y otro de lectura, si bien el número de incidencias por problemas de comportamiento aumentaron.

Los recreos activos suelen realizarse al aire libre, pero hay situaciones, como las inclemencias meteorológicas, por las que es necesario realizarlos en el interior. Para estas situaciones, Erwin et al. (2013) comprobaron cómo los vídeos de baile, como por ejemplo *GoNoodle*, pueden ser una manera efectiva de evitar las actividades sedentarias y aumentar la actividad física durante el recreo.

2.2.2.2 Los descansos activos o cuñas motrices (*active breaks, active boost*)

Los descansos activos, en adelante cuñas motrices (Vaca, 2002), son pausas breves, dentro de una lección o entre lecciones, en las que se busca que los estudiantes desconecten de la actividad académica mediante el movimiento y la actividad física. Estas cuñas motrices pueden ser guiadas por el profesor o se puede permitir al alumnado que, autónomamente, busque la manera de activar su cuerpo mediante el movimiento. Diferentes modelos internacionales que aplicaron cuñas motrices fueron los programas *inPACT* (Beemer et al., 2018), *Activity Bursts in the Classroom [ABC]* (Katz et al., 2010), *FUNtervals* (Ma et al., 2014), *ACTI-BREAK* (Watson et al., 2019) e *Instant Recess* (Whitt-Glover et al., 2011), programas que introdujeron en el aula, durante las lecciones académicas, breves períodos de ejercicios físicos, de aproximadamente 5-10 minutos. Un ejemplo muy extendido por Europa es el programa *The Daily Mile™*, una iniciativa por la cuál los niños corren aproximadamente una milla diaria, durante la jornada lectiva, al aire libre, ya sea

en las pistas deportivas, el patio de juego, un campo cercano o un parque. Esta idea comenzó en el colegio St. Ninians de Stirling (Escocia) y rápidamente se expandió por Reino Unido y por varios países europeos como Bélgica, Holanda, España y otros países del mundo como Canadá o Australia. Recientes estudios mostraron la efectividad de este proyecto en alumnado de hasta 12 años, ya que se logró que aumentase su nivel de AFMV, se redujese su tiempo sedentario y mejorase su composición corporal (Chesham et al., 2018), todo ello sin efectos significativos ni en la competencia matemática ni en la función ejecutiva (Morris et al. 2019). En España, *The Daily Mile™*, se adaptó al programa *Aprendo Corriendo*, logrando resultados positivos en la capacidad cardiorrespiratoria, la coordinación motora y la atención de niños y niñas (Ordóñez et al., 2019). Se ha comprobado que estas cuñas motrices pueden también producir mejoras en la atención (Altenburg et al., 2015), así como en el comportamiento (Carlson et al., 2015; Ma et al., 2014) y lograr un aumento en el tiempo de actividad física (Beemer et al., 2018; Carlson et al., 2015; Whitt-Glover et al., 2011), si bien sus efectos sobre el rendimiento académico y el conocimiento no son concluyentes (Daly-Smith et al., 2018).

Por último, según la investigación de Babey et al. (2014), es importante valorar que las cuñas motrices son de los programas más económicos en cuanto a la inversión necesaria.

2.2.2.3 Las lecciones activas (*physically active lessons, physically active learning, action-based learning, active brain breaks*)

Las llamadas *physically active lessons*, también llamado *physically active learning* [PAL] (Daly-Smith et al., 2020) o *action-based learning* [ABL] (Culp et al., 2020), en adelante lecciones activas, logran integrar el movimiento en la actividad académica que el alumnado realiza en áreas diferentes a la Educación Física. Para lograrlo se puede optar por dos opciones diferenciadas.

Por un lado, se encuentran las aulas kinestésicas que integran en el aula diferentes dispositivos que permiten a los alumnos atender mientras realizan ejercicio físico, siendo un elemento

prometedor según la revisión de Altenburg et al. (2016) y que serán desarrolladas en el próximo epígrafe.

Por otro lado, existen las lecciones activas con modificación de la metodología para conseguir transmitir el contenido académico mediante el movimiento. En ellas, el profesor que imparte la asignatura adapta su metodología para enseñar el contenido de forma activa físicamente, ya sea durante toda la sesión, aplicando clases académicas físicamente activas, o en parte de la sesión, mediante descansos activos académicos. La transmisión de contenido curricular es lo que diferencia la lección o pausa activa de la cuña motriz, ya que esta última únicamente se centra en la actividad física.

La revisión sistemática de Norris et al. (2015) demostró la influencia positiva de las lecciones físicamente activas sobre la actividad física de los estudiantes, si bien hay evidencia limitada de que la actividad física que se logra sea AFMV, como ya se ha explicado es aquella más recomendada por sus beneficios para la salud. Por su parte, la revisión de Webster et al. (2015) expuso, de forma teórica, con el objetivo de plantear iniciativas y puntos clave para maximizar el movimiento de los niños en las clases académicas, distintos programas como los que a continuación se presentan.

Diversas intervenciones escolares implantaron lecciones de Matemáticas activas. Mediante estas lecciones se logró un mayor nivel de actividad física, tanto ligera como AFMV, del alumnado durante las sesiones de clase (Erwin et al., 2011), un menor tiempo sedentario y mejores resultados en el contenido matemático de la resta (Cecchini y Carriedo, 2020). En la misma línea se encuentra la intervención de Bartholomew et al. (2018), intervención que comprobó cómo el programa *I-CAN* de lecciones activas conseguía una mayor AFMV para su alumnado que para aquellos sujetos que atendían a lecciones tradicionales de clase.

Estas afirmaciones pueden ser complementadas con las investigaciones de Mahar et al. (2006), que evaluaron los efectos de un programa de actividad física en clase mediante *Energizers*, permitiendo a los alumnos moverse y hacer ejercicios mientras aprendían contenidos académicos.

Además de conseguir que los niños de la intervención dieran significativamente más pasos que aquellos del grupo control, los resultados fueron también significativos de cara a la mejora del comportamiento. Por su parte Graf et al. (2005, 2008), con su llamado *Children's Health Interventional Trial (Chilt Project)*, encontraron mejora en la capacidad cardiorrespiratoria y habilidades motrices de los escolares que incrementaron su actividad física gracias a las lecciones y los descansos activos.

El ya citado programa *TAKE10!*® de Chile, causó un gran impacto en otros países americanos, asiáticos y europeos combinando el movimiento y el conocimiento con descansos académicos activos de 10 minutos. Kibbe et al. (2011) revisaron todas las investigaciones con base en este programa y afirmaron que los estudiantes participantes en lecciones activas lograron niveles más altos de actividad física. Basándose en la misma metodología se instauró el programa *HAPPY 10* en los colegios de Pekín, lográndose un aumento del gasto energético diario (Liu et al., 2008), al igual que gracias los programas *Brain Breaks* (Mok et al., 2020), *Active School Program* (Seljebotn et al., 2019), *Physical Activity Across the Curriculum [PAAC]* (Donnelly et al., 2013), *Fit & Vaardig op School* (Mullender-Wijnsma et al., 2016) o, en España, los *Descansos Activos* de los *Proyectos Escolares Saludables* (Sánchez et al., 2017).

El programa *Learning, Cognition and Motion [LCoMotion]* (Tarp et al., 2016) es de los pocos aplicados con adolescentes de Enseñanza Secundaria y, además de implantar actividad física durante las asignaturas académicas, promovía el movimiento durante el recreo y el tiempo de ocio. Sin embargo, no logró la efectividad prevista ni respecto a los niveles de actividad física ni en el aspecto cognitivo.

La revisión de Méndez-Giménez (2020b) recogió revisiones y meta-análisis publicados sobre las lecciones activas en los últimos cinco años y concluyó que estas lecciones tienen el potencial no solo de aumentar la AFMV de los estudiantes, sino de mejorar su rendimiento académico y cognitivo. Sin embargo, los estudios analizados, encontraron dificultades en la aplicación de estas lecciones activas, ya que no solo requieren del compromiso y motivación de los estudiantes y del

profesorado implicado (Martin y Murtagh, 2017), sino que estos, en la mayoría de los casos, no disponen del tiempo suficiente para su formación específica, planificación y preparación, además de contar con limitada colaboración de las administraciones educativas (Dinkel et al., 2017).

La Tabla 8 recoge los principales programas activos que se han presentado. Como se puede apreciar, la mayoría de los estudios se centran en el alumnado de Educación Primaria. Sin embargo, se comprobará en el epígrafe 2.3 que las lecciones activas, mediante la utilización de *active desks*, sí que encuentran su principal muestra de intervención en el alumnado de Educación Secundaria.

Tabla 8. Principales programas activos en centros escolares

Etapa	Recreos activos	Cuñas motrices	Lecciones activas
Educación Primaria	<p><i>PLAYground</i> (Janssen et al., 2015). Modificación de los patios escolares y participación de la Comunidad Educativa durante los recreos, con el objetivo de motivar al alumnado en la práctica de juegos y deportes.</p> <p><i>Indoor Recess Dance Videos</i> (Erwin et al., 2013). Proyección de vídeos con bailes durante el tiempo de recreo en el interior.</p>	<p><i>ABC</i> (Katz et al., 2010) y <i>ACTI-BREAK</i> (Watson et al., 2019) Pausas de actividad física múltiples.</p> <p><i>Instant Recess®</i> (Whitt-Glover et al., 2011). Pausas físicas de 10 minutos.</p> <p><i>FUNtervals</i> (Ma et al., 2014). Pausas de de 4 minutos de ejercicios de alta intensidad.</p> <p><i>inPACT</i> (Beemer et al., 2018). Pausas de 3 minutos de AFMV.</p> <p><i>Daily Mile™</i> (Chesham et al., 2018; Morris et al., 2019) y <i>Aprendo Corriendo</i> (Ordóñez et al., 2019). Pausa de carrera continua en los exteriores del colegio.</p>	<p><i>TAKE10! ®</i> (Kibbe et al., 2011); <i>HAPPY10</i> (Liu et al., 2008); <i>I-CAN!</i> (Bartholomew et al., 2018); <i>Energizers</i> (Mahar et al., 2006); <i>Fit & Vaardig op School</i> (Mullender et al., 2016); <i>Descansos activos</i> (Sánchez et al., 2017).</p> <p>Períodos de clase de 10-15 minutos en los que se refuerza, mediante el movimiento, diferentes contenidos académicos.</p> <p><i>Active School program</i> (Seljebotn et al., 2019), <i>PAAC</i> (Donnelly et al., 2013) y <i>TWM-E</i> (Mavilidi et al., 2019). Sesiones teóricas en movimiento.</p> <p><i>Brain Breaks®</i> (Mok et al., 2020). Vídeos de actividad física con aprendizaje académico de 3-5 minutos.</p>
Educación Secundaria	<p>Son escasos los programas activos escolares e intervenciones de actividad física durante la jornada lectiva aplicadas en Educación Secundaria, como analiza la revisión sistemática de Altenburg et al. (2016).</p>		<p><i>Learning, Cognition and Motion [LCoMotion]</i> (Tarp et al., 2016). Lecciones académicas activas físicamente.</p>

2.2.3 Influencia de la actividad física en el rendimiento académico

En relación a los programas de actividad física escolar, debemos señalar que no solo existen beneficios sobre la salud física, sino que es también importante destacar diferentes estudios que investigan la relación, en la mayoría de los casos directamente proporcional, entre la actividad física y el rendimiento académico (e.g. Donnelly y Lambourne, 2011; Pontifex et al., 2013; Reed et al., 2010). Para clasificar y organizar qué es lo que se entiende por rendimiento académico, se va a utilizar la clasificación que el Centro para el Control y Prevención de Enfermedades/ *Centers for Disease Control and Prevention* [CDC] (CDC, 2010) estableció:

- Habilidades cognitivas y actitud. Incluye: (a) la función ejecutiva; (b) la atención; (c) la memoria; (d) la comprensión verbal; y (e) el procesamiento de información. Por su parte son actitudes: (a) la motivación; (b) el autoconcepto; y (c) la satisfacción.
- Comportamiento académico. Algunos ejemplos son el comportamiento enfocado en la tarea, la organización, la asistencia o el control de impulsos.
- Logro académico. Todos los resultados en test y pruebas de examen de las diferentes asignaturas.

Diferentes meta-análisis y revisiones de la literatura recogieron la influencia de la actividad física sobre uno o varios aspectos del rendimiento académico como la mejora el comportamiento hacia la tarea (Watson et al., 2017), el aumento de los logros académicos (Marques et al., 2017; Singh et al., 2012), especialmente la competencia matemática (Álvarez-Bueno et al., 2017; Singh et al., 2019) y los efectos positivos en la atención (de Greeff et al., 2017), el conocimiento (Sibley y Etnier, 2003) y la memoria (Chaddock-Heyman et al., 2014).

Es fundamental conocer cuál es la actividad física más beneficiosa para lograr estos efectos tan positivos. El meta-análisis realizado por Sibley y Etnier (2003) no encontró resultados significativos en cuanto al tipo de actividad más beneficiosa mientras que el meta-análisis de Fedewa y Ahn (2011) señaló que la actividad aeróbica es el tipo de actividad más beneficiosa para

mejorar el rendimiento cognitivo. En relación a esto último, una investigación longitudinal realizada en España con alumnado de 6 a 18 años, basada en el programa *UP & DOWN* (Esteban-Cornejo et al., 2014), encontró relación directamente proporcional entre la el trabajo cognitivo y la capacidad cardiorrespiratoria.

Como se puede apreciar, existen numerosos meta-análisis y revisiones que muestran claramente la relación positiva entre actividad física y rendimiento cognitivo. Sin embargo, no se han encontrado estudios reseñables que muestren los efectos negativos, pero sí hay investigaciones que se muestran neutras ante esta asociación como la de Keeley y Fox (2009) o la califican de incierta pero prometedora (Donnelly et al., 2016; Norris et al., 2020). Con la intención de categorizar las asociaciones entre actividad física y rendimiento académico, en positivas o negativas, Rasberry et al. (2011) facilitaron, tras realizar una revisión sistemática de la literatura, los siguientes datos: existían un 50,5 % de asociaciones positivas, un 48 % no significativas o neutras y un 1,5 % de asociaciones negativas.

Por tanto y debido a que los estudios no encuentran efectos negativos académicamente, se recomienda la realización de actividad física durante el horario lectivo para beneficiar la salud de los niños y para estimularles (Katz et al., 2010). A continuación, en la Tabla 9, se recoge un resumen detallado de las principales revisiones y meta-análisis citados con la intención de clarificar, concretar y analizar la influencia de la actividad física sobre el rendimiento académico de los niños y adolescentes hasta los 18 años de edad.

Posteriormente se focalizará la atención en las diferentes intervenciones concretas de programas de actividad física en escolares y en su influencia sobre los tres aspectos mencionados del rendimiento académico: las habilidades cognitivas, el comportamiento y el logro académico. Se han recogido aquellos estudios que incluyen intervenciones de actividad física en el centro escolar en cualquiera de las siguientes tres formas: interviniendo en la cantidad y calidad de la asignatura de Educación Física, la actividad física del recreo o la actividad física en el aula, ya sea con pausas activas o incorporada a la sesión académica.

Tabla 9. Actividad física y rendimiento académico en niños y adolescentes: meta-análisis y revisiones

Revisión o meta-análisis	Tipo de Actividad Física y Población	Asociación actividad física y rendimiento escolar
Singh et al. (2019)	Intervenciones de actividad física con niños y jóvenes de 0-18 años y panel de expertos	Evidencias imprecisas en relación a la función cognitiva y el rendimiento académico Efectos positivos en el rendimiento matemático
Álvarez-Bueno et al. (2017)	Cualquier programa de actividad física escolar con niños y adolescentes	Efectos positivos en la adquisición de contenidos matemáticos
de Greeff et al. (2017)	Cualquier programa de actividad física con niños de 6 a 12 años.	Efectos positivos en atención y rendimiento académico
Marques et al. (2017)	Programas de actividad física escolar con niños y adolescentes hasta 18 años.	Efectos positivos en los logros académicos.
Watson et al. (2017)	Actividad física en el aula con niños de 5 a 12 años	Efectos positivos en los logros académicos y el comportamiento en la tarea
Donnelly et al. (2016)	Cualquier programa de actividad física en niños de 5 a 13 años	Ligera asociación positiva en el rendimiento académico
Norris et al. (2015)	Actividad física en el aula con niños y adolescentes de cualquier edad.	Efectos prometedores en la atención

Revisión o meta-análisis	Tipo de Actividad Física y Población	Asociación actividad física y rendimiento escolar
Chaddock-Heyman et al. (2014)	Cualquier programa de actividad física con niños de 7 a 10 años.	Efectos positivos en la atención y la memoria a largo plazo
Singh et al. (2012)	Estudios longitudinales de la relación entre actividad física y rendimiento académico en jóvenes hasta 18 años.	Efectos positivos en el rendimiento académico
Fedewa y Ahn (2011)	Cualquier programa de actividad física con niños y adolescentes de 3 a 18 años	Efectos positivos en el rendimiento académico
Keeley y Fox (2009).	Cualquier programa de actividad física escolar con alumnado de 4 a 18 años	Ligera asociación positiva, sin evidencia de detrimento académico
Trudeau y Shephard (2008)	Cualquier programa de actividad física escolar con niños y adolescentes	Efectos positivos en la memoria, la concentración y el comportamiento académico
Sibley y Etnier (2003)	Cualquier programa de actividad física con niños y adolescentes de 4 a 18 años.	Efectos positivos en el conocimiento

2.2.3.1 Influencia de la actividad física sobre las habilidades cognitivas y la actitud

Son varios los estudios que analizaron la influencia de la actividad física sobre las habilidades cognitivas y la actitud. Así, por ejemplo, Chaddock-Heyman et al. (2011), Hillman et al. (2009, 2019); Kamijo et al. (2015) y Raine et al. (2013) demostraron, en diferentes estudios, cómo un mayor nivel de forma física conlleva mejores resultados en diferentes funciones cognitivas en escolares. En la misma línea Moore et al. (2013) y Santana et al. (2017) afirmaron que la buena forma física, y en concreto la condición física aeróbica de cada sujeto, influyen positivamente en el desarrollo cognitivo de los preadolescentes. Conclusión a la que llegaron Gil-Espínosa et al. (2020) en un estudio multidisciplinar con adolescentes españoles. Otros estudios demostraron cómo la realización de ejercicio físico de intensidad moderada durante una pequeña duración de tiempo, tuvo efectos beneficiosos en el incremento de los procesos cerebrales y la concentración sin perjuicio de los resultados académicos (Pontifex et al., 2013) y en la inteligencia fluida (Reed et al., 2010). En programas de actividad física españoles se encontraron beneficios cognitivos para los alumnos y alumnas que duplicaron e hicieron más intensas las sesiones semanales de Educación Física (Ardoy et al., 2013) y participaron en programas de actividad física (Gallego et al., 2015; Ordóñez et al., 2019). Por otro lado, la atención selectiva de los escolares mejoró por la aplicación de pausas activas (Altenburg et al., 2015) y la inclusión de ejercicio aeróbico durante dichas pausas (Ordóñez et al., 2019; Tine y Butler, 2012).

Un incremento en la cantidad de sesiones de Educación Física, y por tanto de la actividad física realizada por los escolares logró, según los resultados de Úbeda-Palomares y Hernández-Álvarez (2020), una mayor motivación y una menor pérdida de autoeficacia motriz percibida. Motivación intrínseca por la actividad física y el bienestar que también mejoró de acuerdo al estudio de Schmidt et al. (2020). Por su parte Lubans et al. (2016) encontraron, en su revisión sistemática, que las mejoras en la autopercepción física acentuaron, en la mayoría de los estudios, la autoestima de escolares entre 5 y 18 años.

2.2.3.2 Influencia de la actividad física en el comportamiento académico

El comportamiento en clase es otro de los aspectos que influyen en el rendimiento académico. La actividad física parece ser facilitadora de un buen comportamiento académico.

El ya citado meta-análisis de Álvarez-Bueno et al. (2017) y el estudio de Carlson et al. (2015) plasmaron la transferencia tan positiva que existe entre la Educación Física y la mejora del comportamiento en el centro escolar.

Por su parte, los estudios de Grieco et al. (2016), Kibbe et al. (2011), Mahar et al. (2006), Mavilidi et al. (2020) y Szabo-Reed et al. (2017) lograron un efecto positivo en el comportamiento enfocado a la tarea tras aplicar lecciones físicamente activas.

Parece, por tanto, como ya presentó la revisión sistemática de Sullivan et al. (2017), que diferentes estrategias que aumenten la cantidad de actividad física en la jornada lectiva son efectivas e influyen positivamente en el comportamiento académico del alumnado,

2.2.3.3 Influencia de la actividad física sobre el logro académico

En general, como muestran los siguientes estudios, se puede afirmar que el aumento de la actividad física mejora ligeramente o no afecta sobre los logros académicos en test y exámenes.

Por un lado, se encuentran aquellos estudios como los de Ahamed et al. (2007) o Resaland et al. (2016) que encontraron que la actividad física y el rendimiento académico no guardan una asociación positiva o no existe una evidencia adecuada para afirmarlo.

Por el contrario, existen otros estudios que sí encontraron esta relación significativamente positiva entre la actividad física y el rendimiento, aunque cada uno con diferentes matices. Carlson et al. (2008) concluyeron que, al dedicar más tiempo a la asignatura de Educación Física, las niñas obtuvieron mejoras en test de matemáticas y lectura mientras que los niños no mostraron diferencias significativas. De igual manera, Schmidt et al. (2017) evaluaron la habilidad motriz y

el logro académico de pre-adolescentes, concluyendo que existía una asociación positiva entre ambas variables. Los resultados de intervenciones de actividad física para niños de Davis et al. (2011) y para adolescentes de Schmidt et al. (2017) fueron positivos en cuanto a los logros académicos, sin diferencia de género. Kibbe et al. (2011) revisaron y analizaron todas las investigaciones con base en el programa *TAKE10!*® y afirmaron que, gracias a esta combinación de ejercicio físico y conocimiento, se produce una mejoría en matemáticas y diferentes áreas de la lengua. Igualmente positivos, son los resultados encontrados por Donnelly et al. (2013) que formaron a profesores para impartir lecciones de diferentes asignaturas de una forma físicamente activa gracias al programa *PAAC*, observando cómo aquellos que recibieron estas lecciones activas lograron mejoras significativas en lectura, matemáticas y deletreo. Positivo para el rendimiento académico fue también el programa *School in Motion* (Käll et al., 2014) que duplicaron el tiempo de actividad física habitual de los escolares suecos, logrando mejores resultados en los exámenes nacionales que otros colegios de referencia en los que no aplicaron este programa, o la intervención *AMPED* (Lubans et al., 2018) con una amplia muestra de más de un millar de adolescentes australianos, que comprobó cómo al mejorar la calidad y aumentar la AFMV por parte de los alumnos en las sesiones de Educación Física se obtuvieron pequeñas mejoras en test matemáticos. También existen estudios longitudinales como el de Booth et al. (2014) que encontraron un impacto positivo de la AFMV a largo plazo sobre el rendimiento académico de adolescentes británicos. En España, Estrada-Tenorio et al. (2020) estudiaron a adolescentes y en Australia, Maher et al. (2016) a niños y niñas, coincidiendo ambos en que aquellos que realizaron más AFMV o se acercaron a los niveles diarios recomendados era mas probable que obtuvieran mejores resultados académicos.

Pero no solo la cantidad de actividad física es importante, la condición física de los adolescentes también está directamente relacionada con sus logros académicos (Chomitz et al., 2009; Marques et al., 2017). Por todo esto, de Bruijn et al. (2019) enfatizaron que es adecuado incrementar las oportunidades de actividad física enfocada a la capacidad aeróbica y la coordinación motriz de los

jóvenes. Por último, el estudio español de Esteban-Cornejo et al. (2017) consiguió demostrar, en niños con sobrepeso y obesidad, la asociación positiva entre ciertos factores de la condición física y el rendimiento académico, mediante la utilización de técnicas médicas de imagen que muestran la materia gris del cerebro y su asociación con los resultados de un test estandarizado académico.

En resumen (Figura 8), se dispone cada vez de más datos científicos que demuestran que las intervenciones dirigidas a niños y adolescentes no sólo constituyen una estrategia de prevención de la obesidad, sino que también niveles cardiovasculares y coordinativos adecuados pueden tener una influencia beneficiosa en el rendimiento académico de los jóvenes, no solo durante la educación básica, sino con efectos a largo plazo durante la vida como explicaron Kari et al. (2017). Todo ello sin que la actividad física que se introduce en la jornada escolar comprometa el rendimiento académico. Es por ello que, como fundamentaron Spitzer y Hollmann (2013), el ejercicio físico debería tener un mayor protagonismo y jugar un papel fundamental en el currículum de los escolares.

Figura 8. Asociación positiva entre actividad física y rendimiento, estudios científicos.

Por último, se debe añadir que la actividad física, la condición física y la salud tienen también efectos positivos sobre el bienestar psicológico, el compromiso y la inclusión social (Bangsbo et al., 2016). Por otro lado, de acuerdo con Adelantado-Renau et al. (2019), existen factores que contribuyen a llevar un estilo de vida saludable como son un IMC óptimo, poca exposición a tiempo de pantalla, buena calidad del sueño y una óptima frecuencia de comidas y si estos factores se combinan con buenos niveles de actividad física parecen estar positivamente asociados con el rendimiento académico de adolescentes

2.3 Las lecciones activas mediante *active desks*

En este apartado se valoran las clases activas utilizando pupitres activos, en adelante *active desks*, como una opción de programa activo escolar de transmisión de hábitos saludables. Los dispositivos *active desks* también pueden ser encontrados bajo el nombre de *dynamic seating devices*, *fit desks* o *school active workstations*. Sea cual sea su denominación lo que se busca con todos ellos es simultanear el aprendizaje del contenido académico con el movimiento. Todos ellos tienen en común que integran en el clásico pupitre diferentes dispositivos para conseguir realizar actividad física. La idea se basa en el modelo de Inteligencias Múltiples de Howard Gardner (Gardner y Nogués, 1995) que explicó que la inteligencia no es algo unitario, sino un conjunto de inteligencias múltiples. Cada individuo destaca, de una manera especial, en diferentes tareas en las que una u otra inteligencia es fundamental. Los dispositivos *active desks* potencian la inteligencia corporal, facilitando el aprendizaje del alumnado al mismo tiempo que podría verse beneficiada su salud al aumentar su nivel de actividad física.

El siguiente esquema (Figura 9) focaliza la atención en la actividad física que se realiza en el centro escolar simultánea a las lecciones de clase, mediante la utilización de *active desks*.

Figura 9. Modelos de actividad física para niños y adolescentes en el centro escolar

2.3.1 Características y tipos de *active desks*

2.3.1.1 Definición, características y clasificación

Los dispositivos *active desks* son aparatos de actividad que permiten a los alumnos atender en clase a las explicaciones del profesor mientras realizan actividad física. Como puntos positivos se debe remarcar que las sesiones utilizando estos pupitres activos se pueden desarrollar sin interrupción de las clases, simultáneamente a las explicaciones y tareas teóricas y mediante la utilización de diferentes instrumentos de movimiento. Sin embargo, tienen un hándicap importante, la inversión económica en cada *active desk*.

Como refleja la Tabla 10, existen diferentes modelos de *active desks* que pueden ser aplicados en el aula (Culp et al., 2020).

Tabla 10. Diferentes modelos de *active desks*

<i>Active desk</i>	Descripción y uso	Imagen
Pupitres de equilibrio (<i>balance desks</i>)	El sujeto utiliza la flexión y la extensión de piernas para encontrar la estabilidad en una plataforma de equilibrio.	Action Based Learning®
Pupitres de pie (<i>standing desks</i>)	Los pupitres de pie evitan la posición sedentaria al facilitar el movimiento del sujeto que trabaja en bipedestación.	PCE Fitness™
Pupitres con escalador (<i>stepper desks</i>)	Consisten en una resistencia que permite andar en el sitio, sin desplazamiento.	Action Based Learning®
Pupitres de zancadas (<i>strider desks</i>)	Resistencia que permite realizar zancadas con ambas piernas alternativamente.	Action Based Learning®

<i>Active desk</i>	Descripción y uso	Imagen
<p>Pupitres con cinta de andar o correr</p> <p>(<i>treadmill desks</i>)</p>	<p>El sujeto puede andar o marchar en la cinta mientras trabaja en el pupitre o atiende a la lección.</p>	<p>PCE Fitness™</p>
<p>Pelotas de estabilidad</p> <p>(<i>stability balls, fitballs</i>)</p>	<p>Los sujetos ajustan su postura para mantener el equilibrio de la pelota.</p>	<p>WittFitt™</p>
<p>Taburetes flexibles</p> <p>(<i>wobble chairs</i>)</p>	<p>Asiento inestable en el que el sujeto debe adaptar su postura en un movimiento continuo.</p>	<p>KoreDesign™</p>
<p>Pupitres con pedales</p> <p>(<i>stationary bike/ bicycle/ pedal/ elliptical/ cycling desks, exercisers/ workstations</i>)</p>	<p>Dispositivos que consisten en una resistencia que permite pedalear en el sitio.</p> <p>Estos pupitres serán analizados con detalle en el siguiente apartado bajo el nombre de <i>bike desks</i>.</p>	<p>DeskCycle™</p>

2.3.1.2 Estudios científicos sobre *active desks* en centros escolares

Son varios los estudios que se han realizado sobre estos dispositivos activos y su aplicación en población adulta, relacionándolos con el gasto energético y la salud (Reiff et al., 2012) y la realización de tareas cognitivas (Commissaris et al., 2014). Una revisión sistemática de Torbeyns et al. (2014) analizó 32 estudios en los que niños en edad escolar y adultos trabajaron de pie, andando o pedaleando mediante el uso de diferentes *active desks*. La conclusión a la que llegaron fue que los *active desks* mejoraban los niveles de actividad física y la salud de sus usuarios al reducir el tiempo sedentario. Además, afirmaron no encontrar detrimento en el rendimiento de trabajo y la función cognitiva, si bien más investigaciones debían ser realizadas.

Si se extrapolan estas ideas al ámbito educativo, varias investigaciones siguen la misma línea, ya que afirmaron que los niños y adolescentes que utilizaron estos pupitres recibieron varios beneficios en comparación con aquellos que atendieron a clase sentados en los pupitres tradicionales. Se comprobó que, gracias a ellos, se logró un mayor gasto energético (Benden et al., 2011; Blake et al., 2012) y un menor tiempo sedentario durante las horas lectivas (Clemes et al., 2015; Minges et al., 2016). Además, una revisión sistemática de once estudios confirmó un mayor gasto energético diario del alumnado que utilizó pupitres de pie o *standing desks* y añadió que la evidencia científica no encontró que esta práctica fuese en detrimento del rendimiento académico (Sherry et al., 2016). Por su parte Rollo et al. (2019) realizaron una revisión sistemática, en la que concluyeron que las clases con asientos dinámicos o *active desks* de diferentes tipos (pupitres de pie, de pedaleo y con pelotas o cojines de estabilidad) podrían tener efectos positivos sobre los alumnos en edad escolar tanto en su comportamiento en clase como en su atención y su motivación académica.

Pese a estos efectos tan positivos de los dispositivos *active desks* hay que tener en cuenta que, aunque ningún estudio encontró una disminución en su rendimiento académico, aún son inciertos algunos aspectos a los que podría afectar.

2.3.2 Características y aplicación educativa de los dispositivos *bike desks*

Dentro de la gran variedad de *active desks* existentes, este documento se centra en aquellos que permiten el pedaleo ciclista, los dispositivos *bike desks*.

2.3.2.1 Justificación y antecedentes

Los motivos para seleccionar bicicletas pupitre o mini bicicletas estáticas debajo de la mesa denominadas *stationary bike pedal under the desks*, si bien en adelante serán nombradas como *bike desks*, fueron, principalmente, la inexistencia de estudios e intervenciones escolares en España y la creencia de que el pedaleo es una actividad física que puede ser adaptada a una lección escolar. Además, son numerosos los beneficios para la salud que reporta el ciclismo como muestra la revisión sistemática de estudios trasversales y longitudinales de Oja et al. (2011) que encontraron una clara asociación entre la capacidad cardiorrespiratoria de los jóvenes y la acción de pedalear en bicicleta. Este estudio remarcó la influencia positiva en la utilización de la bicicleta como transporte activo al colegio, por lo que podríamos considerar que esta consistente asociación positiva entre el pedaleo y la salud de los jóvenes se mantendría si facilitásemos una herramienta para el pedaleo de los escolares durante las sesiones en clase.

La instalación de bicicletas en los lugares de trabajo aportó, según Baker et al. (2019), beneficios para la salud de los adultos ya que redujeron el sedentarismo, aumentaron la motivación y no tuvieron efectos negativos sobre el rendimiento de trabajo. Incluso, Torbeyns et al. (2014) encontraron beneficios cognitivos. Por su parte, Peterman et al. (2019) aplicaron estaciones de pedaleo en lugares de trabajo donde los trabajadores, con su uso, realizaron aproximadamente dos horas de ciclismo diario y comprobaron cómo esta actividad física redujo los factores de riesgo cardiometabólicos de los sujetos, encontrando mejoras significativas en la resistencia aeróbica. A este beneficio, Yoon et al. (2019) añadieron que pedalear mientras se usa el teclado del ordenador

podría tener algunas ventajas en la prevención de lesiones. Sin embargo, Baker et al. (2019) no encontraron beneficios, ni físicos ni cognitivos, en la utilización de *bike desks* si se comparaban con la posición sentada tradicional y, sin embargo, sí una falta de confort corporal con el pedaleo. Todo esto nos lleva a cuestionarnos su utilidad y considerar necesaria su investigación en el ámbito educativo con sujetos menores de edad.

La idea de integrar estas bicicletas en el aula comenzó en Estados Unidos, de allí surgió el programa *Read and Ride*, creado en el 2010 por un consejero educativo de Carolina del Norte, que se ha expandido por la geografía estadounidense por sus buenos resultados y por la motivación del alumnado. El programa, como dice su nombre, consiste en que los alumnos, al mismo tiempo que leen, pedalean sosegadamente en bicicletas estáticas durante sesiones de 15 a 20 minutos. Varios de los colegios participantes en el programa recibieron por parte de la comunidad educativa donaciones de diferentes tipos de bicicletas estáticas y otros realizaron importantes inversiones económicas para integrar *bike desks* en sus aulas. Estos pupitres llevan, instalados o simplemente colocados debajo, unos pedales de bicicleta que permiten a los alumnos ejercitar sus piernas mientras atienden, leen o trabajan, siendo los pedales silenciosos para no interferir con la clase.

Otra experiencia de éxito es la de cientos de colegios canadienses que participan en el programa *Sparks Fly*. Los centros escolares participantes en este programa instalan, al menos, una bicicleta estática en cada aula para favorecer la autorregulación del alumnado que, con el ejercicio realizado en la bicicleta, se ven ayudados a concentrarse, a tomar un pequeño descanso y a regular su comportamiento.

Además de Estados Unidos y Canadá, otros países han comenzado a instalar estos dispositivos como Bélgica o Chile. La idea ha logrado que medios de comunicación internacionales se hagan eco del programa. Así, la plataforma *Education World* lo presenta como una de las innovaciones educativas estrella y diferentes medios audiovisuales y prensa escrita como el periódico ABC, el Daily Mail o The Canadian Press han dado, respectivamente, los siguientes titulares:

Bicis en vez de pupitres, el nuevo método que triunfa en los colegios de EE.UU. El programa Read and Ride ha conseguido que los niños lean y hagan ejercicio con sorprendentes resultados.

García, A. V. (8 de septiembre de 2015)

Teacher installs bike pedals under her students' desks to stop them fidgeting and help them channel their energy. A way of helping them channel their energy, so they wouldn't lose concentration.

Newton, J. (19 de septiembre de 2016)

How Canadian classrooms are being transformed by a revolution on two wheels? Amid a shift in how educators understand and embrace various styles of learning, stationary bikes are helping to boost moods, relieve stress and regulate energy in students of all ages.

Thomson, A. (9 de marzo de 2016)

En nuestro país, hasta donde llega nuestro conocimiento, las *bike desks* no habían sido aplicadas en ningún centro escolar hasta la incursión en el año 2019 del *Programa PEDAL* (Polo-Recuero et al., 2020), acrónimo del *Programa Estratégico Desarrollo Activas Lecciones/ Program to Enhance and Develop Active Lessons*, sobre el que se basa esta tesis. Dicho programa fue destacado por la prensa nacional tanto en radio (Radio Nacional de España, Onda Cero y Onda Madrid), prensa escrita (El Mundo, ABC, Europa Press, etc.) como por televisión (Telemadrid), recogiendo titulares como el siguiente (Figura 10). Además, un ejemplo de la noticia publicada en prensa escritar se presenta en el Anexo 1.

EDUCACIÓN

Un instituto crea un aula con pedales para que los alumnos hagan actividad física durante las clases

EUROPA PRESS
Madrid

Domingo, 20 octubre
2019 - 18:09

Ver 6 comentarios

Aula con pedales en el IES Antonio Fraguas Forges. EUROPA PRESS

Figura 10. El programa *PEDAL* en la prensa española

2.3.2.2 Estudios científicos sobre *bike desks* en centros escolares

La utilización de *bike desks* en centros educativos de primaria, secundaria y universitarios, es un programa reciente y novedoso. Los estudios científicos encontrados son muy escasos, por lo que se considera apropiado revisar en este documento cada uno de ellos y conocer todos los resultados que han sido publicados en revistas científicas y de investigación, así como en repositorios de tesis. Para ello se realizó la siguiente revisión sistemática de los estudios como muestra, en la Figura 11, el diagrama de flujo PRISMA (Moher et al., 2009).

Figura 11. Diagrama de flujo PRISMA (Moher et al., 2009), estudios sobre la aplicación de *bike desks* en la educación formal

Se aplicó la escala PEDro (Maher et al., 2003) para analizar la calidad de los estudios seleccionados. La calidad de dos estudios (7, 8) de los nueve seleccionados no se pudo tener en cuenta por no contar con diseños experimentales ni cuasi-experimentales. El resultado medio de calidad del resto de estudios fue de un 50,63 %. Como es lógico, se encontraron diferencias sustanciales entre los resultados de los dos estudios experimentales (1, 4) y aquellos estudios con diseño cuasi-experimental (2, 3, 5, 6, 9). Dos investigaciones (1, 4) lograron un resultado de calidad entre el 80 % y el 100 % y otros dos estudios (2, 6) obtuvieron un resultado entre el 50 % y el 80 %. Por último, los tres estudios que no contaron con un grupo control (3, 5, 9) no pudieron alcanzar una calidad del 50 %. Hubo un alto índice de abandono en la mayoría de los estudios o bien dicho número no aparece detallado en la metodología por lo que únicamente el estudio (4) logró una tasa de abandono menor al 15 %. La categoría mejor valorada fue la primera, todos los estudios especificaron los criterios de selección de la muestra.

Por otro lado, la Tabla 11 recoge las principales características de cada estudio. El uso de las *bike desks* en el aula es algo reciente ya que todos los estudios publicados eran del último lustro, concretamente entre los años 2017 y 2020. Un alto porcentaje de los estudios se llevaron a cabo en Estados Unidos [EEUU] (2, 3, 4, 5, 6, 8), dos en Canadá (7, 9) y uno en Bélgica (1). En solo la mitad de los estudios (1, 2, 4, 6) se contó con una comparación de grupo control y grupo intervención. La muestra de prácticamente todas las investigaciones ($n = 8$) son estudiantes de educación formal y solo un estudio (7) recoge encuestas al profesorado. El tamaño de la muestra es diverso, la intervención (9) con la muestra más pequeña cuenta con 14 estudiantes y el estudio (6) con una muestra más amplia integra a 114 estudiantes. La media de población de los estudios experimentales y cuasi-experimentales (1, 2, 3, 4, 5, 6, 9) es de 47,29 sujetos. La mayoría de los estudios ($n = 7$) son aplicados en Enseñanza Secundaria y tienen una duración de 60 días a 4 meses. Los días y tiempo de uso de las *bike desks* son fijos y está establecido para los estudiantes excepto en tres estudios (2, 5, 9) en los que el alumnado tiene acceso flexible a estos dispositivos buscando su autorregulación.

Tabla 11. Características de los estudios de *bike desks* en centros educativos

Autor, año	Lugar	Muestra	Nivel	Duración y descripción	Variables	Instrumentos	Principales resultados
[1] Torbeyns et al. (2017)	Bélgica	n = 44 estudiantes 14,3 ± 0,6 años 47,7 % hombres	Educación Secundaria	15 semanas Pedaleo 4 x 50 minutos a la semana Solicitud de cambio de estilo de vida	Actividad física	Acelerómetro IPAQ-A	Mayor gasto energético
					Antropometría	Báscula	Mejora en el IMC
					Condición física	20-m shuttle run	Mejor condición física
					Rendimiento académico y cognitivo.	RAVLT, RCPT Stroop test	No hay diferencias significativas
[2] Fedewa, Abel, et al. (2017)	EEUU	n = 17 estudiantes, 14-18 años No se detalla el género	Educación Secundaria	60 días Los estudiantes tienen acceso flexible a las <i>bike desks</i>	Viabilidad	Entrevista a profesores y alumnado Cuestionario	Más ventajas que limitaciones
					Actividad física	Acelerómetro Registro	Más AFMV y menos tiempo sedentario

Autor, año	Lugar	Muestra	Nivel	Duración y descripción	Variables	Instrumentos	Principales resultados
[3] Fedewa, Cornelius, et al. (2017)	EEUU	n = 80 estudiantes 16,06 años 53 % hombres	Educación Secundaria	4 meses Pedaleo 5 x 20 minutos a la semana	Viabilidad	Encuesta cuantitativa	Es viable, pero tiene limitaciones
					Actividad física	Pulsómetro	Mayor ritmo cardiaco y gasto energético
					Comportamiento	<i>Momentary Time Sampling</i>	No tiene efectos sobre el comportamiento hacia la tarea del alumnado
[4] Joubert et al. (2017)	EEUU	n = 21 estudiantes 19- 24 años 29 % hombres	Universidad	12 semanas Pedaleo 3 x 50 minutos a la semana	Viabilidad	Encuesta	No es disruptivo y promociona la propia conciencia física
					Actividad física	Registro	Reducción del tiempo sedentario
					Rendimiento académico	Test estandarizado	No hay diferencias significativas

Autor, año	Lugar	Muestra	Nivel	Duración y descripción	Variables	Instrumentos	Principales resultados
[5] Fedewa et al. (2018)	EEUU	n = 41 estudiantes de educación especial 14,97 años 80 % hombres	Educación Secundaria	16 semanas Los estudiantes tienen acceso flexible a las <i>bike desks</i>	Aceptación	Cuestionario	Resultados positivos
					Actividad física	Pulsómetro Registro	Mayor ritmo cardiaco y gasto energético
					Comportamiento	<i>Momentary Time Sampling</i>	No existen diferencias significativas
[6] Cornelius (2018)	EEUU	n = 114 estudiantes 16 ± 1,25 años 67 % hombres	Enseñanza Secundaria U.S. Army JROTC	14 semanas Pedaleo 3 x 50 minutos a la semana	Auto-eficacia	Escala de auto-eficacia	No existen diferencias significativas
					Actividad física	Pulsómetro IPAQ-A Registro	Mayor ritmo cardiaco Pedaleo tiempo limitado en actividad física ligera
					Comportamiento hacia la tarea	<i>Momentary Time Sampling</i>	No existen diferencias significativas

Autor, año	Lugar	Muestra	Nivel	Duración y descripción	Variables	Instrumentos	Principales resultados
[7] Mueller et al. (2017)	Canadá	n = 107 profesorado No se detalla género y edad	Profesor Infantil a Grado 12	Programa longitudinal <i>SparksFly stationary bike (Run for life)</i>	Viabilidad Percepciones del profesorado	Encuesta online de 44 preguntas	Resultados positivos, apoya el rendimiento académico y la auto-regulación del alumnado.
[8] Yu et al. (2019)	EEUU	n = 28 estudiantes No se detalla género y edad	Educación Secundaria	Mas de tres meses El alumnado pedalea diariamente	Viabilidad Actividad física	Entrevistas al alumnado Registro	Actitud positiva Efectivo en la promoción de actividad física
[9] Thompson (2020)	Canadá	n = 14 estudiantes (12 primaria y 2 secundaria) No se detalla género y edad	Educación Primaria y Secundaria	4 meses Los estudiantes tienen acceso flexible a la <i>bike desk</i> a lo largo de la jornada lectiva	Viabilidad Autocontrol Actividad física	Observaciones del profesorado Registro Registro	Son un apoyo al alumnado, pero tienen limitaciones Resultados inconclusos Efecto novedoso inicial, uso limitado de <i>bike desks</i>

La mayoría de los estudios presentados analizan tanto la actividad física que se realiza mediante las *bike desks* como la viabilidad de estos dispositivos en aulas educativas formales. En concreto, ocho de los nueve estudios presentados examinaron el efecto de las *bike desks* en la actividad física (1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9); siete de ellos su viabilidad y/o aceptación (2, 3, 4, 5, 7, 8, 9); cinco estudios se centraron en variables relativas al rendimiento académico (1, 3, 4, 5, 6). El funcionamiento cerebral (1), la antropometría (1), la condición física (1), la autoeficacia (6) y la autorregulación (9) son variables analizadas solo por estudios individuales. Las Figuras 12, 13 y 14 destacan los principales resultados obtenidos por estas investigaciones y la Tabla 12 recoge las variables analizadas por cada estudio.

Por otro lado, es destacable que los dispositivos *bike desks* utilizados cuentan con diferentes diseños. La mayoría de los estudios utilizaron un pupitre con bicicleta integrada como FitDesks® (2, 3, 4, 5), LifeSpan® (1) o SparksFly® (7, 9). Sin embargo, Fedewa, Cornelius et al. (2017) mencionaron que podría haber otros modelos de *bike desks* más aplicables al aula por su menor tamaño. Así, colocar mini bicicletas o pedales estáticos debajo del pupitre tradicional podría ser la opción, como ya utilizaron en los estudios (6, 8), siendo uno de ellos de la marca DeskCycle™.

A continuación, se presentan aspectos claves de las principales variables analizadas:

▪ Viabilidad y aceptación (Figura 12)

Instrumentos
<ul style="list-style-type: none"> • Cuestionarios o encuestas (2, 3, 4, 5, 7) • Entrevistas (2, 8, 9)
Principales resultados
<ul style="list-style-type: none"> • Positivos: disfrute (2, 3, 6, 8), beneficios académicos (6, 7, 8) • Negativos: confort del asiento (2), dificultad para pedalear y atender (3, 7)

Figura 12. Aspectos clave de la viabilidad de las *bike desks* en la educación formal

▪ Actividad Física (Figura 13).

Figura 13. Aspectos clave de la actividad física realizada mediante *bike desks*

▪ Rendimiento académico (Figura 14).

Figura 14. Aspectos clave de la influencia de las *bike desks* sobre el rendimiento académico

Tabla 12. Variables analizadas por cada estudio de *bike desks*

	[1] Torbeyns et al. (2017)	[2] Fedewa, Abel, et al. (2017)	[3] Fedewa, Cornelius, et al. (2017)	[4] Joubert et al. (2017)	[5] Fedewa et al. (2018)	[6] Cornelius (2018)	[7] Mueller et al. (2017)	[8] Yu et al. (2019)	[9] Thompson (2020)
Actividad Física									
Viabilidad y aceptación									
Rendimiento académico									
Funcionamiento cerebral									
Antropometría									
Condición física									
Autoeficacia									
Autorregulación									

Por otro lado, diferentes bibliotecas americanas, como la biblioteca Perkins de Duke University, han implantado *bike desks* obteniendo una valoración muy positiva por parte de los estudiantes (Clement et al., 2018; Pilcher et al., 2017; Tardif et al., 2018).

Además de los estudios presentados en los que se aplicaron *bike desks* en asignaturas teóricas o en espacios académicos como las bibliotecas, se realizaron investigaciones acerca del efecto de estos dispositivos bajo condiciones de laboratorio con universitarios (Pilcher y Baker, 2016; Ruiter et al., 2017) y adolescentes (Ruiter et al., 2019), obteniendo efectos positivos en el estado afectivo de los estudiantes sin detrimento del rendimiento académico y la cognición.

Otros estudios de laboratorio con adultos, comprobaron cómo influyó el pedaleo en la realización simultánea de diferentes tareas aplicables al ámbito educativo. Así, llegaron a la conclusión de que el pedaleo no afectó a la comprensión lectora (Cho et al., 2017), ni a la atención (Ruiter et al., 2017). Sin embargo, sí que se encontró una influencia negativa en el rendimiento en la escritura (Cho et al., 2017)

.

CAPÍTULO 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

CAPÍTULO 3. JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Justificación de la investigación

La investigación pretende profundizar en las lecciones activas como estrategia para incrementar la actividad física que realizan los escolares durante la jornada lectiva. Como se explicó en epígrafes anteriores, existen varios estudios e intervenciones acerca de las lecciones activas, si bien existe un gran vacío en el campo educativo español, especialmente en aquellas lecciones con utilización de *active desks*, y, en concreto, en la aplicación de *bike desks* con adolescentes durante las sesiones de diferentes asignaturas teóricas. Estos adolescentes españoles, de acuerdo al estudio internacional de Guthold et al. (2020), presentaron una prevalencia de inactividad física (76,6 %) superior a los jóvenes estadounidenses y canadienses (72 % y 76,3 % respectivamente), aquellos sobre los que versan la mayoría de las intervenciones realizadas con *bike desks*. Además, la investigación de Tremblay et al. (2016) valoró la actividad física de los sujetos de 38 países, encontrando diferencias, entre los niños y adolescentes de España y Estados Unidos, en la actividad física realizada en el colegio, en el juego y en el transporte activo. Estas razones justifican la importancia de evaluar la estrategia y la eficacia del uso de *bike desk* en aulas específicas de cada contexto cultural, siendo el objetivo de esta tesis las aulas educativas españolas.

Una vez desarrollado todo el marco teórico, se detallan los puntos clave que justifican la intervención. Primero, se debe comenzar a transmitir hábitos físicos saludables desde una edad temprana e incidir en la adolescencia para que, al llegar a la etapa adulta, no se produzca un abandono de la práctica de actividad física (Aranceta-Bartrina y Pérez-Rodrigo, 2018; Franco et al., 2010; UNESCO, 2015a). Es por ello que la actividad física y su combinación con la dieta son pilares fundamentales para lograr una vida saludable y luchar contra los altos índices de inactividad física y sedentarismo (Guthold et al., 2020). La OMS (WHO, 2020) explicó que la

actividad física regular de intensidad moderada, como caminar, montar en bicicleta o hacer deporte, tienen considerables beneficios para la salud. Por todo esto impera la necesidad de realizar intervenciones de actividad física con la población infantil y juvenil (Hillman et al., 2008) ya que la única asignatura obligatoria en la enseñanza secundaria que implica movimiento *per se* es la Educación Física, la cual, al tener un horario muy limitado en la educación pública, debe ser complementada con otras estrategias que incrementen esta actividad física curricular (Comité de expertos de Educación Física del Consejo COLEF, 2017; Comisión Europea, 2013). De igual forma deben existir políticas que aumenten la actividad física de los niños y adolescentes en su vida cotidiana como pueden ser las formas activas de transporte (caminar, bicicleta, etc.) y facilitar espacios seguros para la práctica de la actividad física (Heath et al., 2012; Kriemler et al., 2011). Es imposible controlar por completo el entorno y el ambiente del alumnado, de ahí que se deba incidir en la práctica de la actividad física en el centro escolar (Naylor et al., 2015) y así paliar, completar o reforzar el escaso nivel de práctica fuera del colegio (Comisión Europea, 2008). Por tanto, se considera importante lograr un enfoque de centro escolar comprensivo que incluya a toda la comunidad educativa (Beddoes y Castelli, 2017; Cardon et al., 2012). El profesor en general, y el profesor de Educación Física en particular, son ejemplo y modelo del adolescente, si estos propician un ambiente escolar activo y transmiten la ilusión por el deporte lo más probable es que este hábito permanezca en el alumnado a lo largo del tiempo (Cothran et al., 2010; Mavilidi et al., 2019). En este estudio se seleccionaron los dispositivos *bike desks* porque el pedaleo es una actividad saludable (Oja et al., 2011), donde ni las diferencias de género ni de competencia motriz condicionan su práctica, ni hay desmotivación por no lograr los objetivos (Ruiter et al., 2019). Finalmente, con este programa se abordó el reto de Salud, Cambio Demográfico y Bienestar, uno de los ocho retos incluidos en el Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación (Gobierno de España, 2017) y se buscó contribuir para alcanzar el ODS número 3 que busca garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades (United Nations, 2015).

La Figura 15 presenta las ideas clave que justifican esta investigación.

Figura 15. Justificación de la investigación

3.2 Hipótesis y objetivos

La hipótesis principal de la que partió la intervención fue que, debido a que los escolares madrileños realizan insuficiente actividad física, la aplicación en el centro escolar de lecciones

activas, mediante el uso periódico de *bike desks*, podría ser una estrategia positiva para aumentar la actividad física diaria de los adolescentes sin alterar su rendimiento académico. Por ello, se plantearon las siguientes hipótesis:

- La utilización de *bike desks* supondría un aumento de la FC del alumnado durante las lecciones activas (hipótesis nº 1).
- La utilización de *bike desks* durante las lecciones activas provocaría un incremento de la capacidad cardiorrespiratoria del alumnado al finalizar la intervención (hipótesis nº 2).
- La impartición de lecciones activas mediante *bike desks* tendría un efecto nulo sobre la competencia lingüística, la atención y el comportamiento del alumnado (hipótesis nº 3).

En base a la justificación e hipótesis planteadas, la presente tesis doctoral buscó diseñar un programa de intervención durante la jornada lectiva, a través de la implementación de lecciones activas mediante el uso de *bike desks*, con el objetivo de aumentar la actividad física de los escolares adolescentes, sin que el rendimiento académico se viese afectado. Para ello, se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Conocer la influencia de las lecciones activas mediante el uso de *bike desks* sobre la actividad física, el tiempo sedentario y la capacidad cardiorrespiratoria del alumnado (objetivo nº 1).
- Analizar el impacto de las lecciones activas mediante la implementación de *bike desks* sobre el rendimiento académico, valorando los efectos sobre la competencia lingüística, la atención y el comportamiento del alumnado (objetivo nº 2).
- Valorar la viabilidad de la implantación de lecciones activas mediante *bike desks* y justificar su implementación, así como conocer sus beneficios y dificultades (objetivo nº 3).

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODO

CAPÍTULO 4. MATERIAL Y MÉTODO

La investigación que se presenta consistió en un estudio cuasi-experimental con ensayo controlado aleatorio de grupo control y grupo intervención (Thomas y Nelson, 2007).

4.1 Muestra

La aplicación del protocolo de lecciones activas mediante *bike desks* se realizó en un Instituto público de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato de la Comunidad de Madrid, España. Este centro escolar se encuentra en Madrid capital, distrito Arganzuela, barrio Atocha. El instituto contaba con 491 estudiantes, de los que se seleccionó un solo nivel en la investigación, 4º ESO, con 60 estudiantes matriculados. Tras la realización de una reunión informativa con el Equipo Directivo y la Asociación de Familias, se recogieron, de entre todos los sujetos invitados a participar en el estudio, el 100 % de autorizaciones por escrito de los progenitores o tutores legales. La muestra inicial, por tanto, estuvo formada por 60 sujetos. Para la selección de la muestra los criterios de inclusión del alumnado fueron los siguientes: (a) estar matriculado en 4º ESO; (b) participar en clases de Lengua del profesor asignado; (c) no tener ningún problema de salud que pudiese dificultar el pedaleo en bicicleta y/o la realización de las clases establecidas de Educación Física; (d) presentar consentimiento firmado por parte de los padres o tutores.

En 4º ESO existían dos líneas o grupos de clase, 4º ESO A y 4º ESO B, y la distribución de estos alumnos y alumnas por grupo de clase ya venía designada desde Jefatura de Estudios, teniendo 30 participantes por cada clase que participó en el programa (Figura 16). Dentro de cada grupo de clase, se realizó una asignación aleatoria de los sujetos, tanto al grupo control como al grupo *PEDAL*, teniendo en cuenta la asignación por bloque (grupo A y B) y por estratos (mujer y hombre).

Figura 16. Distribución de la muestra

Por un lado, se comprobó que los grupos iniciales *PEDAL* y control fueran estadísticamente homogéneos en las diferentes variables recogidas en un pre-test de la muestra: edad, género, capacidad cardiorrespiratoria, nivel de actividad física, competencia lingüística y atención.

Por otro lado, previo al análisis de los resultados se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de exclusión de la muestra:

- Se excluyó totalmente del estudio a los alumnos con (a) faltas de asistencia mayor al 20 %; (b) abandono del programa de forma voluntaria; (c) lesiones con una duración superior a los 15 días.
- Se excluyeron los datos de los alumnos en determinadas variables por (d) no haber realizado alguno de los tests (pre-test, post-test o ambos) de dicha variable.
- Entre el alumnado aleatoriamente asignado para llevar un monitor de ritmo cardiaco, en

adelante pulsómetro, el criterio de exclusión para sus datos consistió en (e) no llevar el pulsómetro durante 4 de los veinte días de recogida (4 semanas x 5 días), siendo el máximo un día por semana en las fases de toma de datos; (f) no registrar en el pulsómetro las horas establecidas de utilización diarias.

De acuerdo con estos criterios quedaron excluidos 5 sujetos, como muestra la Tabla 13.

Tabla 13. Distribución de los sujetos excluidos totalmente del estudio

	Motivo (a)	Motivo (b)	Motivo (c)	Total
Control	3			3
<i>PEDAL</i>		1	1	2

Tras las diferentes exclusiones, los sujetos susceptibles de ser analizados finalmente fueron los que se detallan en la Figura 17.

Figura 17. Distribución de los sujetos susceptibles de ser analizados en el estudio

Con todo ello, y tras analizar la homogeneidad de los grupos en las variables pre-test presentadas, las características iniciales de la muestra fueron las siguientes (Tabla 14):

Tabla 14. Descripción inicial de la muestra

		Grupo <i>PEDAL</i>			Grupo Control		
		Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total
Edad		14,77 ± 0,17	14,93 ± 0,18	14,86 ± 0,65	15,00 ± 0,21	15,00 ± 0,16	15,00 ± 0,68
		(1,15 %)	(1,21 %)	(4,37 %)	(1,40 %)	(1,06 %)	(4,53 %)
Género		13 (46,43 %)	15 (53,57 %)	28 (100%)	14 (51,85%)	13 (48,15%)	27 (100%)
Capacidad cardiorrespiratoria		4,23 ± 1,45	8,62 [§] ± 1,94	6,42 ± 2,80	4,64 ± 1,32	8,59 [§] ± 2,08	6,61 ± 2,65
		(34,27 %)	(22,51 %)	(43,61 %)	(28,45 %)	(24,21 %)	(40,09 %)
IPAQ-SF	MET- min/sem	1683,27 ±	2898,47 [§] ±	2363,78 ±	2072,21 ±	2539,75 ±	2305,98 ±
		805,62	1152,71	1170,12	1034,40	795,49	933,49
		(47,86 %)	(39,77 %)	(49,50 %)	(49,92 %)	(31,32 %)	(40,48 %)
	Tiempo	505,91 ± 85,93	499,29 ± 87,75	502,60 ± 85,20	501,25 ± 74,17	490,91 ± 198,21	496,08 ± 143,66
	sedentario	(16,99 %)	(17,57 %)	(16,96 %)	(14,80 %)	(40,37 %)	(28,96 %)
Competencia lingüística		6,20 ± 2,04	5,37 ± 1,05	5,78 ± 1,63	6,29 ± 1,54	5,40 ± 1,37	5,84 ± 1,50
		(32,90 %)	(19,55 %)	(28,20 %)	(24,48 %)	(25,37 %)	(25,68 %)
Atención	TOT	439,50 ± 89,03	405,36 ± 66,61	421,12 ± 78,07	398,00 ± 49,44	388,67 ± 53,68	394,35 ± 50,13
		(20,26 %)	(16,43 %)	(18,54 %)	(12,42 %)	(13,81 %)	(12,71 %)
	CON	171,67 ± 34,58	157,71 ± 28,16	164,69 ± 31,45	151,43 ± 22,74	148,11 ± 20,67	150,13 ± 21,53
		(20,14 %)	(17,86 %)	(19,10 %)	(15,02 %)	(13,96 %)	(14,34 %)

Notas. Datos presentados como Media ± Desviación Estándar (Coeficiente de variación), excepto variable género presentada como Frecuencia (Porcentaje). # $p < 0,05$ diferente del grupo control; § $p < 0,05$ diferente de las mujeres.

El estudio contó con el informe favorable del Comité de Ética de la Universidad Politécnica de Madrid, respetando la Declaración de Helsinki (WMA, 2013) y el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos, respetando el Código Ético Internacional en Humanidades y Ciencias Sociales.

4.2 Procedimiento

Previamente a la implementación del programa *PEDAL*, durante el curso escolar 2018-2019 se realizó un proyecto piloto, con el objetivo de poder conocer las posibles dificultades al implementar el Programa y poder solucionarlas con antelación. Finalmente, el programa *PEDAL* se aplicó en el curso escolar 2019-2020.

4.2.1 Proyecto piloto

Durante mayo y junio de 2019 se realizó el proyecto piloto *PEDAL* para conseguir, principalmente, analizar la viabilidad de los dispositivos *bike desks* en aulas educativas españolas. Tras la aprobación del Equipo Directivo, el Claustro, el Consejo Escolar y la información a las familias, se logró su realización, durante 4 semanas. Posterior a esas semanas se recogió un cuestionario de viabilidad al alumnado ($n = 157$) y al profesorado ($n = 7$) implicados en dichas lecciones activas. Con dicha información se establecieron diferentes modificaciones en el mobiliario del aula *PEDAL*, en los registros de recogida de información del alumnado y se decidió que las asignaturas óptimas para su aplicación eran Lengua Castellana y Literatura, en adelante Lengua, y/o Matemáticas. La valoración por parte del alumnado fue muy positiva, un 58,07 % encontraron beneficios al uso de las *bike desks* y solo un 8,97 % detectó dificultades. Por su parte, el profesorado que impartió el contenido de sus asignaturas de manera simultánea al uso de las

bike desks (n = 7) valoró más que el alumnado los beneficios (71,43 %) pero también encontró más dificultades en el uso (57,14 %). Estas valoraciones se pueden ver en la Figura 18. Por otro lado, a una pequeña muestra de alumnado del proyecto piloto (n = 27) fue sometida a diferentes pruebas, encontrando una influencia positiva de las lecciones activas mediante *bike desks* en la condición física y efectos nulos sobre el rendimiento académico (Polo-Recuero et al., 2020).

Figura 18. Proyecto piloto: beneficios y dificultades encontradas por el alumnado y el profesorado de las lecciones activas con *bike desks*

4.2.2 Procedimiento del programa *PEDAL*

En septiembre de 2019, y tras aprobar el programa *PEDAL* como proyecto de centro, se realizó una reunión con las familias en la que se describió el programa y se explicó que el alumnado sería asignado aleatoriamente al grupo *PEDAL* (grupo experimental) o al grupo control y que pertenecerían a dicho grupo o bien en la fase A, de octubre a diciembre, o en la planteada como fase B, de enero a marzo. Además, se les aseguró que recibirían al finalizar el programa, si así lo solicitaban por escrito, un informe personalizado con los datos recogidos de su hijo/a. Con todo ello se implicaron en el programa, como se ha explicado en la descripción de la muestra, el 100 % del alumnado posible, recogiendo el consentimiento por escrito de las familias (Anexo 2), tanto del grupo inicial *PEDAL* como del grupo control.

Gracias a toda la información que se recabó en el proyecto piloto, Lengua se consideró una asignatura idónea en la que poder aplicar las lecciones activas con *bike desks*, ya que los estudiantes pasan la mayor parte del tiempo escuchando al profesor de forma sedentaria, sin realizar tareas que impliquen movimiento. Es una asignatura en la que el profesor explica y lidera la clase durante la mayoría del tiempo por lo que el alumnado es un sujeto más pasivo en su aprendizaje que en otras materias. De acuerdo al Decreto 48/2015 los contenidos de la asignatura de Lengua se dividen en cuatro bloques principales.

- Comunicación oral: escuchar y hablar. Exposiciones orales, debates, entrevistas, etc.
- Comunicación escrita: leer y escribir. Comprensión lectora, escritura de textos, etc.
- Conocimiento de la Lengua. Gramática, géneros textuales, registros, diccionarios, etc.
- Educación literaria. Obras de la literatura en teatro, prosa y poesía, etc.

Dentro de todos estos contenidos hay actividades en el aula que combinan mejor con la actividad física que otras, en este caso con el pedaleo. Estudios como el de Kercood y Banda (2012) comprobaron que escuchar es una de las tareas que pueden ser realizadas simultáneamente, por lo

que el bloque de comunicación oral parecía ser aquel en el que se podían integrar mejor las lecciones activas mediante *bike desks*.

Los estudiantes tuvieron la oportunidad de pedalear durante un trimestre, concretamente durante 35 sesiones distribuidas en 10 semanas. La normativa marca que la asignatura de Lengua se imparte 4 horas semanales en 4º ESO (Decreto 48/2015) y prácticamente todas las semanas se logró impartir la lección activa en todas las horas semanales de la asignatura. La duración de las sesiones era de 55 minutos si bien se entendió que existen momentos de preparación y cierre de la sesión que limitan el tiempo efectivo de práctica por lo que se solicitó al alumnado que tuviese como objetivo pedalear aproximadamente 30 minutos diarios, si bien se les otorgó flexibilidad para seleccionar los momentos en los que encontraban factible el pedaleo durante la sesión.

El profesor implicado impartió clase tanto a estudiantes del grupo control como a aquellos del grupo *PEDAL*, de ambas clases, logrando así evitar la influencia de las diferentes metodologías y tareas académicas asignadas a los alumnos por diferentes profesores, tratando de esta forma de solventar una de las limitaciones del estudio de Cornelius (2018). La planificación de la lección del profesor fue igual para ambos grupos por lo que se entendía que, aún siendo imposible que el alumnado recibiese exactamente los mismos estímulos, existían muchas similitudes en el desarrollo de las lecciones de todos los grupos, como muestra la Figura 19.

Figura 19. Distribución del profesorado y los grupos de estudio

El programa PEDAL y su proyecto piloto se desarrollaron durante dos cursos escolares, la organización temporal fue la siguiente (Figura 20).

Figura 20. Temporalización del programa *PEDAL*, acciones desarrolladas por alumnado y profesorado.

La planificación se consensuó con el centro educativo para no interferir en su organización interna. Como se puede observar en la organización temporal, existieron fases diferenciadas de cara a alumnado y profesorado:

Fase A1. Antes de comenzar a utilizar *bike desks* se realizaron dos sesiones de familiarización llevadas a cabo por el equipo de investigación del programa:

- En la primera sesión de familiarización se reunió a todo el alumnado para indicarles diferentes pautas de procedimiento durante las lecciones activas y familiarizarles con el entorno del aula *PEDAL*. Además, al comienzo de esta sesión se aplicó, por parte del equipo de orientación, el Test de Atención d2 (Brickenkamp y Seisdodos, 2009) y, seguidamente, el cuestionario versión corta IPAQ-SF (Craig et al., 2003).

Durante la fase A1 existieron otras sesiones de toma de datos. En sesión de Educación Física se realizó el *20-m shuttle run test* (Leger et al., 1988), tras realizar breve e idéntico calentamiento para ambas clases. Por otro lado, en sesión ordinaria de Lengua se aplicó el Test de competencia lingüística de la Evaluación final de la Comunidad de Madrid para 4º ESO (Resolución de 2 de febrero de 2018 de las Viceconsejerías de Política Educativa y Ciencia, y de Organización Educativa, por la que se dictan instrucciones para la celebración de las pruebas correspondientes a la evaluación final de los alumnos de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria, para el curso académico 2017-2018 y Resolución de 8 de marzo de 2019, de las Viceconsejerías de Política Educativa y Ciencia, y de Organización Educativa, por la que se dictan instrucciones para la celebración de las pruebas correspondientes a la evaluación final de los alumnos de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria, para el curso académico 2018-2019).

- Se realizó una segunda sesión de familiarización y, al terminar, el alumnado seleccionado aleatoriamente para llevar un pulsómetro y controlar su frecuencia cardiaca [FC] entregó la comunicación de su padre/madre/tutor legal con sus medidas antropométricas (peso y altura) para ajustar su perfil del pulsómetro en la aplicación *PolarFlow*. En este perfil individualizado

se añadieron, además de estos datos, la FC en reposo tomada por la investigadora a cada uno de los sujetos tras 10 minutos de reposo en tendido supino, la FC máxima calculada con la fórmula de Tanaka et al. (2001), $FC_{\text{máx.}} = 208 - (0,7 \times \text{Edad})$, y el VO_2 máx. obtenido mediante el *20-m shuttle run test* (Leger et al., 1988). Un total de 18 alumnos y alumnas fueron seleccionados aleatoriamente, con igualdad de alumnos de ambos géneros en los grupos *PEDAL* y control para ser controlados mediante los pulsómetros durante una semana tipo de asistencia a las clases tradicionales donde se tomaron los datos pre-test con pulsómetros. Los datos del primer día de utilización de los pulsómetros no fueron considerados para el análisis al estar dentro del período de familiarización con los dispositivos y así evitar sesgos por el comportamiento del alumnado (Dössegger et al., 2014). Se estableció un tiempo mínimo diario de utilización de 300 minutos, teniendo en cuenta que la jornada escolar es de 360 minutos desde el comienzo al final de la misma y existen situaciones especiales en la jornada lectiva del alumnado, como puede ser el acceso al centro escolar una sesión tarde por ausencia de un profesor.

- El profesor implicado en el programa rellenó el *Classroom behavior and Assets Scale Test* [CBAST] (Lee et al., 2009), cuestionario adaptado sobre el comportamiento del alumnado en sus sesiones tradicionales previas a impartir sus sesiones de Lengua activas mediante *bike desks*.

Fase A2. Implementación de *bike desks* de octubre a diciembre, durante 35 sesiones. Durante esta fase la investigadora recogió personalmente los datos registrados por las *bike desks* de tiempo, distancia y resistencia desde las pantallas de cada *bike desk*. Además, el profesor de Lengua compartió con la investigadora la planificación de cada sesión. También, se registraron diariamente, durante la primera, cuarta y séptima semana de la Fase A2, las frecuencias cardíacas de los sujetos en la memoria interna del dispositivo Polar OH1⁺. La propia investigadora, diariamente, entregó los pulsómetros antes de comenzar las clases, supervisó su uso y los recogió al finalizar la jornada, descargando inmediatamente después los datos en la aplicación de

entrenamiento oficial *PolarFlow*. En dicha aplicación se pudo analizar tanto la FC media registrada durante la jornada escolar como aquella FC media registrada en dos períodos de tiempo claves de la jornada, las sesiones de Educación Física (FC_{EF}) y las lecciones activas de Lengua (FC_{Lengua}), todo ello gracias a la herramienta de segmentación y selección de ciertos períodos de tiempo y cotejando los datos de la línea de tiempo de esta aplicación con el horario de clases diario de ambos grupos.

Fase A3. Durante las dos últimas sesiones de la fase A2 se volvieron a aplicar el Test de Atención d2, el cuestionario IPAQ-SF, el *20-m shuttle run test* y el test de competencia lingüística. Todos ellos realizados el mismo día de la semana y a la misma hora del pre-test. Además, el alumnado del grupo *PEDAL* rellenó el cuestionario de viabilidad y de valoración de las lecciones activas mediante *bike desks*.

Como en la fase A1, el profesor completó el cuestionario CBAST, basándose en el comportamiento del alumnado en las lecciones activas mediante *bike desks* de octubre a diciembre.

Por último, y en colaboración con el Departamento de Educación Física del Instituto Antonio Fraguas “Forges”, se presentó el programa a la convocatoria de Proyectos de Actividad Física y Salud bajo el título de *PEDAL*, logrando la mayor puntuación entre los proyectos presentados y una dotación de 2468,68€ para su implantación y/o desarrollo otorgado por la Oficina Técnica del Programa IPAFD de la Subdirección General de Programas de Actividad Física y Deporte de la Comunidad de Madrid, Consejería de Deportes.

En esta investigación se siguieron diferentes criterios metodológicos de calidad para intervenciones de actividad física en centros escolares, como muestra la Tabla 15, logrando así una intervención de calidad en base a los criterios planteados por Demetriou y Höner (2012).

Tabla 15. Criterios de calidad metodológica de intervenciones de actividad física educativas (Demetriou y Höner, 2012) aplicados al programa *PEDAL*

Ítem	Descripción	Logrado
Pre-test	Se controlaron las características de los participantes pre-test	Sí
Aleatorización	El alumnado fue distribuido aleatoriamente en grupo <i>PEDAL</i> y control. La muestra es mayor de 50 participantes	Sí
Abandonos	El abandono fue menor del 20% durante el seguimiento.	Sí
Momento de toma de datos	La toma de datos de ambos grupos se realizó en momentos de tiempo comparables	Sí
Evaluación	Los evaluadores no conocían si el alumnado evaluado pertenecía al grupo <i>PEDAL</i> y control con asignación de número identificativo	Sí
Seguimiento	Se tomaron datos de seguimiento al menos 3 meses tras finalizar	No

4.3. Instrumentos y material

Como afirmaron García-Ferrando et al. (2010), cada fuente de obtención de información tiene sus puntos fuertes y sus puntos débiles, y el desarrollo del conocimiento no puede, ni debe, avanzar a través de la utilización exclusiva de una sola fuente. Cada problema de investigación reclama sus propias técnicas y procedimientos, y, cuando es posible, puede resultar muy provechoso la utilización complementaria de fuentes de obtención de información diversificadas. A continuación, se presentan los instrumentos utilizados en esta investigación.

4.3.1 *Bike desks*

Este estudio utilizó 15 unidades de mini bicicletas estáticas *DeskCycle2™* (3D Innovations, LLC., Colorado, United States of America). Previa a la elección de este elemento se analizaron

diferentes modelos de dos tipos, tanto aquellas bicicletas con el pupitre integrado como las mini bicicletas estáticas que pueden ser colocados debajo del pupitre. Se decidió finalmente adquirir mini bicicletas estáticas por diferentes motivos:

- El sillín del dispositivo *bike desk* con pupitre integrado puede resultar más incómodo que una silla (Cornelius, 2018; Pilcher y Baker, 2016).
- La logística para integrar mini bicicletas estáticas en un aula es más sencilla al ser elementos pequeños que no obstaculizan la visión del resto del alumnado que no pedalea (Fedewa, Cornelius et al., 2017).
- La sugerencia profesional y personal para este estudio de la Dr. Alicia Fedewa, autora de numerosas publicaciones que ha realizado intervenciones con *bike desks* en poblaciones de niños y jóvenes (Fedewa et al., 2018; Fedewa, Abel et al. 2017; Fedewa, Cornelius et al. 2017) y ha dirigido una tesis sobre la aplicación de *bike desks* con escolares (Cornelius, 2018). Esta investigadora recomendó utilizar las mini bicicletas estáticas por los problemas que ocasionaron en sus investigaciones las bicicletas con pupitre integrado para realizar tareas académicas, a excepción de leer o atender.

Una vez decida la utilización de mini bicicletas estáticas, denominadas en este documento como *bike desks*, se realizó un estudio de mercado para elegir aquellas que ofreciesen garantías de calidad. Otros aspectos fundamentales que se consideraron fueron que funcionasen prácticamente silenciosas, que registrasen el ejercicio, que la altura del pedal fuese baja para facilitar el pedaleo bajo la mesa y que hubiese alguna investigación científica que las aplicase (Cho et al., 2017; Cornelius, 2018). Así, tras el testeo de una muestra en marzo de 2019 con alumnado de un Instituto Público de Enseñanza Secundaria, se decidió adquirir la marca *DeskCycle2™*. Las características de estos pedaleadores estáticos son las siguientes, pantalla con registro de la velocidad, distancia, tiempo y calorías; movimiento suave del pedal por alta inercia; resistencia magnética; pedaleo bidireccional con 8 niveles de resistencia; baja altura del pedal (22,9 cm); plataforma que evita el balanceo del dispositivo con el pedaleo; tiras de velcro ajustables al pie.

Este elemento permitía que el dispositivo no se desplazase con el pedaleo, si bien tras el proyecto piloto se comprobó que no era viable y se sustituyó por esterillas antideslizantes bajo la mini bicicleta estática (Figura 21).

Figura 21. Disposición de *bike desks* en el aula *PEDAL*.

Los dispositivos *bike desk* fueron un elemento relativamente novedoso en el aula por lo que aún no se conocía ninguna publicación científica que estudiase la ergonomía de los mismos en escolares. Sin embargo, Cho et al. (2017) sí que obtuvieron datos de su aplicación en adultos que resultaron muy interesantes para la intervención. Este estudio controló diferentes medidas en la utilización de *bike desks*, todas ellas recogidas en la Figura 22.

sh (*seat heigh*): altura del asiento

dc (*desk clearance*): altura del pupitre

dd (*desk deph*): profundidad del pupitre

td (*minimum total distance*): distancia total
mínima

Figura 22. Ergonomía del pedaleador estático DeskCycle2™ (Cho et al., 2017)

En el programa *PEDAL* se seleccionaron sillas y mesas adaptadas a *bike desks*, mobiliario en el que premiase la ergonomía y comodidad del alumnado durante el pedaleo. Se eligieron teniendo en cuenta la altura del asiento, la profundidad y altura del pupitre y se consideró la distancia total mínima entre el respaldo del asiento del alumno y el borde del pedaleador estático. Siguiendo las indicaciones de Cho et al. (2017), se utilizó un rango de distancia total entre 127- 145 cm, dependiendo de la altura de los estudiantes. Fue imposible controlar diariamente la colocación exacta del dispositivo de cada sujeto, pero para lograr la mayor efectividad de pedaleo, se hicieron recomendaciones individualizadas en las sesiones de familiarización que fueron utilizadas por los estudiantes para colocar su *bike desk* adecuadamente.

Según estudiaron Altenburg et al. (2013), las mini bicicletas estáticas influyen en la variable actividad física ya que, gracias al movimiento que producen del tren inferior, contribuyen a la realización de una actividad de resistencia cardiorrespiratoria en la que, según la velocidad y resistencia, la actividad muscular del recto femoral, el vasto lateral y el gastrocnemio pueden ser hasta siete u ocho veces más alta comparada con una actividad de descanso, de acuerdo a los datos electromiográficos.

El tiempo, la distancia y la resistencia utilizada con estos dispositivos fueron recogidos mediante hojas de registro en las que el alumnado anotó sus logros diarios, controlado por la investigadora, registrándose elementos ya utilizados por otras intervenciones educativas (Cornelius, 2018; Fedewa et al., 2018; Fedewa, Abel et al., 2017; Fedewa, Cornelius et al., 2017).

4.3.2 Cuestionario IPAQ-SF.

Se aplicó el cuestionario IPAQ-SF (*International Physical Activity Questionnaire Short Form*) traducido al castellano y diseñado para medir los niveles de actividad física durante los 7 días previos al test. El cuestionario se consideró una herramienta válida para medir la actividad física de jóvenes adolescentes españoles en su versión corta (Aibar et al., 2006), ya que no se requería

de la información detallada de sus actividades (tareas del hogar, jardinería, transporte, etc.), actividades que sí son recogidas en la versión larga de IPAQ, versión validada con adolescentes españoles (Martínez-Gómez et al., 2009). Se seleccionó este cuestionario por su prestigio internacional y porque está comprobada su viabilidad de administración, así como la no existencia de diferencias de fiabilidad y viabilidad entre la versión larga y la corta (Craig et al., 2003). Con este autoinforme se analizó el gasto energético de adolescentes, expresando los resultados en MET-min/sem, además de los minutos de actividad sedentaria semanal. Este cuestionario IPAQ-SF se encuentra detallado en el Anexo 3 del presente documento.

Para facilitar la comprensión del cuestionario, en sesiones de Educación Física previas a la realización del test, se explicó al alumnado la diferencia entre actividad física moderada y vigorosa según las recomendaciones del Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2015):

- Actividad física moderada. Aumenta la sensación de calor, puede iniciarse una ligera sudoración, aumenta el ritmo cardíaco y el respiratorio. Se puede hablar sin sentir que falta el aire.
- Actividad física vigorosa. Aumenta notablemente la sensación de calor y sudoración. Resulta difícil hablar mientras se practica la actividad física puesto que el ritmo cardíaco es elevado y cuesta respirar.

4.3.3 Monitor de ritmo cardíaco Polar OH1⁺

Aunque se valoró la utilización de acelerómetros, ya aplicados en estudios con *bike desks* (Fedewa, Abel et al., 2017; Torbeyns et al., 2017), finalmente se descartó su uso por la falta de estudios que demostrasen su fiabilidad durante la acción concreta del pedaleo y por el alto precio de su compra o alquiler. Por tanto, se consideró la opción de aplicación de pulsómetros. Estos instrumentos ya fueron aplicados en estudios con escolares en lecciones activas mediante *bike*

desks (Cornelius, 2018; Fedewa et al., 2018; Fedewa, Cornelius et al., 2017). Numerosas investigaciones para la valoración del gasto energético y la actividad física, como las publicadas por Rodríguez-Ordax y Terrados (2006), controlaron así la FC durante períodos de actividad física.

Tras un amplio estudio de mercado se seleccionaron los Polar OH1⁺ (*Polar Electro Oy, Kempele, Finland*), sensor óptico de pulsaciones con *bluetooth* y *ANT⁺*, por ser un método objetivo de medición validado (Schubert et al., 2018). Este dispositivo contó con las siguientes características: pulsómetro cómodo y compacto (17 gr, 28,9 mm de diámetro) de uso en el brazo o antebrazo que pudo ser colocado al alumnado fácilmente sin necesidad de bandas pectorales; el peso ligero de su sensor (5gr) que apenas sufría con movimientos o vibraciones; y la memoria interna USB que almacenó los datos sin conexión, evitando así las sincronizaciones con un reloj pulsómetro o un *smartphone* durante la actividad. Los datos se tomaron durante la jornada lectiva y fueron descargados por la investigadora, tras cada jornada escolar, en la aplicación *PolarFlow*, en la que se introdujo un perfil para cada uno de los sujetos seleccionados como muestra. En dicha aplicación se seleccionó, además de la FC media semanal, aquella FC media registrada en diferentes momentos clave para el análisis. Para ello se seleccionaron los datos medios semanales de las lecciones activas de lengua mediante *bike desks* (FC media _{Lengua}) así como los datos recogidos durante las lecciones de Educación Física (FC media _{EF}).

Los pulsómetros permitieron un método objetivo de registro de la FC y no influyeron en los patrones normales de actividad del alumnado. Como explicaron Reilly et al. (2008), los métodos objetivos, como la acelerometría y la monitorización del ritmo cardíaco, son considerados óptimos para cuantificar la cantidad e intensidad de actividad física. Por su parte, Armstrong y Welsman (2006) confirmaron que los dispositivos de control del ritmo cardíaco proporcionan una estimación objetiva de la actividad física ya que se asume que el aumento del ritmo cardiaco conlleva mayor actividad. Además, los mismos autores afirmaron que es una medida indirecta del estrés en el sistema cardiorrespiratorio, siempre que el pulsómetro esté calibrado para cada sujeto.

Por otro lado, pese a diversas limitaciones, la monitorización electrónica con acelerómetros y pulsómetros se consideró, según Kohl III et al. (2000), la mejor manera de detectar y evaluar patrones de actividad física en niños y adolescentes durante largos períodos.

4.3.4 Test 20 meter shuttle run

La condición física y, más concretamente la capacidad cardiorrespiratoria, fue evaluada mediante el test de 20 metros ida y vuelta, en adelante test *20-m shuttle run*, para determinar la capacidad aeróbica. El test consiste en correr el mayor tiempo posible entre dos líneas separadas 20 metros en doble sentido, ida y vuelta, de forma continua e incremental, de acuerdo a una señal sonora (García y Secchi, 2014). La Figura 23 representa la prueba.

Figura 23. Gráfico del Test *20-m shuttle run*

Este test forma parte, entre otras, de la batería ALPHA y ha mostrado ser válido, fiable, fácil de realizar en contexto escolar y asociado con la salud (Ruiz, España-Romero et al., 2011). Si se quiere conocer la condición física de los niños y jóvenes, la batería ALPHA incluye, además, diferentes test para chequear a nivel muscular (fuerza de prensión manual y salto a pies juntos) y la composición corporal (peso y talla con IMC, circunferencia de cintura y pliegues cutáneos).

Para el programa *PEDAL* se seleccionó únicamente el ya citado test *20-m shuttle run* ya que es el destinado a medir la capacidad aeróbica, aspecto que puede verse más afectado por la utilización de *bike desks*. Además, se debe señalar que una investigación con adolescentes en horario escolar puede estar limitada y condicionada por la disponibilidad de recursos y no debe afectar a su organización normal de la jornada. Adicionalmente, se defiende su utilización ya que cualquier joven puede realizar el test sin importar su nivel de condición física y se necesitaron muy pocos recursos materiales, siendo su administración segura y fácil para la población adolescente.

El *20-m shuttle run test* es un instrumento mundialmente implementado que fue recientemente aplicado a más de dos millares de niños y adolescentes de 6 a 17,9 años en colegios e institutos españoles (Pérez-Bey et al., 2020). Por su parte, Tomkinson et al. (2016) establecieron diferentes percentiles por edad a los que recurrir para analizar los resultados y alertaron en sus estudios con niños y adolescentes de 9 a 17 años, utilizando el *20-m shuttle run test*, que la capacidad cardiorrespiratoria decrece sistemáticamente con la edad. Para esta investigación, el resultado del test fue recogido en estadios. Ruiz et al. (2016), en su meta-análisis, recomendaron como estadios necesarios para alcanzar una buena salud cardiovascular aquellos recogidos por la Tabla 16.

Tabla 16. Estadios saludables de capacidad cardiorrespiratoria en Test *20-m shuttle run*, según edad y género (Ruiz et al., 2016)

Edad	Hombres		Mujeres	
	Estadio bajo	Estadio alto	Estadio bajo	Estadio alto
14 años	5	7	2	4
15 años	6	8	3	5
16 años	6	8	4	6
17 años	7	9	4	6

Por último, debido a que es un test susceptible de ser utilizado como medio indirecto para estimar el volumen máximo de oxígeno (VO_2 máx.) que puede procesar el organismo durante el ejercicio (Leger et al., 1988), se recurrió a él como estimación para ajustar el perfil de cada uno de los sujetos.

4.3.5 Test de competencia lingüística

Para medir el rendimiento académico se utilizó la prueba oficial de evaluación final de Educación Secundaria de la Comunidad de Madrid. Esta evaluación constó de diferentes pruebas: competencia lingüística en español y en inglés, competencia matemática y competencia cívica y social. Para el programa *PEDAL*, realizado durante las clases de Lengua, se aplicaron únicamente las pruebas de competencia lingüística en español de los cursos 2017- 2018 y 2018- 2019, el Anexo 4 recoge un breve ejemplo de la prueba. Esta es una prueba censal que lleva aplicándose a todos el alumnado de 4º ESO de la Comunidad de Madrid, durante tres cursos escolares. Tanto el pre-test como el post-test se aplicaron el mismo día de la semana, a la misma hora y en la misma aula.

El currículo de la asignatura de Lengua, como ya se ha explicado, es impartido durante 4 horas semanales en 4º ESO y consta de los siguientes bloques (Decreto 48/2015): comunicación oral, comunicación escrita, conocimiento de la lengua y educación literaria. La prueba utilizada en esta investigación, tanto en su versión del año 2018 (Resolución de 2 de febrero de 2018) como del año 2019 (Resolución de 8 de marzo de 2019), abarcaron con similar porcentaje los bloques de comunicación escrita (35 %), conocimiento de la lengua (35 %) y educación literaria (30 %), siendo un test que englobó la mayoría del contenido de la asignatura de forma casi proporcional.

Pruebas estatales o regionales como la que se realizó fueron aplicadas en estudios de diferentes países como: Canadá con el *Canadian Achievement Test* [CAT-3] para lengua, matemáticas y lectura (Ahamed et al., 2007); Estados Unidos, y concretamente en el estado de Florida, con el

The Florida Comprehensive Achievement Test [FCAT] en lectura y matemáticas (Hollar et al., 2010) y Carolina del Sur con el *Palmetto Achievement Challenge Tests* [PACT] en lenguaje, matemáticas, ciencias y sociales (Reed et al., 2010); en Noruega con el *Norwegian National Test* (Resaland et al., 2016) y en Australia utilizando el *National Assessment Program-Literacy and Numeracy* [NAPLAN] (Maher et al., 2016). La principal limitación de la prueba aplicada en este estudio, en comparación con las pruebas presentadas, fue que la mayoría de ellas forman parte de baterías nacionales estandarizadas.

4.3.6 Test de Atención d2

La variable atención se comprobó con el Test de Atención d2 (Brickenkamp y Seisdodos, 2009) que se presenta en el Anexo 5. Con una duración ligeramente inferior a 5 minutos (14 fases de 20 segundos, sin pausas), se evalúa tanto la atención sostenida y selectiva de los sujetos como su concentración. Es un test de cancelación estandarizado, fiable y validado. Los sujetos debían marcar de cada línea de 47 caracteres solo las letras “d” con dos rayitas, encontrándose diferentes distractores como letras “p” y diferente número de rayitas en la letra. Se obtuvieron numerosas puntuaciones en el test, si bien, en este estudio, se tuvieron en cuenta únicamente dos parámetros, explicados por el manual del test (Brickenkamp y Seisdodos, 2009).

- TOT (efectividad de la prueba en atención). Se obtiene restando al total de las respuestas todos los errores omitidos y cometidos. Proporciona una medida de control de atención e inhibitorio y de la relación entre la velocidad de respuesta y la precisión.
- CON (índice de concentración). Se obtiene restando al número de aciertos el número de errores cometidos. Proporciona un índice de concentración, de equilibrio entre velocidad y precisión.

Otras investigaciones similares de ejercicio físico con alumnado utilizaron la aplicación test-retest del d2 tras meses de intervención (Gallotta et al., 2015; van den Berg et al., 2016). El estudio de Pérez-Lobato et al. (2016) encontró que el Test de Atención d2 poseía una fiabilidad test-retest

mayor de 0,90. Numerosos estudios han aplicado el Test de Atención d2 en intervenciones de actividad física en el ámbito escolar (Budde et al., 2012; Chen et al., 2017; Niemann et al., 2013; Pérez-Lobato et al. 2016; Schmidt et al., 2016; Spitzer y Hollmann, 2013; Vanhelst et al., 2016).

4.3.7 *Classroom Behaviour and Assets Scale Test [CBAST] adaptado*

Se aplicó un cuestionario de 20 preguntas adaptadas del 60- ítem CBAST (Lee et al., 2009) con el que el profesor evaluó el comportamiento del grupo-clase durante las sesiones de Lengua. Este cuestionario se recoge en el Anexo 6.

Las respuestas del test se encontraron en una escala del 0 al 7 de la siguiente manera: 0 (ningún alumno), 1 (1-2 alumnos), 2 (pocos alumnos), 3 (aproximadamente $\frac{1}{4}$ de la clase), 4 (aproximadamente $\frac{1}{2}$ clase), 5 (aproximadamente $\frac{3}{4}$ de la clase), 6 (la mayoría de la clase) y 7 (toda la clase). Al final, los valores se convirtieron en un valor medio para crear una escala de evaluación de las fortalezas y actitudes positivas (Alfa Cronbach = 0,94) y de problemas de comportamiento (Alfa Cronbach = 0,88).

Los comportamientos planteados se organizaron, por tanto, en dos bloques con 10 ítems cada uno: fortalezas del alumnado (ítems 1-10) y problemas de comportamiento (ítems 11-20) para analizar la actividad física del programa *PEDAL* durante las clases de Lengua y el comportamiento del alumnado durante las mismas.

El cuestionario que aquí se presenta ya se aplicó en otras investigaciones para analizar el comportamiento del grupo de alumnos en lecciones escolares con descansos activos (Carlson et al., 2015). Otros métodos como la observación directa durante las lecciones (Fedewa, Cornelius et al., 2017; Kibbe et al., 2011; Ma et al., 2014; Mahar et al., 2006) pueden proveer información objetiva en este aspecto mediante instrumentos sistemáticos de observación y observadores expertos. Se descartaron estos métodos por los amplios recursos personales necesarios y porque su presencia en las aulas puede condicionar la impartición normal de las lecciones ya que en España

los docentes y el alumnado no están acostumbrados a la observación de personas externas ni cuentan con evaluaciones sistemáticas de inspección u otros agentes.

4.3.8 Cuestionario de viabilidad

Para analizar la viabilidad de las lecciones activas mediante el uso de *bike desks* en el aula se utilizó un cuestionario, ya que, de acuerdo con García-Ferrando et al. (2010), se consideró un instrumento útil para obtener información sobre la percepción de un grupo numeroso de sujetos de forma económica, al no necesitar de grandes recursos personales y materiales, que se puede aplicar en un corto período de tiempo a casi cualquier población y permite recuperar información pasada, si bien los cuestionarios cuentan con limitaciones.

El cuestionario aplicado comenzó con tres preguntas demográficas que permitieron conocer a los encuestados y 15 ítems con preguntas cerradas que utilizaron la escala Likert de 1 a 5, siendo el 1 totalmente en desacuerdo y el 5 totalmente de acuerdo, para así conocer las percepciones del alumnado sobre los dispositivos *bike desks*. Estos 15 ítems se agruparon en tres categorías: implantación del programa (4 ítems), dificultades del uso de *bike desks* (4 ítems) y beneficios del uso de *bike desks* (7 ítems). Al finalizar el cuestionario se presentaron tres preguntas voluntarias de respuesta corta en las que el encuestado podía resaltar algún otro aspecto negativo, positivo o realizar una propuesta de mejora. No existió un tiempo limitado para su realización ya que se pretendió obtener respuestas reflexionadas.

El cuestionario se elaboró gracias a la modificación y adaptación del cuestionario aplicado durante el proyecto piloto *PEDAL*, que a su vez recogió las ideas y cuestiones que ya plantearon otros estudios previos (Fedewa, Abel, 2017; Fedewa, Cornelius, 2017; Mueller, 2017). La versión final se validó con el juicio de cuatro expertos, un doctor en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte profesor titular en la Universidad Politécnica de Madrid, un Licenciado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte profesor de Educación Física externo al centro y dos profesores del

propio centro escolar que aplicaron sus lecciones con *bike desks* durante el proyecto piloto 2019. Con todo ello se obtuvo, para los 15 ítems de escala Likert, un Alfa de Cronbach de 0,81. Se recopilaron un 96,43 % de la cohorte elegible, todos ellos rellenos en su totalidad, lo que cumple con los criterios de calidad del cuestionario. Se presenta el cuestionario *PEDAL* en el Anexo 7.

4.4 Variables registradas

Las variables control que se tuvieron en cuenta fueron el género, la edad, la clase y si pertenecían al grupo *PEDAL* o al grupo control. Además, se registraron las siguientes variables (Tabla 17):

Tabla 17. Variables e instrumentos utilizados en la investigación

Variables		Instrumentos	Unidades medida
Actividad física		IPAQ-SF (METs y tiempo sedentario)	MET-min/semana
			y minutos
		Pulsómetros (FC_{semana} , FC_{Lengua} , FC_{EF})	Latidos/minuto
Capacidad cardiorrespiratoria		Test <i>20-m shuttle run</i>	Estadios logrados
Rendimiento académico	Logro académico:	Test de competencia lingüística de la evaluación final de la Comunidad Madrid para 4º ESO	Puntuación
	Competencia lingüística		
	Habilidades cognitivas:		
	Atención	Test de Atención d2 (TOT y CON)	Puntuación TOT
			Puntuación CON
	Comportamiento académico	CBAST adaptado	Puntuación
Viabilidad		Cuestionario de viabilidad	Escala Likert 1-5

4.4.1 Actividad Física

La actividad física incrementa el gasto energético en reposo y, de acuerdo con el protocolo IPAQ presentado por Herrmann y Pfeiffer (2016), esta actividad física se clasificó en ligera (< 600 MET-min/semana), moderada ($600-3000$ MET-min/semana) y/o vigorosa (> 3000 MET-min/semana).

Los MET son los equivalentes metabólicos y la suma de actividad física total semanal se extrae de la suma de los MET-min/semana en diferentes actividades, teniendo en cuenta lo siguiente:

- MET-min/semana andando= $3,3 \times \text{minutos andando} \times \text{días andando}$
- MET-min/semana de actividad física moderada= $4 \times \text{minutos de AFM} \times \text{días de AFM}$
- MET-min/semana de actividad física vigorosa= $8 \times \text{minutos de AFV} \times \text{días de AFV}$

El cuestionario IPAQ-SF también registra el tiempo sedentario diario. Las actividades sedentarias son aquellas que, realizadas despierto, apenas implican movimiento (Pate et al., 2008). El alumnado de forma sistemática en su rutina tradicional permanece, prácticamente toda la jornada lectiva, atendiendo en clase de forma sedentaria, sentado en una silla delante de su pupitre (EXERNET, 2016).

Por otro lado, la monitorización del ritmo cardiaco proporciona un método objetivo de estimación de la actividad física (Armstrong y Welsman, 2006) y la variación en la FC permite cuantificar la intensidad de esa actividad física realizada (Reilly et al., 2008) y se define como el número de pulsaciones por unidad de tiempo que realiza el corazón, expresado en latidos por minuto. Para conocer la FC requerida para alcanzar actividad física moderada se tomaron los puntos de corte fijo de Armstrong et al. (1990), que establecieron que se logra el objetivo de AFMV, para jóvenes de 11 a 16 años, cuando la FC está por encima de 140 pulsaciones por minuto durante períodos de, al menos, 10 minutos.

La Figura 24 pretende reflejar la actividad física realizada mediante las *bike desks*.

Figura 24. Actividad física realizada mediante los dispositivos *bike desks* (©Europa Press)

Por otro lado, se valoró que el aumento de la actividad física gracias al pedaleo en *bike desks*, tuviera un efecto en las siguientes variables.

4.4.2 Capacidad cardiorrespiratoria

Se analizó la influencia del programa sobre la capacidad cardiorrespiratoria individual de cada individuo. De acuerdo con Ruiz et al. (2016) se entiende como la capacidad de los sistemas circulatorio y respiratorio de suministrar oxígeno (VO_2 máx.) a los músculos, durante la actividad física.

4.4.3 Competencia lingüística

La Ley Orgánica 8/2013 para la mejora de la calidad educativa entiende la competencia lingüística como el dominio de la lengua oral y escrita. El programa *PEDAL* controló los efectos de la actividad física mediante *bike desks*, en las clases de Lengua, sobre dicha competencia lingüística.

4.4.4 Atención

Con la investigación se buscó conocer los efectos de la actividad física mediante *bike desks* sobre la atención. Definiendo la atención como la capacidad de seleccionar la información recibida y la concentración como la capacidad para atender a los estímulos relevantes de una tarea de manera rápida y precisa, ignorando los irrelevantes (Pérez-Lobato, 2016).

4.4.5 Comportamiento en clase

El programa controló la presencia o ausencia de comportamientos positivos o negativos en el grupo, durante las sesiones de clase, comparados con sesiones previas tradicionales (Jimerson et al., 2003).

4.5 Análisis de los resultados

Una vez los datos cuantitativos fueron recogidos, tratados y codificados se analizaron utilizando el software SPSS (SPSS v.25, IBM Corporation, New York, USA), estableciendo la significación estadística en $p < 0,05$. La normalidad fue comprobada mediante los test de Saphiro-Wilk y se aplicó Levene para evaluar la homogeneidad de varianzas. La homogeneidad pre-test de la muestra de ambos grupos fue valorada aplicando la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación.

El análisis descriptivo utilizó la media como medida de tendencial central y el error estándar para cuantificar las oscilaciones de la media muestral alrededor de la media poblacional. Por otro lado, el análisis principal buscó conocer las características medias diarias del pedaleo (resistencia, tiempo y distancia) y las diferencias intra e inter-grupo en actividad física (MET-min/semana y tiempo sedentario), capacidad cardiorrespiratoria, FC, competencia lingüística y atención. Se

controlaron los cambios pre-post mediante la realización de un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas, comparando el grupo (*PEDAL* o control) y el género (hombre o mujer). Posteriormente se realizó la prueba post-hoc de Bonferroni. El tamaño del efecto se calculó mediante η^2 parcial al cuadrado (η^2) y el efecto pequeño, moderado o grande correspondieron a los valores iguales o mayores de 0,10, 0,25 y 0,40 respectivamente (Cohen, 1988).

En el caso de la variable comportamiento, variable analizada sobre el grupo-clase, tras calcular las características descriptivas y las frecuencias, se realizó el test de Wilcoxon para comparar los resultados pre-post del cuestionario CBAST.

Además, se establecieron, en el grupo *PEDAL*, subgrupos de nivel dependiendo de la actividad física inicial del alumnado. Para ello se utilizaron los resultados de actividad física iniciales (MET-min/semana) del cuestionario IPAQ-SF que, en su protocolo y de acuerdo con Herrmann y Pfeiffer (2016), categoriza la actividad física de los participantes en tres categorías: baja (< 600 MET-min/semana), moderada (600–3000 MET-min/semana) y alta (> 3000 MET-min/semana). Se analizaron los cambios de cada uno de estos tres subgrupos establecidos, en cada una de las variables, mediante análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas.

Por último, se analizaron los cuestionarios de viabilidad agrupando los ítems en tres dimensiones: implantación, dificultades y beneficios. Además, se realizó un análisis descriptivo de cada uno de los ítems.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

El alumnado pedaleó de media, diariamente en cada lección activa, $33,82 \pm 1,13$ minutos, cubriendo una distancia de $13,12 \pm 0,87$ kilómetros y utilizando una resistencia (1-8) de $2,84 \pm 0,10$. La Figura 25 recoge los datos, para los tres parámetros, durante las tres semanas de toma de datos.

Figura 25. Uso diario de las *bike desks*, por género, durante la intervención.

Datos presentados como Media $\pm$ Error estándar. * $p < 0,05$ diferente de la semana 1;

$p < 0,05$ diferente de la semana 4; § $p < 0,05$ diferente de las mujeres.

El efecto principal del momento se observó para todas las fases de mediciones del pedaleo de manera significativa (todas $p < 0,001$) tanto para el tiempo (Wilks' $\lambda = 0,428$; $F_{2,24} = 16,010$; $\eta p^2 = 0,572$), como para la distancia (Wilks' $\lambda = 0,245$; $F_{2,24} = 37,073$; $\eta p^2 = 0,755$) y la resistencia (Wilks' $\lambda = 0,173$; $F_{2,24} = 57,404$; $\eta p^2 = 0,827$). Si se atiende a los datos totales se encontró una reducción significativa del tiempo y la distancia de pedaleo si se comparaba la primera semana de pedaleo con la toma de datos de las semanas 4 (tiempo $p = 0,003$; distancia $p < 0,001$) y 7 (tiempo $p < 0,001$; distancia $p < 0,001$). Sin embargo, el alumnado aumentó significativamente la resistencia utilizada durante las dos últimas tomas de control de datos si se compara con la primera semana (semana 4 $p < 0,001$; semana 7 $p = 0,002$). Diferenciando los datos de pedaleo recogidos para los adolescentes hombres y mujeres, se encontró que no existían diferencias significativas entre género ni en la media diaria de tiempo diario de pedaleo ($p = 0,892$), ni en la distancia lograda ($p = 0,928$), ni en la resistencia aplicada ($p = 1,000$).

5.1 Resultados: efectos sobre la la actividad física

La Tabla 18 muestra la evolución pre-post test de la capacidad cardiorrespiratoria y la actividad física. Destaca significativamente en el grupo *PEDAL* el aumento de la actividad física realizada (MET) pre-post test y la diferencia con el grupo control, así como la disminución del tiempo sedentario del grupo *PEDAL*.

Además, se puede encontrar información detallada en la Tabla 19 de la FC media durante diferentes momentos de la jornada lectiva antes (pre-test) y durante la intervención. Así, se observa cómo la FC media durante las sesiones activas de Lengua es mayor en el grupo *PEDAL* durante ciertos momentos de la intervención comparada con la FC media de las sesiones previas tradicionales, obteniendo además diferencias significativas con el grupo control debido a la realización de actividad física mediante el pedaleo.

Tabla 18. Resultados pre-test y post-test de las diferentes variables de capacidad cardiorrespiratoria y de actividad física

		Grupo <i>PEDAL</i>			Grupo control		
		Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total
	MET pre	1683,27 ± 293,00	2898,47 [§] ± 259,72	2363,78 ± 195,77	2072,21 ± 280,53	2539,75 ± 280,53	2305,98 ± 198,36
IPAQ-	MET post	2825,68* ± 406,53	3671,40* ± 360,35	3248,54*[#] ± 271,62	1737,83 ± 389,22	2925,08 [§] ± 389,22	2331,46 ± 275,22
SF	T'sedentario pre	505,91 ± 36,00	499,29 ± 31,91	502,60 ± 24,06	501,25 ± 34,47	490,91 ± 36,00	496,08 ± 24,92
	T'sedentario post	468,18 ± 30,02	447,86[#] ± 26,61	458,02[#] ± 20,06	522,50 ± 28,74	545,46 ± 30,02	533,98 ± 20,78
	Cardiorrespiratoria pre	4,23 ± 0,48	8,62 [§] ± 0,48	6,42 ± 0,34	4,64 ± 0,52	8,59 [§] ± 0,52	6,61 ± 0,37
	Cardiorrespiratoria post	5,42* ± 0,42	9,19*[§] ± 0,42	7,30* ± 0,30	5,50* ± 0,46	8,77 [§] ± 0,46	7,14* ± 0,32

Notas. Datos presentados como media ± error estándar. [T'] Tiempo, [MET] MET-min/semana

* $p < 0,05$ diferente del pre-test; # $p < 0,05$ diferente del grupo control; § $p < 0,05$ diferente de las mujeres

Tabla 19. Frecuencia cardiaca pre-test y su evolución durante la intervención

		Grupo <i>PEDAL</i>				Grupo control			
		Pre-test	Semana 1	Semana 4	Semana 7	Pre-test	Semana 1	Semana 4	Semana 7
FC _{media} semana	Mujeres	90,92 ± 4,47	87,96 ± 4,65	92,62 ± 4,92	96,63 ± 4,64	90,65 ± 5,00	84,95 ± 5,20	87,40 ± 5,50	89,69 ± 5,19
	Hombres	93,70 ± 5,00	88,12 ± 5,20	98,28 ± 5,50	97,00 ± 5,19	94,30 ± 5,00	91,25 ± 5,20	98,98 ± 5,50	99,00 ± 5,20
	Total	92,31 ± 3,35	88,04 ± 3,49	95,45 ± 3,69	96,82 ^b ± 3,48	92,48 ± 3,53	88,10 ± 3,68	93,19 ± 3,89	94,34 ± 3,67
FC _{media} Lengua	Mujeres	86,90 ± 4,68	98,25^{a#} ± 4,27	94,12[#] ± 5,51	99,07^a ± 5,10	84,38 ± 5,24	79,25 ± 4,77	76,29 ± 6,16	84,29 ± 5,70
	Hombres	88,44 ± 5,24	96,23 ± 4,77	93,78 ± 6,16	94,94 ± 5,70	88,69 ± 5,24	89,56 ± 4,77	90,83 ± 6,16	91,46 ± 5,70
	Total	87,67 ± 3,51	97,24^{a#} ± 3,20	93,95 ± 4,13	97,00^a ± 3,82	86,53 ± 3,70	84,41 ± 3,37	83,56 ± 4,35	87,87 ± 4,03
FC _{media} EF	Mujeres	129,30 ± 4,43	122,30 ± 4,53	141,30 ^b ± 5,28	123,10 ± 4,33	121,25 ± 4,95	119,88 ± 5,07	127,25 ± 5,91	127,25 ± 4,84
	Hombres	132,13 ± 4,95	119,88 ± 5,07	129,38 ± 5,91	130,38 ± 4,84	143,50 [§] ± 4,95	124,50 ^a ± 5,07	128,25 ± 5,91	129,75 ± 4,84
	Total	130,71 ± 3,32	121,09 ± 3,40	135,34 ^b ± 3,96	126,74 ± 3,25	132,38 ± 3,50	122,19 ± 3,58	127,75 ± 4,18	128,50 ± 3,42

Notas. Datos presentados como media ± error estándar. [FC_{media}] frecuencia cardiaca media; [EF] Educación Física; [Lengua] Lección activa

^a $p < 0,05$ diferente del pre-test; ^b $p < 0,05$ diferente de la semana 1; ^c $p < 0,05$ difference de la semana 4; [#] $p < 0,05$ diferentes del grupo control;

[§] $p < 0,05$ diferente de las mujeres.

5.1.1 Efectos sobre la capacidad cardiorrespiratoria

El análisis ANOVA reveló el efecto principal del momento (los cambios pre-post test) en el grupo *PEDAL* (Wilks' $\lambda = 0,500$; $F_{1,44} = 43,940$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,500$), efecto que también existió sobre el grupo control. Sin embargo, no existió doble interacción entre el momento y el grupo (Wilks' $\lambda = 0,929$; $F_{1,44} = 3,370$; $p = 0,073$, $\eta^2 = 0,071$).

5.1.2 Efectos sobre la actividad física

En lo que respecta al análisis de la actividad física, se encontró el efecto principal del momento en el grupo *PEDAL* para los MET-min/semana (Wilks' $\lambda = 0,781$; $F_{1,45} = 12,593$; $p = 0,001$; $\eta^2 = 0,219$), pero no para su tiempo sedentario (Wilks' $\lambda = 0,938$; $F_{1,44} = 2,915$; $p = 0,095$; $\eta^2 = 0,62$). Por su parte, hubo una interacción significativa entre el efecto del momento y el grupo en ambos aspectos (METs: Wilks' $\lambda = 0,891$; $F_{1,45} = 5,506$; $p = 0,023$; $\eta^2 = 0,109$; Tiempo sedentario: Wilks' $\lambda = 0,899$; $F_{1,44} = 4,916$; $p = 0,032$; $\eta^2 = 0,101$).

En relación a la actividad física, gracias a los datos recogidos por los pulsómetros, al comparar los datos de la semana pre-test del grupo *PEDAL* con el resto de semanas de toma de datos para esta variable (semanas de seguimiento) no se encontró ningún efecto del momento sobre la FC_{semana} media, ni sobre la FC_{EF} media. Sin embargo, existió una diferencia significativa entre el pre-test de la FC_{Lengua} media comparada con el seguimiento de la Semana 1 ($p = 0,001$) y la Semana 7 ($p = 0,009$). Además, durante Lengua, existió una interacción significativa entre el momento y el grupo para FC_{Lengua} media (Wilks' $\lambda = 0,174$; $F_{3,11} = 17,412$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,826$), siendo la FC_{Lengua} media más alta que la del grupo control durante la Semana 1 ($p = 0,016$).

Por último, dentro de este epígrafe se presentan resultados específicos según el género y según el nivel de actividad física inicial de los sujetos.

En lo que respecta al género, solo el IPAQ-SF de las adolescents mujeres *PEDAL* mostró una actividad física superior tras la intervención comparada con el pre-test ($p = 0,014$). Además, la FC_{Lengua} media de las adolescents mujeres fue superior si se compara tanto con el pre-test (Semana 1 $p = 0,003$; Semana 7 $p = 0,010$) como con el grupo control (Semana 1 $p = 0,011$; Semana 4 $p = 0,050$). Estas diferencias no se encontraron en los sujetos hombres *PEDAL*. Así, durante el estudio, las mujeres *PEDAL* refirieron un crecimiento mayor de su actividad física realizada pre-post test ($\Delta = 1142,41 \pm 403,91$ MET-min/semana) comparada con el crecimiento de la misma de los hombres del grupo *PEDAL* ($\Delta = 772,93 \pm 358,02$ MET-min/semana).

En cuanto al análisis de los subgrupos de actividad física inicial establecidos, según los METs iniciales referidos, se encontró una diferencia significativa inicial entre la actividad física realizada por el subgrupo de nivel alto comparada con el subgrupo bajo ($p = 0,003$) y el subgrupo moderado ($p < 0,001$). Las ganancias físicas pre-post test en la capacidad cardiorrespiratoria fueron solo significativas para el subgrupo bajo y el moderado ($p = 0,002$, $p < 0,001$ respectivamente). En lo que respecta a la actividad física (MET-min/semana) solo el subgrupo bajo aumentó significativamente ($p = 0,007$). Por otro lado, el subgrupo de nivel alto redujo su tiempo sedentario ($p = 0,049$). La Figura 26 muestra la evolución de cada variable física (capacidad cardiorrespiratoria, actividad física y tiempo sedentario) en relación al nivel previo de actividad física referida (baja, moderada o alta).

Figura 26. Evolución de las variables de actividad física de acuerdo a los grupos de actividad física inicial (bajo, moderado y alto).

Datos presentados como Media $\pm$ Error estándar. * $p < 0,05$ diferente del pre-test; § $p < 0,05$ diferente del grupo bajo; # $p < 0,05$ diferente del grupo moderado.

5.2 Resultados: efectos sobre el rendimiento académico

Los resultados obtenidos se analizan en tres apartados que afectan al rendimiento académico, detallados también en la Tabla 20 y la Figura 27. No se encontraron diferencias significativas en ninguna de las variables presentadas según el género y según el nivel de actividad física de partida.

5.2.1 Efectos sobre la competencia lingüística

En lo que respecta a la competencia lingüística no se encontró ni efecto del momento en el grupo *PEDAL* (Wilks' $\lambda = 1,000$; $F_{1,46} = 1,000$; $p = 0,943$, $\eta^2 = 0,000$) ni doble interacción entre el momento y el grupo (Wilks' $\lambda = 0,976$; $F_{1,46} = 1,110$; $p = 0,298$, $\eta^2 = 0,024$).

5.2.2 Efectos sobre la atención

La evaluación del análisis de atención reveló el efecto del momento para el grupo *PEDAL* (TOT test: Wilks' $\lambda = 0,482$; $F_{1,45} = 48,293$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,518$; CON test: Wilks' $\lambda = 0,388$; $F_{1,45} = 71,122$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,612$) pero este efecto también se encontró para el grupo control. Sin embargo, no se detectó doble interacción entre el momento y el grupo (TOT test: Wilks' $\lambda = 0,972$; $F_{1,45} = 1,286$; $p = 0,263$, $\eta^2 = 0,028$; CON test: Wilks' $\lambda = 0,998$; $F_{1,45} = 0,104$; $p = 0,749$; $\eta^2 = 0,002$).

5.2.3. Efectos sobre el comportamiento en clase

Por su parte, el *Classroom Behaviour and Assets Scale* no encontró diferencias significativas pre-post test en ninguno de los comportamientos analizados antes y durante la intervención.

Tabla 20. Resultados pre-test y post-test de las diferentes variables de rendimiento académico.

	Grupo <i>PEDAL</i>			Grupo control		
	Mujeres	Hombres	Total	Mujeres	Hombres	Total
Competencia lingüística pre	6,20 ± 0,43	5,37 ± 0,41	5,78 ± 0,30	6,29 ± 0,45	5,40 ± 0,47	5,84 ± 0,32
Competencia lingüística post	6,37 ± 0,34	5,23 [§] ± 0,33	5,80 ± 0,24	5,50* ± 0,36	5,60 ± 0,37	5,55 ± 0,26
TOT pre	439,50 ± 19,23	405,36 ± 17,80	421,12 ± 13,10	398,00 ± 17,80	388,67 ± 22,21	394,35 ± 14,23
TOT post	487,25* ± 22,71	451,71* ± 21,03	469,48* ± 15,48	460,71* ± 21,03	442,00* ± 26,23	451,36* ± 16,81
Atención						
CON pre	171,67 ± 7,89	157,71 ± 7,30	164,69 ± 5,38	151,43 ± 7,30	148,11 ± 9,11	150,13 ± 5,84
CON post	202,50* ± 10,62	183,29* ± 9,83	192,89* ± 7,23	184,64* ± 9,83	174,33* ± 12,26	179,49* ± 7,86

Notas. Datos presentados como media ± error estándar [TOT] Efectividad en Test de Atención d2 [CON] Concentración en Test Atención d2

* $p < 0.05$ diferente del pre-test; # $p < 0.05$ diferente del grupo control; § $p < 0.05$ diferente de las mujeres

(0) ningún alumno/a; (1) 1-2 alumnos/as; (2) pocos alumnos/as; (3) ¼ de la clase; (4) ½ clase; (5) ¾ clase; (6) la mayoría de la clase; (7) toda la clase

Figura 27. Evolución del comportamiento del grupo clase antes y durante la intervención.

5.3 Resultados: viabilidad del programa

Los resultados de viabilidad se muestran agrupados según las tres dimensiones del cuestionario: implantación, dificultades y beneficios de las lecciones activas mediante el uso de *bike desks*.

5.3.1 Viabilidad: implantación

La totalidad del alumnado del grupo *PEDAL* que completó el cuestionario de viabilidad, manifestó aspectos positivos acerca de la implantación del programa. Tras agrupar los diferentes ítems, un 74,07 % manifestó estar totalmente de acuerdo y un 25,93 % estar de acuerdo con los diferentes aspectos de la implantación. El total del alumnado valoró positivamente la sesión inicial de formación mientras que el resto de ítems fueron valorados de forma positiva por 4 de cada 5 estudiantes del grupo *PEDAL*. Así, un 81,48 % recomendaría las *bike desks* a un compañero, el mismo porcentaje consideraron que se habían adaptado fácilmente a su uso y creyeron que Lengua era una asignatura adecuada para aplicar las lecciones activas.

5.3.2 Viabilidad: dificultades

En relación a las dificultades del programa *PEDAL* solamente un 7,69 % manifestó estar de acuerdo o totalmente de acuerdo con la presencia de dificultades durante las lecciones activas y un 19,23 % se mostró neutro, por lo que prácticamente 3 de cada 4 usuarios no encontraron dificultades. El ítem peor valorado, con solo un 11,11 %, fue el que manifestó dificultades en el uso de las *bike desks*. El ítem mejor valorado fue aquel que preguntó si las *bike desks* interrumpían la dinámica normal de clase, ya que ninguna respuesta apoyó dicha afirmación.

5.3.3 Viabilidad: beneficios

Existió una alta valoración de los beneficios que reportaba el programa. El 96 % del alumnado mostró una valoración general beneficiosa del mismo (de acuerdo o totalmente de acuerdo con los beneficios del programa), siendo un 4 % el alumnado que se mostró neutro. Por tanto, ningún usuario de las *bike desks* estuvo disconforme con los beneficios de la intervención.

De entre todos los beneficios, los mejor valorados fueron la idoneidad del programa para aumentar la actividad física durante la jornada escolar (92,59 %), reducir el tiempo sedentario (88,89 %) y canalizar la energía del alumnado (74,62 %). Por el contrario, la valoración inferior fue para la afirmación de que el uso de las *bike desks* benefició el nivel de atención (44,44%).

Si se muestran en detalle los tres ítems referentes a los beneficios puramente físicos del programa, se observa que, en todos ellos, la amplia mayoría de los estudiantes encontraron efectos positivos, no llegando nunca a un 10% aquellos que no detectaron nada beneficioso (Figura 28).

Figura 28. Utilización de *bike desks* en lecciones activas: influencia sobre los aspectos físicos.

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN

El presente estudio diseñó un protocolo de intervención durante la jornada lectiva en adolescentes madrileños, a través de la implementación de lecciones activas mediante *bike desks* en la jornada escolar, con el objetivo de aumentar la actividad física de los escolares, sin que el rendimiento académico se viese afectado. El principal resultado que se obtuvo fue el aumento significativo en el nivel de actividad física del grupo *PEDAL* tras la intervención y en comparación con el grupo control.

Sustituir el tiempo sedentario por la práctica sistemática de actividad física es uno de los grandes retos educativos y sociales (Martínez-López et al., 2018) y los adolescentes son uno de los grupos de población que requieren de intervenciones, como la que aquí se presenta, debido a sus bajos índices de actividad física (Guthold et al., 2020) y, en ciertas ocasiones, a su falta de entusiasmo por la misma (Cornelius, 2018). Así, la intervención *PEDAL* de lecciones activas con *bike desks* intentó alcanzar dicho reto influyendo positivamente en la actividad física general de los estudiantes y reduciendo su sedentarismo en la escuela, todo ello sin que se viese comprometido su rendimiento académico. Por tanto, como ya afirmaron Ruiter et al. (2019), se podría considerar, una vez analizados los resultados, que las *bike desks* son una buena estrategia para implementar en las escuelas. El siguiente paso sería comprobar si es una estrategia que educa a largo plazo para que los niños y adolescentes sean agentes activos de su salud (Llargués et al., 2017) o una medida con resultados puntuales.

La intervención se realizó con alumnado de Educación Secundaria al igual que la mayoría de las intervenciones con *bike desks* realizadas internacionalmente (Fedewa, 2018; Fedewa, Abel et al., 2017; Fedewa, Cornelius et al., 2017; Torbeyns, 2017; Yu et al., 2019), englobando una edad objetivo idónea ya que, como presentó el CSD (2011), las edades correspondientes a la enseñanza secundaria (12-16 años, aproximadamente) son aquellas en las que los niveles de actividad física disminuyen progresivamente según van pasando los cursos.

Por otro lado, mediante las *bike desks* se logró producir actividad física aeróbica que puede tener incidencia en el sistema cardiovascular de los estudiantes, logrando, según la revisión de Jansen y LeBlanc (2010), realizar la actividad física más recomendable para la salud. En el presente estudio el nivel y la cantidad de actividad física realizada pareció sufrir el llamado “*novelty effect*” (efecto novedoso) que ya advirtieron otros estudios previos con *bike desks* (Cornelius, 2018; Fedewa, Cornelius et al., 2017; Thompson, 2020) puesto que el uso de estos dispositivos y el pedaleo parecieron perder atractivo a lo largo del tiempo al disminuir significativamente, según se iba desarrollando la intervención, el tiempo y la distancia recorrida.

A continuación, se estudian con detalle cada una de las variables analizadas en este estudio englobadas en tres grandes categorías, actividad física, rendimiento académico y viabilidad.

6.1 Discusión sobre el impacto a nivel de actividad física

En cuanto a la condición física, tanto el grupo *PEDAL* como el control mejoraron significativamente su capacidad cardiorrespiratoria, pero no se encontraron diferencias significativas entre los grupos después de la intervención. Dado que ambos grupos mejoraron su capacidad cardiorrespiratoria, y debido a que la intervención se realizó pocos días después de comenzar el curso escolar, parece que la influencia del reinicio de las lecciones de Educación Física y otras rutinas activas después del verano, como pueden ser clubes y escuelas deportivas, podrían explicar, junto con la maduración biológica, la mejoría en la capacidad cardiorrespiratoria de ambos grupos tras los meses de intervención. Aún así, y si se tienen en cuenta estudios previos con *bike desks* como el de Polo-Recuero et al. (2020) y Torbeyns et al. (2017), se hubiera esperado, después de diez semanas de pedaleo sistemático del grupo *PEDAL*, una mejoría significativamente mayor de este grupo comparado con el grupo control. Es por ello que deba ser considerada que la intensidad del entrenamiento *PEDAL* y/o la duración del programa no fuese la suficiente, como ya apuntaron Torbeyns et al. (2017). Para estudios como el de Fedewa, Abel et

al., (2017), que no controlaron estos datos, es algo fundamental a tener en cuenta para así conocer los efectos de las *bike desks*.

La variable que encontró los efectos más positivos del programa fue la variable actividad física, medida mediante versión corta del cuestionario IPAQ y mediante el registro de la frecuencia cardiaca. Se cumplió la hipótesis que planteó que facilitando al alumnado la oportunidad de ejercitarse durante las clases de Lengua incrementaría dicha actividad física. Se comprobó cómo solo el grupo *PEDAL* aumentó su nivel de actividad física y su gasto energético al compararlo con el pre-test. Además, al finalizar la intervención, el grupo *PEDAL* registró significativamente menos tiempo sedentario y más actividad física que el grupo control. Estos resultados se encuentran en línea con aquellos obtenidos por estudios previos con *active desks* que registraron menos tiempo sedentario para el grupo de intervención tanto en lecciones académicas (Clemes et al., 2015) como en los lugares de trabajo (Baker et al., 2019), además de una mayor actividad física (Benden et al., 2011; Blake et al., 2012). Resultados que se obtuvieron también en las propias intervenciones con *bike desks* (Fedewa et al., 2018; Fedewa, Abel, et al., 2017; Fedewa, Cornelius, et al., 2017; Joubert et al., 2017; Torbeyns et al., 2017). Es por tanto destacable cómo, de acuerdo con Mahar et al. (2011), se cumple que, si se dan facilidades a los escolares para realizar actividad física, estos tienden aprovechar dichas oportunidades.

Por otro lado, el alumnado tradicionalmente pasa la mayor parte del tiempo sentado en su pupitre y es importante remarcar todas las asociaciones negativas que tiene el comportamiento sedentario en individuos en edad escolar (5-17 años), como son una desfavorable composición física, baja autoestima, peores relaciones sociales y reducción del rendimiento académico (Tremblay et al., 2011). Por todo ello, es muy valorable y notable comprobar la positiva influencia de la intervención, ya que la mayoría del alumnado presentó un tiempo sedentario muy alto antes de la intervención y se consiguió, para el grupo *PEDAL*, una reducción del mismo que, además no se logró de forma aislada, sino incluyendo el componente de aumento de la actividad física.

Del mismo modo, también se comprobaron las características de la actividad física extra del grupo *PEDAL*, durante el horario escolar, si se tenía en cuenta su FC media y si se comparaba con la FC media del grupo control. Según el análisis de los pulsómetros las estadísticas revelaron diferentes momentos de la intervención, durante las lecciones activas de Lengua, donde la FC media fue significativamente más alta en el grupo *PEDAL* que en el grupo control y más alta también que aquella recogida durante las lecciones tradicionales previas a la intervención. Este aumento de la FC media debido a la actividad física es positivo para combatir los riesgos para la salud de un estilo de vida sedentario (Carson et al., 2016; Gracia-Marco et al., 2012; Pelegrini et al., 2020). Sin embargo, conviene señalar que la actividad física mediante *bike desks* en las lecciones activas no logró alcanzar la categoría de AFMV, la actividad física más recomendada para la salud de niños y adolescentes, si bien la OMS remarca, como uno de sus mensajes clave en sus últimas y recientes recomendaciones, que cualquier tipo de actividad física cuenta y que siempre es mejor algo que nada (WHO, 2020). La categoría de AFMV sí se encontró al analizar los datos de pulsómetros, para ambos grupos, durante las lecciones de EF, que fueron los momentos en los que los sujetos obtuvieron una FC media más alta y una AFMV sostenida. Este hecho confirma el inestimable valor que tiene la Educación Física para lograr el mínimo de tiempo de calidad de actividad (Fritz et al., 2016; Úbeda-Palomares y Hernández-Álvarez, 2020). En esta línea Mayorga-Vega et al. (2018) comprobaron en alumnos del mismo rango de edad, 13-16 años, cómo los días en los que el alumnado tenía clase de Educación Física sus niveles de actividad física fueron significativamente mayores que aquellos días sin esta asignatura. No obstante, aunque los estudiantes no pudieron lograr AFMV durante las lecciones activas *PEDAL*, la actividad física ligera-moderada lograda debe considerarse valiosa (Gråstén, 2017; WHO, 2020) y, quizás, esa baja intensidad del ejercicio simultáneo a prestar atención a la lección, podría haber sido fundamental para mantener la dinámica académica de las lecciones de Lengua y no interferir en el rendimiento académico (Rollo et al., 2019). Estudios previos presentaron intensidades de actividad física diferentes de adolescentes ejercitándose en *bike desks* durante lecciones

académicas. Por un lado, y en consonancia con el presente estudio, Cornelius (2018) afirmó que los estudiantes solo consiguieron realizar actividad física ligera, mientras que, por otro lado, Fedewa, Abel, et al. (2017) obtuvieron una mayor actividad física de ligera a vigorosa para el grupo intervención, si bien no estudiaron si esta actividad física intensa podría causar efectos académicos negativos, una de las principales limitaciones de su estudio. Con estas consideraciones en mente, se puede concluir que, pese a la gran importancia de realizar actividad física, esta nunca puede hipotecar la lección que se está impartiendo, que debe ser el objetivo principal del alumnado durante ese tiempo de clase. Es imprescindible que, en caso de ser necesario elegir entre intensidad de la actividad física y rendimiento, la balanza se incline, durante la lección activa, del lado académico. Otro aspecto interesante a destacar, al comparar la actividad física de la intervención con la Educación Física, es la capacidad de esta última para transmitir y potenciar no solo aspectos motrices, sino también cognitivos y afectivo-sociales (UNESCO, 2015a).

Tratando de profundizar aún más en el análisis y discusión de los resultados, se complementó la información obtenida analizando los diferentes resultados según el género y según el punto de partida en relación al nivel de actividad física realizada. La falta de estudio de los efectos de las *bike desks* según el género y el estado físico fue una limitación recurrente de estudios previos sobre estas intervenciones educativas (e.g. Cornelius, 2018; Fedewa, Abel et al., 2017). Así, en el presente estudio se encuentra cómo, en varios aspectos, las adolescentes mujeres obtuvieron mejorías más altas que los hombres, lo que permite pensar que el programa *PEDAL* podría haber contribuido en las mujeres a una motivación más profunda hacia esta actividad física, como ya apuntaron Fedewa, Cornelius, et al. (2017) en una intervención previa con adolescentes americanos utilizando *bike desks*. Liu et al. (2008), tras una intervención de actividad física en el aula, también obtuvieron mejores resultados para las niñas y consideraron, de acuerdo con Bailey et al. (2012) que los programas de actividad física ejercen relativamente menos influencia en el nivel general de actividad física de los niños porque estos suelen tener un nivel previo más alto

que las niñas. Esta conclusión la confirmó la investigación de Armstrong y Welsman (2006) que explicó que la mayoría de los estudios con pulsómetros refieren que los niños y adolescentes hombres son más activos físicamente que las mujeres y parecen involucrarse más en tiempo sostenidos de AFMV. Además, Hyndman (2016) explicaron que, es por este motivo por el que se debe diseñar intervenciones que motiven a las niñas y adolescentes a realizar dicha actividad física, ofreciendo oportunidades de ejercicio no competitivo como el que aquí se presenta.

Por último, parece existir otra tendencia que muestra como el alumnado que partía con niveles bajos y moderados de actividad física podrían verse beneficiados en mayor medida por la intervención *PEDAL*, en comparación con los alumnos que ya contaban, en su vida diaria, con niveles altos de actividad física. Esta línea de estudio fue propuesta por Torbeyns et al. (2017) tras aplicar su intervención con *bike desks*. Así, varias intervenciones escolares encontraron un mayor aumento en el registro de pasos entre el alumnado con menores niveles de práctica de actividad física (Kang y Brinthaup, 2009; Oliver et al., 2006). Es necesario, por tanto, que investigaciones futuras, con muestras más amplias, analicen los efectos de intervenciones similares sobre subgrupos específicos que puedan orientar y dirigir los programas de actividad física hacia la población objetivo. Así, se podría estudiar la influencia de esta intervención en alumnado TDAH ya que intervenciones previas de actividad física sobre escolares con estas características han mostrado la influencia positiva del ejercicio físico tanto en aspectos físicos (Katz et al., 2010) como en aspectos cognitivos y de rendimiento (Kercood y Banda, 2012; Pontifex et al., 2013) al igual que con estudiantes con sobrepeso y obesidad, aspecto que puede impactar en la motivación por la actividad física (Esteban-Cornejo et al., 2017).

6.2 Discusión sobre el impacto a nivel de rendimiento académico

En cuanto al rendimiento académico puede que, entre otros factores, la intensidad de la actividad física favoreciese que no se encontrasen efectos entre grupos sobre la competencia lingüística y la

atención si bien, de forma aislada, ambos grupos mejoraron sus datos de esta última variable debido, muy posiblemente, al efecto general de aprendizaje de la dinámica del test aplicado (van den Berg et al., 2016). Además, el comportamiento del grupo-clase no se vió afectado ya que, como revelaron los cuestionarios de viabilidad, la dinámica y actividades de Lengua resultaron adecuadas para aplicar las lecciones activas, siendo este un aspecto importante ya que existen ciertas actividades que encajan mejor con el pedaleo que otras (Cho et al., 2017; Kercood y Banda, 2012; Ruiter et al., 2017). Por otro lado, la falta de existencia de perjuicio académico al introducir actividad física en las lecciones es muy positiva para la intervención y concuerda con otros programas de actividad física en el aula como los de van den Berg et al. (2016) y más concretamente con estudios anteriores sobre *active desks* (Sherry et al., 2016) y con intervenciones de *bike desks* (Joubert et al., 2017; Torbeyns et al., 2017). Un estudio con adultos concluyó que no hay diferencias significativas cognitivas entre realizar tareas sentado, pedaleando o trotando en un *active desk* (Frodsham et al., 2020). Incluso, el reciente meta-análisis de Haverkamp et al. (2020) analizó más de setenta intervenciones de actividad física en adolescentes y jóvenes encontrando que tanto las intervenciones puntuales como aquellas a largo plazo parecían ser elementos prometedores para mejorar aspectos cognitivos. Ejemplos de intervenciones similares a las que aquí se presentan son las de Kubesch et al. (2009) que aplicaron un programa de ejercicio físico aeróbico de 30 minutos a alumnado de 13 y 14 años con notables mejoras de su atención ejecutiva y las realizadas por Ardoy et al. (2013) y Estrada-Tenorio et al. (2020) con adolescentes españoles de 12 a 14 y de 13 a 15 años, respectivamente, y que encontraron que, solo aquellos sujetos que cumplían con las recomendaciones internacionales de AFMV, tendían a obtener un mejor rendimiento académico. La duración y la muestra de estas dos últimas investigaciones españolas fue muy similar a la intervención *PEDAL* por lo que la falta de mejoría en el rendimiento pudo ser debida a la diferencia de intensidad de la actividad realizada con las intervenciones previas analizadas.

6.3 Discusión sobre la viabilidad

Pese a este descenso progresivo en el uso de las *bike desks*, los cuestionarios de viabilidad mostraron una valoración muy positiva de la intervención, lo que es muy interesante ya que esta motivación por la actividad física ofrecida permite crear adherencia a la misma (Ruiter et al., 2017), adherencia al ejercicio físico que ya recogieron otros estudios recopilados en la revisión sistemática sobre lecciones activas de Martin y Murtagh (2017). Aún así, se debe tener en cuenta que los cuestionarios no son métodos totalmente objetivos y, que según Reilly et al. (2008), son susceptibles de producir sesgos en intervenciones como la que aquí se presenta en las que hay una modificación del estilo de vida, ya que los jóvenes del grupo intervención tienen tendencia a sobreinformar acerca de su nivel de actividad física. Estos autores explicaron que los métodos subjetivos cuantifican la percepción de actividad física y no la propia actividad realizada. Sin embargo, resulta interesante comprobar cómo las percepciones de los adolescentes del grupo *PEDAL* coinciden con los resultados obtenidos mediante otros instrumentos objetivos, ya que la inmensa mayoría de ellos percibieron que los beneficios fueron el aumento de la actividad física y la reducción del tiempo sedentario, variables sobre las que se obtuvieron resultados significativos medidos mediante IPAQ-SF y pulsómetros, y, menos de la mitad del alumnado refirió encontrar beneficios en su atención, variable sobre la que no se encontraron diferencias significativas con el Test de Atención d2. Por último, en cuanto a la viabilidad, se comprobó cómo la elección del mobiliario fue la correcta ya que se superó la queja principal del proyecto piloto, la comodidad de las *bike desks*, dificultad ya presente en estudios como el de Fedewa, Abel et al. (2017) que sugirieron incluir en estudios posteriores asientos más anchos y reclinables para que aumentase el disfrute por la *bike desk* y los logros derivados de su uso.

Por último, si se compara la viabilidad y los resultados de la presente estrategia con otras intervenciones educativas, se aprecia que es un programa con mucho potencial ya que aprovecha el tiempo lectivo para hacer actividad física y, se debe recordar que la falta de tiempo es la

primera razón por la que el CSD (2011) determinó que los adolescentes no hacen actividad física. Otro beneficio de esta intervención es que no requiere de una carga adicional de trabajo al profesor como sí que ocurre en las lecciones activas con modificación de la metodología donde el profesor debe planificar sus lecciones de clase adaptándolas a la actividad física (Cecchini y Carriedo, 2020). Por tanto, el aprovechamiento del tiempo efectivo de lección tanto para el alumnado como el profesorado es su mejor característica. Sin embargo, se debe destacar que es una intervención que demanda una alta inversión económica y de mantenimiento de los dispositivos (Fedewa, Abel et al., 2017) y existen intervenciones de actividad física escolares, como pueden ser las cuñas motrices (Babey et al., 2014) o cierto tipo de recreos activos (Méndez-Giménez, 2020b), cuyo coste es mucho menor y apenas requieren de mantenimiento.

Por último, es complejo comparar las diferentes intervenciones existentes ya que para ello deberían medir exactamente las mismas variables, utilizar iguales o similares instrumentos de medición fiables para la actividad física y el rendimiento cognitivo y contar con grupos de control y una muestra adecuada, además de similares tiempos de intervención (Singh et al., 2019).

6.4 Limitaciones

El estudio presenta ciertas limitaciones, además de la ya notable dificultad que entraña la investigación social (Castejón, 2007) y todas las investigaciones educativas en un contexto real.

En primer lugar, hubiera sido interesante conocer los datos antropométricos de todos los participantes, así como aquellos datos sobre sus actividades físicas extracurriculares o su alimentación. Sin embargo, es una información personal de sujetos menores de edad que requería de permisos adicionales por parte del centro escolar y las familias y, pese a contribuir con valiosa información, no se consideró fundamental para la investigación.

Por otro lado, y respecto a los registros de FC, en el presente estudio los adolescentes pedalearon a una intensidad moderada o baja y, en este tipo de actividades, otros factores como la ansiedad, la

fatiga, el grupo muscular activo, la hidratación, la humedad y la temperatura corporal pueden influir en los registros de FC de los jóvenes y provocar que los resultados obtenidos de la frecuencia cardíaca pudiesen no ser exactos en relación al nivel de actividad física realizada (Armstrong y Welsman, 2006). La intensidad del pedaleo no pudo incrementarse si se quería mantener la atención simultánea y la dinámica normal de las lecciones académicas.

Además, una intervención más prolongada podría haber encontrado mayores beneficios y muestras más grandes podrían generalizar los resultados. Sin embargo, la literatura revela cómo la mayoría de las investigaciones en este campo (e.g. Fedewa et al., 2018; Torbeyns et al., 2017; Yu et al., 2019), implementaron duraciones de intervención y tamaños de muestra similares. Por último, el programa se planificó con un grupo de espera control que utilizaría las *bike desks* durante la llamada Fase B en un cambio de roles. Sin embargo, fue imposible finalizar con dicha fase por la situación excepcional derivada de la pandemia COVID-19, situación que no permitió comprobar la citada adherencia al programa a mayor largo plazo.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

La presente intervención educativa representa una estrategia de promoción de actividad física en los centros escolares dirigida a los adolescentes, una población que en su inmensa mayoría no cumple con las recomendaciones de actividad física.

7.1 Conclusiones

- Las lecciones activas mediante *bike desks* son una manera viable de incrementar la necesaria actividad física diaria de los estudiantes, durante el horario escolar y de reducir su tiempo sedentario (objetivo nº 1). Por tanto, se acepta la hipótesis nº 1 al aumentar la frecuencia cardiaca debido al aumento de la actividad física durante las lecciones activas.
- La capacidad cardiorrespiratoria del alumnado no se ve modificada significativamente por la realización de lecciones activas (objetivo nº 1). Por tanto, se rechaza la hipótesis nº 2 que planteó una mejoría de esta capacidad gracias a la actividad física realizada con las *bike desks*.
- No existen interferencias educativas ni detrimento del rendimiento académico derivado de la aplicación de lecciones activas mediante *bike desks* (objetivo nº 2). Por tanto, se acepta la hipótesis nº 3.
- La implantación de lecciones activas mediante *bike desks* son valoradas positivamente por el alumnado, que manifiesta encontrar más beneficios que dificultades en su utilización, siendo especialmente positiva su valoración en todos aquellos aspectos que afectan a su salud física (objetivo nº 3).
- Una leve tendencia, que necesita ser estudiada en profundidad, revela que la intervención podría impactar especialmente a ciertos subgrupos de población, como son las mujeres y los y las adolescentes que realizan poca actividad física.

7.2 Futuras líneas de investigación

Teniendo en cuenta las conclusiones del estudio se abren líneas futuras de investigación:

- Crear líneas de intervención multidisciplinar que complementen la intervención de lecciones activas mediante *bike desks* con otras estrategias educativas.
- Aplicar la intervención focalizándola en alumnado con características especiales.
- Comprobar la adherencia al programa *PEDAL* a largo plazo y su efecto sobre los hábitos físicos saludables del alumnado.
- Comparar los efectos de la aplicación de diferentes *active desk* en el aula, e incluso de diferentes *bike desks*.
- Explorar los posibles efectos obtenidos según la diferente intensidad de actividad física realizada con dichos dispositivos.
- Comparar el coste-beneficio de diferentes intervenciones de actividad física educativas.
- Valorar la influencia del programa sobre las características antropométricas del alumnado.

CHAPTER 7. CONCLUSIONS

The present educational intervention represents a strategy to promote students' physical activity levels during their school time. It is focused on adolescents due to the fact that the vast majority of this population does not not comply with the recommendations for physical activity.

7.1 Conclusions

- Active lessons through bike desks are a feasible way to increase, during school time, the necessary daily physical activity of students and to reduce their sedentary time (objective #1). In this study, students raised their heart rate due to the physical activity increase during active lessons. Therefore, hypothesis #1 is accepted.
- Students' cardiorespiratory fitness did not increase by their participation on active lessons (objective #1). Therefore, hypothesis #2 is rejected because it stated that physical activity carried out with bike desks would contribute to an improvement in the cardiorespiratory fitness level.
- No academic interference was found nor any loss in students' academic performance derived from the application of active lessons through bike desks (objective #2). Therefore, hypothesis #3 is accepted.
- Students gave positive feedback about the implementation of active lessons through bike desks. They found more benefits than difficulties in their use, specially in all those aspects concerning their physical health (objective #3).
- A light trend, that needs to be studied in depth, discloses that this intervention could have a greater impact in certain subgroups of population, such as women, and low to moderate physical activity level adolescents.

7.2 Future lines of research

Taking into account the conclusions, there are several future lines of research:

- To create multidisciplinary intervention lines to complement active lessons using bike desks intervention with other educational strategies.
- To focus the intervention on students with special characteristics/ needs.
- To check students' long term adherence to PEDAL program and its effect on their health.
- To compare the effects between different active desks and bike desks in particular.
- To explore the effects according to the intensity of the physical activity performed using bike desks.
- To compare the cost-benefit of different educational physical activity interventions.
- To assess the influence of these programs on the students' anthropometric characteristics.

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPÍTULO 8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adelantado-Renau, M., Jiménez-Pavón, D., Beltrán-Valls, M. R. y Moliner-Urdiales, D. (2019). Independent and combined influence of healthy lifestyle factors on academic performance in adolescents: DADOS Study. *Pediatric Research*, 85(4), 456-462.
<https://doi.org/10.1038/s41390-019-0285-z>
- AESAN [Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición] (2019). *Estudio ALADINO: Estudio sobre la Alimentación, Actividad Física, Desarrollo Infantil y Obesidad en España 2019*. Ministerio de Consumo.
- Ahamed, Y., MacDonald, H., Reed, K., Naylor, P. J., Liu-Ambrose, T. y McKay, H. (2007). School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 371-376.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000241654.45500.8e>
- Aibar, A., García-González, L., Abarca-Sos, A., Murillo, B. y Zaragoza, J. (2016). Analizando la validación del International Physical Activity Questionnaire en jóvenes adolescentes: Un protocolo modificado para la recogida de los datos. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 5(2), 123-132. <https://doi.org/10.6018/264761>
- Altenburg, T. M., Chinapaw, M. J. y Singh, A. S. (2015). Effects of one versus two bouts of moderate intensity physical activity on selective attention during a school morning in Dutch primary schoolchildren: a randomized controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(10), 820-824. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.12.003>
- Altenburg, T. M., Kist-van Holthe, J. y Chinapaw, M. J. (2016). Effectiveness of intervention strategies exclusively targeting reductions in children's sedentary time: a systematic review of the literature. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 13(1), 65. <https://doi.org/10.1186/s12966-016-0387-5>

- Altenburg, T. M., Rotteveel, J., Dunstan, D. W., Salmon, J. y Chinapaw, M. J. (2013). The effect of interrupting prolonged sitting time with short, hourly, moderate-intensity cycling bouts on cardiometabolic risk factors in healthy, young adults. *Journal of Applied Physiology*, 115(12), 1751-1756. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00662.2013>
- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Caverio-Redondo, I., Sánchez-López, M., Garrido-Miguel, M. y Martínez-Vizcaíno, V. (2017). Academic achievement and physical activity: a meta-analysis. *Pediatrics*, 140(6), e20171498. <https://doi.org/10.1542/peds.2017-1498>
- Aranceta-Bartrina, J. y Pérez-Rodrigo, C. (2018). La obesidad infantil: una asignatura pendiente. *Revista Española de Cardiología* 71(11), 888-891. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2018.04.038>
- Aranceta-Bartrina, J., Pérez-Rodrigo, C., Campos, J. y Calderón, V. (2013). Proyecto PERSEO: Diseño y metodología del estudio de evaluación. *Revista Española de Nutrición Comunitaria*, 19(2), 76-87.
- Aranceta-Bartina, J., Pérez, C., Rivas, L. y Serra, L. (2005). Epidemiología y factores determinantes de la obesidad infantil y juvenil en España. *Revista de Pediatría de Atención Primaria*, 7(1), S13-20.
- Arday, D. N., Fernández-Rodríguez, J. M., Jiménez-Pavón, D., Castillo, R., Ruiz, J. R. y Ortega, F. B. (2013). A Physical Education trial improves adolescents' cognitive performance and academic achievement: the EDUFIT study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 24(1), e52-e61. <https://doi.org/10.1111/sms.12093>
- Armstrong, N., Balding, J., Gentle, P. y Kirby, B. (1990). Patterns of physical activity among 11 to 16 year old British children. *BMJ*, 301(6745), 203-205. <https://doi.org/10.1136/bmj.301.6745.203>
- Armstrong, N. y Welsman, J. R. (2006). The physical activity patterns of European youth with reference to methods of assessment. *Sports Medicine*, 36(12), 1067-1086. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636120-00005>

- Babey, S. H., Wu, S. y Cohen, D. (2014). How can schools help youth increase physical activity? An economic analysis comparing school-based programs. *Preventive Medicine*, 69(1), S55-S60. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.10.013>
- Bailey, D. P., Fairclough, S. J., Savory, L. A., Denton, S. J., Pang, D., Deane, C. S. y Kerr, C. J. (2012). Accelerometry-assessed sedentary behaviour and physical activity levels during the segmented school day in 10–14-year-old children: the HAPPY study. *European Journal of Pediatrics*, 171(12), 1805-1813. <https://doi.org/10.1007/s00431-012-1827-0>
- Baker, R., Coenen, P., Howie, E., Williamson, A. y Straker, L. (2019). The musculoskeletal and cognitive effects of under-desk cycling compared to sitting for office workers. *Applied Ergonomics*, 79, 76-85. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.04.011>
- Bangsbo, J., Krstrup, P., Duda, J., Hillman, C., Andersen, L. B., Weiss, M., Williams, C. A., Lintunen, T., Green, K., Hansen, P. R., Naylor, P.-J., Ericsson, I., Nielsen, G., Froberg, K., Bugge, A., Lundbye-Jensen, J., Schipperijn, J., Dagkas, S., Agergaard, S., ... Elbe, A.M. (2016). The Copenhagen Consensus Conference 2016: children, youth, and physical activity in schools and during leisure time. *British Journal of Sports Medicine*, 50(19), 1177–1178. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096325>
- Barbeau, P., Johnson, M. H., Howe, C. A., Allison, J., Davis, C. L., Gutin, B. y Lemmon, C. R. (2007). Ten months of exercise improves general and visceral adiposity, bone, and fitness in black girls. *Obesity*, 15(8), 2077-2085. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.247>
- Bartholomew, J. B., Jowers, E. M., Roberts, G., Fall, A. M., Errisuriz, V. L. y Vaughn, S. (2018). Active learning increases children's physical activity across demographic subgroups. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine*, 3(1), 1. <https://doi.org/10.1249/TJX.0000000000000051>
- Beddoes, Z. y Castelli, D. M. (2017). Comprehensive School Physical Activity Programs in Middle Schools. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 88(6), 26-32. <https://doi.org/10.1080/07303084.2017.1330165>

- Beemer, L. R., Ajibewa, T. A., O'Sullivan, M. P., Nagy, M. R., Ransier, B., Stockdill, D., Vance, U.S., Colabianchi, N. y Hasson, R. E. (2018). Feasibility of the InPACT Intervention to enhance movement and learning in the classroom. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine*, 3(18), 136-151.
<https://doi.org/10.1249/TJX.0000000000000069>
- Benden, M. E., Blake, J. J., Wendel, M. L. y Huber, J. C. (2011). The impact of stand-biased desks in classrooms on calorie expenditure in children. *American Journal of Public Health*, 101(8), 1433-1436. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2010.300072>
- Berg, V. van den, Saliasi, E., de Groot, R. H., Jolles, J., Chinapaw, M. J. y Singh, A. S. (2016). Physical activity in the school setting: cognitive performance is not affected by three different types of acute exercise. *Frontiers in Psychology*, 7(723), 1-9.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00723>
- Blake, J. J., Benden, M. E. y Wendel, M. L. (2012). Using stand/sit workstations in classrooms: lessons learned from a pilot study in Texas. *Journal of Public Health Management and Practice*, 18(5), 412-415. <https://doi.org/10.1097/PHH.0b013e3182215048>
- Booth, J. N., Leary, S. D., Joinson, C., Ness, A. R., Tomporowski, P. D., Boyle, J. M. y Reilly, J. J. (2014). Associations between objectively measured physical activity and academic attainment in adolescents from a UK cohort. *British Journal of Sports Medicine*, 48(3), 265-270. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092334>
- Bouchard, C., Blair, S. N. y Haskell, W. L. (2012). *Physical activity and health*. Human Kinetics.
- Brickenkamp, R. y Seisdodos, N. (2009). *D2: Test de Atención. Manual*. TEA Ediciones.
- Bruijn, A. G. M. de, Kostons, D. D. N. M., van der Fels, I. M. J., Visscher, C., Oosterlaan, J., Hartman, E. y Bosker, R. J. (2019). Importance of aerobic fitness and fundamental motor skills for academic achievement. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 200-209.
<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.02.011>

- Budde, H., Brunelli, A., Machado, S., Velasques, B., Ribeiro, P., Arias-Carrión, O. y Voelcker-Rehage, C. (2012). Intermittent maximal exercise improves attentional performance only in physically active students. *Archives of Medical Research*, 43(2), 125-131.
<https://doi.org/10.1016/j.arcmed.2012.02.005>
- Cardon, G. M., Van Acker, R., Seghers, J., De Martelaer, K., Haerens, L. L. y de Bourdeaudhuij, I. M. (2012). Physical activity promotion in schools: which strategies do schools (not) implement and which socioecological factors are associated with implementation? *Health Education Research*, 27(3), 470-483. <https://doi.org/10.1093/her/cys043>
- Carlson, J. A., Engelberg, J. K., Cain, K. L., Conway, T. L., Mignano, A. M., Bonilla, E. A., Geremia, C. y Sallis, J. F. (2015). Implementing classroom physical activity breaks: Associations with student physical activity and classroom behavior. *Preventive Medicine*, 81, 67-72. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.08.006>
- Carlson, S. A., Fulton, J. E., Lee, S. M., Maynard, L. M., Brown, D. R., Kohl III, H. W. y Dietz, W. H. (2008). Physical education and academic achievement in elementary school: data from the early childhood longitudinal study. *American Journal of Public Health*, 98(4), 721-727. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2007.117176>
- Carson, V., Hunter, S., Kuzik, N., Gray, C. E., Poitras, V. J., Chaput, J. P., Saunders, T.J., Katzmarzyk, P.T., Okely, A.D., Gorber, S.C., Kho, M.E., Sampson, M., Lee, H. y Tremblay, M.S. (2016). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth: an update. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 41(6), S240-S265. <https://doi.org/10.1139/apnm-2015-0630>
- Castejón, F.J. (2007). *Evaluación de Programas en Ciencias de la Actividad Física*. Editorial Síntesis.
- Cecchini, J. A. y Carriedo, A. (2020). Effects of an interdisciplinary approach integrating mathematics and physical education on mathematical learning and physical activity

levels. *Journal of Teaching in Physical Education*, 39(1), 121-125.

<https://doi.org/10.1123/jtpe.2018-0274>

CDC [Centers for Disease Control and Prevention] (2010). *The association between school-based physical activity, including physical education, and academic performance*. U.S.

Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention.

Chaddock-Heyman, L., Hillman, C. H., Buck, S. M. y Cohen, N. J. (2011). Aerobic fitness and executive control of relational memory in preadolescent children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 43(2), 344-349. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181e9af48>

Chaddock-Heyman, L., Hillman, C. H., Cohen, N. J. y Kramer, A. F. (2014). The importance of physical activity and aerobic fitness for cognitive control and memory in children. *Monographs of the Society for Research in Child Development*, 79(4), 25-50. <https://doi.org/10.1111/mono.12129>

Chen, P., Wang, D., Shen, H., Yu, L., Gao, Q., Mao, L., Jiang, F., Luo, Y., Xie, M., Zhang, Y., Feng, L., Gao, F., Wang, Y., Liu, Y., Luo, C., Nassis, G. P., Krstrup, P., Ainsworth, B. E., Harmer, P. A. y Li, F. (2020). Physical activity and health in Chinese children and adolescents: expert consensus statement (2020). *British Journal of Sports Medicine*, 54, 1321-1331. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102261>

Chen, W., Zhang, Z., Callaghan, B., LaChappa, L., Chen, M. y He, Z. (2017). Acute effects of aerobic physical activities on attention and concentration in school-aged children. *Biomedical Journal of Scientific & Technical Research*, 1(5), 1-8. <https://doi.org/10.26717/BJSTR.2017.01.000456>

Chesham, R. A., Booth, J. N., Sweeney, E. L., Ryde, G. C., Gorely, T., Brooks, N. E. y Moran, C. N. (2018). The Daily Mile makes primary school children more active, less sedentary and improves their fitness and body composition: a quasi-experimental pilot study. *BMC Medicine*, 16(1), 64. <https://doi.org/10.1186/s12916-018-1049-z>

- Cho, J., Freivalds, A. y Rovniak, L. S. (2017). Utilizing anthropometric data to improve the usability of desk bikes, and influence of desk bikes on reading and typing performance. *Applied Ergonomics*, 60, 128-135. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2016.11.003>
- Chomitz, V. R., Slining, M. M., McGowan, R. J., Mitchell, S. E., Dawson, G. F. y Hacker, K. A. (2009). Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *Journal of School Health*, 79(1), 30-37. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2008.00371.x>
- Clement, K. A., Carr, S., Johnson, L., Carter, A., Dosch, B. R., Kaufman, J., Fleming-May, R., Mays, R. y Walker, T. (2018). Reading, writing, and... running? Assessing active space in libraries. *Performance Measurement and Metrics*, 19(3), 166-175. <https://doi.org/10.1108/PMM-03-2018-0011>
- Clemes, S. A., Barber, S. E., Bingham, D. D., Ridgers, N. D., Fletcher, E., Pearson, N., Salmon, J. y Dunstan, D. W. (2015). Reducing children's classroom sitting time using sit-to-stand desks: findings from pilot studies in UK and Australian primary schools. *Journal of Public Health*, 38(3), 526-533. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv084>
- Cohen J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. Laurence Erlbaum Associates, Publishers.
- Comisión Europea (2008). *Directrices de actividad física de la UE. Actuaciones recomendadas para apoyar la actividad física que promueve la salud*. Oficina de publicaciones de la Unión Europea. https://ec.europa.eu/assets/eac/sport/library/policy_documents/eu-physical-activity-guidelines-2008_es.pdf
- Comisión Europea/ EACEA/ Eurydice (2013). *La educación física y el deporte en los centros escolares de Europa. Informe Eurydice*. Oficina de Publicaciones de la Unión Europea. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/1235c563-def0-401b-9e44-45f68834d0de/language-es>

- Comité de expertos de Educación Física del Consejo COLEF (2017). Proyecto para una educación física de calidad en España. Argumentación científica. *Revista Española de Educación Física y Deportes*, (417), 83-99.
- Commissaris, D. A., Könemann, R., Hiemstra-van Mastrigt, S., Burford, E. M., Botter, J., Douwes, M. y Ellegast, R. P. (2014). Effects of a standing and three dynamic workstations on computer task performance and cognitive function tests. *Applied Ergonomics*, 45(6), 1570-1578. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2014.05.003>
- Consejería de Sanidad (2019a). *Hábitos de salud en la población juvenil de la Comunidad de Madrid, 2018. Resultados del Sistema de Vigilancia de Factores de Riesgo asociados a Enfermedades No Transmisibles en población juvenil (SIVFRENT-J), 2018*. Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid (2)25. Consejería de Sanidad. Dirección General de Salud Pública. <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM020353.pdf>
- Consejería de Sanidad (2019b). *Prevalencia de sobrepeso y obesidad y características cardiometabólicas en la población infantil de la Comunidad de Madrid, 2017-2018*. Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid, 3(25). Consejería de Sanidad. Dirección General de la Salud Pública: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM050039.pdf>
- Cornelius, C. (2018). A classroom-based physical activity intervention for adolescents: is there a relationship with self-efficacy, physical activity, and on-task behavior. *Theses and Dissertations- Educational School and Counseling Psychology*, 77. <https://doi.org/10.13023/etd.2018.381>
- Cothran, D. J., Kulinna, P. y Garn, A. C. (2010). Classroom teachers and physical activity integration. *Teaching and Teacher Education*, 26(7), 1381-1388. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.04.003>
- Craig, C. L., Marshall, A. L., Sjöström, M., Bauman, A. E., Booth, M. L., Ainsworth, B. E., Pratt, M., Ekelund, U., Yngve, A., Sallis, J.F. y Oja, P. (2003). International physical activity

- questionnaire: 12-country reliability and validity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(8), 1381-1395. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000078924.61453.FB>
- CSD [Consejo Superior de Deportes] (2011). *Los hábitos deportivos de la población escolar en España*. Consejo Superior de Deportes, Fuldación Alimentum y Fundación Deporte Joven.
- Culp, B., Oberlton, M. y Porter, K. (2020). Developing Kinesthetic Classrooms to Promote Active Learning. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 91(6), 10-15.
<https://doi.org/10.1080/07303084.2020.1768178>
- Daly-Smith, A.J., Quarmby, T., Archbold, V. S., Routen, A. C., Morris, J. L., Gammon, C., Bartholomew, J.B., Resaland, G.K., Llewellyn, B. Allman, R. y Dorling, H. (2020). Implementing physically active learning: future directions for research, policy, and practice. *Journal of Sport and Health Science*, 9(1), 41-49.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2019.05.007>
- Daly-Smith, A.J., Zwolinsky, S., McKenna, J., Tomporowski, P. D., Defeyter, M. A. y Manley, A. (2018). Systematic review of acute physically active learning and classroom movement breaks on children's physical activity, cognition, academic performance and classroom behaviour: understanding critical design features. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 4(1), e000341. <https://doi.org/10.1136/bmjsem-2018-000341>
- Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., Yanasak, N.E., Allison, J.D. y Naglieri, J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health Psychology*, 30(1), 91-98. <https://doi.org/10.1037/a0021766>
- Decreto 89/2014, de 24 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el Currículo de la Educación Primaria. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*, 175, de 25 de julio de 2014, 10-89.
https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2014/07/25/BOCM-20140725-1.PDF
- Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la

Comunidad de Madrid el currículo de Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*, 118, de 20 de mayo de 2015, 10-309.

https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2015/05/20/BOCM-20150520-1.PDF

Decreto 59/2020, de 29 de julio, del Consejo de Gobierno, por el que se modifica el decreto

48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la

Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*, 184, de 29 de julio de 2020, 11-19.

https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2020/07/31/BOCM-20200731-1.PDF

Delgado, M. y Tercedor, P. (2002). *Estrategias de intervención en educación para la salud desde la Educación Física*. Inde.

Demetriou, Y. y Höner, O. (2012). Physical activity interventions in the school setting: A systematic review. *Psychology of Sport and Exercise*, 13(2), 186-196.

<https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2011.11.006>

Devís, J. (2000). *Actividad física, deporte y salud*. Inde.

Dinkel, D., Schaffer, C., Snyder, K. y Lee, J. M. (2017). They just need to move: Teachers' perception of classroom physical activity breaks. *Teaching and Teacher Education*, 63, 186-195. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.12.020>

Dobbins, M., Husson, H., DeCorby, K. y LaRocca, R. L. (2013). School-based physical activity programs for promoting physical activity and fitness in children and adolescents aged 6 to 18. *The Cochrane Library*, 21(1), CD007651.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD007651.pub2>

Donnelly, J. E., Greene, J. L., Gibson, C. A., Sullivan, D. K., Hansen, D. M., Hillman, C. H., Poggio, J., Mayo, M. S., Smith, B. K., Lambourne, K., Herrmann, S. D., Scudder, M., Betts, J. L., Honas, J. J. y Washburn, R. A. (2013). Physical activity and academic achievement across the curriculum (A + PAAC): rationale and design of a 3-year, cluster-randomized trial. *BMC Public Health*, 13(1), 307. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-13-307>

- Donnelly, J. E., Hillman, C. H., Castelli, D., Etnier, J. L., Lee, S., Tomporowski, P., Lambourne, K. y Szabo-Reed, A. N. (2016). Physical activity, fitness, cognitive function, and academic achievement in children: a systematic review. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 48(6), 1197-1222. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000901>
- Donnelly, J. E. y Lambourne, K. (2011). Classroom-based physical activity, cognition, and academic achievement. *Preventive Medicine*, 52(1), S36–S42.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.021>
- Dössegger, A., Ruch, N., Jimmy, G., Braun-Fahrlander, C., Mäder, U., Hänggi, J., Hofmann, H., Puder, J.J., Kriemler, S. y Bringolf-Isler, B. (2014). Reactivity to accelerometer measurement of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 46(6), 1140. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000215>
- Ekelund, U., Steene-Johannessen, J., Brown, W. J., Fagerland, M. W., Owen, N., Powell, K. E., Bauman, A. y Lee, I.M. (2016). Does physical activity attenuate, or even eliminate, the detrimental association of sitting time with mortality? A harmonised meta-analysis of data from more than 1 million men and women. *The Lancet*, 388(10051), 1302-1310.
[https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(16\)30370-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(16)30370-1)
- Erwin, H. E., Abel, M. G., Beighle, A. y Beets, M. W. (2011). Promoting children's health through physically active math classes: A pilot study. *Health Promotion Practice*, 12(2), 244-251. <https://doi.org/10.1177/1524839909331911>
- Erwin, H., Fedewa, A., Beighle, A. y Ahn, S. (2012). A quantitative review of physical activity, health, and learning outcomes associated with classroom-based physical activity interventions. *Journal of Applied School Psychology*, 28(1), 14–36.
<https://doi.org/10.1080/15377903.2012.643755>
- Erwin, H., Fedewa, A., Wilson, J. y Ahn, S. (2019). The Effect of Doubling the Amount of Recess on Elementary Student Disciplinary Referrals and Achievement Over Time. *Journal of*

Research in Childhood Education, 33(4), 592-609.

<https://doi.org/10.1080/02568543.2019.1646844>

Erwin, H., Koufoudakis, R. y Beighle, A. (2013). Children's physical activity levels during indoor recess dance videos. *Journal of School Health*, 83(5), 322-327.

<https://doi.org/10.1111/josh.12034>

Esteban-Cornejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Contreras-Rodriguez, O., Verdejo-Roman, J., Mora-Gonzalez, J., Migueles, J. H., Henriksson, P., Davis, C.L., Verdejo-Garcia, A., Catena, A. y Ortega, F. B. (2017). A whole brain volumetric approach in overweight/obese children: Examining the association with different physical fitness components and academic performance. The ActiveBrains project. *Neuroimage*, 1(159), 346-354.

<https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2017.08.011>

Esteban-Cornejo, I., Tejero-González, C. M., Martinez-Gomez, D., del-Campo, J., González-Galo, A., Padilla-Moledo, C., Sallis, J.F. y Veiga, O.L. (2014). Independent and combined influence of the components of physical fitness on academic performance in youth. *The Journal of Pediatrics*, 165(2), 306-312. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2014.04.044>

Estrada-Tenorio, S., Julián, J. A., Aibar, A., Martín-Albo, J. y Zaragoza, J. (2020). Academic Achievement and Physical Activity: The Ideal Relationship to Promote a Healthier Lifestyle in Adolescents. *Journal of Physical Activity and Health*, 17(5), 525-532.

<https://doi.org/10.1123/jpah.2019-0320>

EXERNET (2016). Posicionamiento oficial EXERNET (Red Española de Investigación en Ejercicio Físico y Salud). Actividad física, ejercicio y deporte en la lucha contra la obesidad infantil y juvenil. *Nutrición Hospitalaria* 33(9), 1-21.

Fedewa, A. L., Abel, M. y Erwin, H. E. (2017). The effects of using stationary bicycle desks in classrooms on adolescents' physical activity. *Journal of Occupational Therapy, Schools, & Early Intervention*, 10(1), 78-89. <https://doi.org/10.1080/19411243.2016.1266457>

Fedewa, A. L. y Ahn, S. (2011). The effects of physical activity and physical fitness on children's

- achievement and cognitive outcomes: a meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 82(3), 521-535. <https://doi.org/10.1080/02701367.2011.10599785>
- Fedewa, A., Cornelius, C. y Ahn, S. (2017). The use of bicycle workstations to increase physical activity in secondary classrooms. *Health Psychology Report*, 6(1), 60-74. <https://doi.org/10.5114/hpr.2018.71211>
- Fedewa, A., Cornelius, C., Whitney, E., Ahn, S. y Comis, M. (2018). The use of bicycle desks to increase physical activity in two special education classrooms. *Health Psychology Report*, 6(4), 339-350. <https://doi.org/10.5114/hpr.2018.76783>
- Franco, M., Sanz, B., Otero, L., Domínguez-Vila, A. y Caballero, B. (2010). Prevention of childhood obesity in Spain: a focus on policies outside the health sector. SESPAS report 2010. *Gaceta Sanitaria*, 24(1), 49-55. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2010.09.014>
- Fritz, J., Rosengren, B. E., Dencker, M., Karlsson, C. y Karlsson, M. K. (2016). A seven-year physical activity intervention for children increased gains in bone mass and muscle strength. *Acta Paediatrica*, 105(10), 1216-1224. <https://doi.org/10.1111/apa.13440>
- Frodsham, K. M., Randall, N. R., Carbine, K. A., Rodeback, R. E., LeCheminant, J. D. y Larson, M. J. (2020). Does type of active workstation matter? A randomized comparison of cognitive and typing performance between rest, cycling, and treadmill active workstations. *PLOS One*, 15(8), e0237348. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0237348>
- Gallego, V., Hernández, A., Reigal, R. y Juárez R. (2015). Efectos de la actividad física sobre el funcionamiento cognitivo en preadolescentes. *Apunts. Educación Física y Deportes*, (121), 20-27. <https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es>
- Gallotta, M. C., Emerenziani, G. P., Iazzoni, S., Meucci, M., Baldari, C. y Guidetti, L. (2015). Impacts of coordinative training on normal weight and overweight/obese children's attentional performance. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9(577), 1-9. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00577>

- García, A.V. (8 de septiembre de 2015). Bicis en vez de pupitres, el nuevo método que triunfa en los colegios de EE.UU. *ABC*. <https://www.abc.es/familia-educacion/20150908/abci-leer-pedalear-colegio-201508201954.html?ref=https:%2F%2F>
- García, G. C. y Secchi, J. D. (2014). Test course navette de 20 metros con etapas de un minuto. Una idea original que perdura hace 30 años. *Apunts. Medicina de l'Esport*, 49(183), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2014.06.001>
- García-Ferrando, M.; Alvira-Martín, F. e Ibáñez-Alonso, J. (2010). *El análisis de la realidad social: Métodos y técnicas de investigación (3ª Edic)*. Alianza Editorial.
- García-Hermoso, A., Hormazábal-Aguayo, I., Fernández-Vergara, O., González-Calderón, N., Russell-Guzmán, J., Vicencio-Rojas, F., Chacana-Cañas, C. y Ramírez-Vélez, R. (2020). A before-school physical activity intervention to improve cognitive parameters in children: The Active-Start study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(1), 108-116. <https://doi.org/10.1111/sms.13537>
- Gardner, H. y Nogués, M. T. M. (1995). *Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica*. Paidós.
- Gil-Espinosa, F. J., Chillón, P., Fernández-García, J. C. y Cadenas-Sanchez, C. (2020). Association of Physical Fitness with Intelligence and Academic Achievement in Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(12), 4362 <https://doi.org/10.3390/ijerph17124362>
- Głąbska, D., Guzek, D., Mellová, B., Zadka, K., Żywczyk, K. y Gutkowska, K. (2019). The National After-School Athletics Program participation as a tool to reduce the risk of obesity in adolescents after one year of intervention: A Nationwide Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(3), 405. <https://doi.org/10.3390/ijerph16030405>
- Gobierno de España (2017). *Plan Estatal de Investigación Científica y Técnica y de Innovación 2017-2020*. Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. <http://www.ciencia.gob.es/stfls/MICINN/Prensa/FICHEROS/2018/PlanEstatalIDI.pdf>

- Goh, T. L., Hannon, J., Webster, C., Podlog, L. y Newton, M. (2016). Effects of a TAKE 10! Classroom-Based Physical Activity Intervention on Third-to Fifth-Grade Children's On-task Behavior. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(7), 712-718.
<https://doi.org/10.1123/jpah.2015-0238>
- Gómez, S. F., Lorenzo, L., Ribes, C. y Homs, C. (2019). *Informe estudio PASOS 2019*. Gasol Foundation.
- Gortmaker, S. L., Lee, R. M., Mozaffarian, R. S., Sobol, A. M., Nelson, T. F., Roth, B. A. y Wiecha, J. L. (2012). Effect of an after-school intervention on increases in children's physical activity. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 44(3), 450-457.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3182300128>
- Gracia-Marco, L., Rey-López, J. P., Santaliestra-Pasías, A. M., Jiménez-Pavón, D., Díaz, L. E., Moreno, L. A. y Vicente-Rodríguez, G. (2012). Sedentary behaviours and its association with bone mass in adolescents: the HELENA Cross-Sectional Study. *BMC Public Health*, 12(971), 1-9. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-971>
- Graf, C., Koch, B., Falkowski, G., Jouck, S., Christ, H., Stauenmaier, K., Bjarnason-Wehrens, B., Tokarski, W., Dordel, S. y Predel, H. G. (2005). Effects of a school-based intervention on BMI and motor abilities in childhood. *Journal of Sports Science and Medicine*, 4(3), 291-299.
- Graf, C., Koch, B., Falkowski, G., Jouck, S., Christ, H., Stauenmaier, K., Tokarski, W., Gerber, A., Predel, H.G. y Dordel, S. (2008). School-based prevention: effects on obesity and physical performance after 4 years. *Journal of Sports Sciences*, 26(10), 987-994.
<https://doi.org/10.1080/02640410801930176>
- Gråstén, A. (2017). School-based physical activity interventions for children and youth: Keys for success. *Journal of Sport and Health Science*, 6(3), 290.
<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2017.03.001>

- de Greeff, J. W., Bosker, R. J., Oosterlaan, J., Visscher, C. y Hartman, E. (2017). Effects of physical activity on executive functions, attention and academic performance in preadolescent children: a meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 21(5), 501-507. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2017.09.595>
- Grieco, L. A., Jowers, E. M., Errisuriz, V. L. y Bartholomew, J. B. (2016). Physically active vs. sedentary academic lessons: a dose response study for elementary student time on task. *Preventive Medicine*, 89, 98-103. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.05.021>
- Guthold, R., Cowan, M. J., Autenrieth, C. S., Kann, L. y Riley, L. M. (2010). Physical activity and sedentary behavior among schoolchildren: a 34-country comparison. *The Journal of Pediatrics*, 157(1), 43-49. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2010.01.019>
- Guthold, R., Stevens, G. A., Riley, L. M. y Bull, F. C. (2020). Global trends in insufficient physical activity among adolescents: a pooled analysis of 298 population-based surveys with 1.6 million participants. *The Lancet Global Health* 4(1), 23-35. [https://doi.org/10.1016/S2352-4642\(19\)30323-2](https://doi.org/10.1016/S2352-4642(19)30323-2)
- Hardman A. E. y Stensel D. J. (2009). *Physical activity and health: The evidence explained*. Routledge.
- Haverkamp, B.F.; Wiersma, R.; Vertessen, K., van Ewijk, H.; Oosterlaan, J. y Hartman, E. (2020): Effects of physical activity interventions on cognitive outcomes and academic performance in adolescents and young adults: A meta-analysis. *Journal of Sports Sciences*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1794763>
- Heath, G. W., Parra, D. C., Sarmiento, O. L., Andersen, L. B., Owen, N., Goenka, S., Montes, F. y Brownson, R.C. (2012). Evidence-based intervention in physical activity: lessons from around the world. *The Lancet*, 380(9838), 272-281. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(12\)60816-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(12)60816-2).
- Hernández, L. A., Ferrando, J. A., Quílez, J., Aragonés, M. y Terreros, J. L. (2010). *Análisis de la actividad física en escolares de medio urbano*. Consejo Superior de Deportes.

- Herrmann, S. D. y Pfeiffer, K. A. (2016). New data for an updated youth energy expenditure compendium: an introduction. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(1), S1-S2. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0405>
- Hillman, C. H., Buck, S. M., Themanson, J. R., Pontifex, M. B. y Castelli, D. M. (2009). Aerobic fitness and cognitive development: Event-related brain potential and task performance indices of executive control in preadolescent children. *Developmental Psychology*, 45(1), 114-129. <https://doi.org/10.1037/a0014437>
- Hillman, C. H., Erickson, K. I. y Kramer, A. F. (2008). Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), 58-65. <https://doi.org/10.1038/nrn2298>
- Hillman, C. H., Logan, N. E. y Shigeta, T. T. (2019). A review of acute physical activity effects on brain and cognition in children. *Translational Journal of the American College of Sports Medicine*, 4(17), 132-136. <https://doi.org/10.1249/TJX.0000000000000101>
- HM Government (2016). *Childhood Obesity: A Plan for Action*. HM Government.
- Hollar, D., Messiah, S. E., Lopez-Mitnik, G., Hollar, T. L., Almon, M. y Agatston, A. S. (2010). Effect of a two-year obesity prevention intervention on percentile changes in body mass index and academic performance in low-income elementary school children. *American Journal of Public Health*, 100(4), 646-653. <https://doi.org/10.2105/AJPH.2009.165746>
- Hyndman, B. P., Benson, A. y Telford, A. (2016). Active play: exploring the influences on children's school playground activities. *American Journal of Play*, 8(3), 325.
- Janssen, I. y LeBlanc, A. G. (2010). Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 7(40), 1-16. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-7-40>.
- Janssen, M., Twisk, J. W., Toussaint, H. M., van Mechelen, W. y Verhagen, E. A. (2015). Effectiveness of the PLAYgrounds programme on PA levels during recess in 6-year-old to

12-year-old children. *British Journal of Sports Medicine*, 49(4), 259-264.

<https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091517>

Jimerson, S. R., Campos, E. y Greif, J. L. (2003). Toward an understanding of definitions and measures of school engagement and related terms. *The California School Psychologist*, 8(1), 7-27. <https://doi.org/10.1007/BF03340893>

Josaphat, K. J., Kugathasan, T. A., ER Reid, R., Begon, M., Léger, P. M., Labonté-Lemoyne, E., Sénécal, S., Arvisais, D. y Mathieu, M. E. (2019). Use of Active Workstations in Individuals with Overweight or Obesity: A Systematic Review. *Obesity*, 27(3), 362-379. <https://doi.org/10.1002/oby.22388>

Joubert, L., Kilgas, M., Riley, A., Gautam, Y., Donath, L. y Drum, S. (2017). In-Class Cycling to Augment College Student Academic Performance and Reduce Physical Inactivity: Results from an RCT. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11), 1343. <https://doi.org/10.3390/ijerph14111343>

Käll, L. B., Nilsson, M. y Lindén, T. (2014). The impact of a physical activity intervention program on academic achievement in a Swedish elementary school setting. *Journal of School Health*, 84(8), 473-480. <https://doi.org/10.1111/josh.12179>

Kamijo, K., Takeda, Y., Takai, Y. y Haramura, M. (2015). Greater aerobic fitness is associated with more efficient inhibition of task-irrelevant information in preadolescent children. *Biological Psychology*, 110, 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2015.07.007>

Kang, M. y Brinthaup, T. M. (2009). Effects of group-and individual-based step goals on children's physical activity levels in school. *Pediatric Exercise Science*, 21(2), 148-158. <https://doi.org/10.1123/pes.21.2.148>

Kari, J. T., Pehkonen, J., Hutri-kÄhÖnen, N., Raitakari, O. T. y Tammelin, T. H. (2017). Longitudinal associations between physical activity and educational outcomes. *Medicine*

- and Science in Sports and Exercise*, 49(11), 2158-2166.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001351>
- Katz, D. L., Cushman, D., Reynolds, J., Njike, V., Treu, J. A., Walker, J., Smith, E. y Katz, C. (2010). Putting physical activity where it fits in the school day: Preliminary results of the ABC (Activity Bursts in the Classroom) for fitness program. *Preventing Chronic Disease*, 7(4) 1-10.
- Keeley, T. J. y Fox, K. R. (2009). The impact of physical activity and fitness on academic achievement and cognitive performance in children. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 2(2), 198-214. <https://doi.org/10.1080/17509840903233822>
- Kercood, S. y Banda, D. R. (2012). The effects of added physical activity on performance during a listening comprehension task for students with and without attention problems. *International Journal of Applied Educational Studies*, 13(1), 19-33.
- Kibbe, D. L., Hackett, J., Hurley, M., McFarland, A., Schubert, K. G., Schultz, A. y Harris, S. (2011). Ten Years of TAKE 10!®: Integrating physical activity with academic concepts in elementary school classrooms. *Preventive Medicine*, 52(1), S43-50.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.025>
- Kidd, B. (2008). A new social movement: Sport for development and peace. *Sport in Society*, 11(4), 370-380. <https://doi.org/10.1080/17430430802019268>
- Kidokoro, T., Suzuki, K., Naito, H., Balasekaran, G., Song, J. K., Park, S. Y., Liou, Y.M., Lu, D., Poh, B.K., Kijboonchoo, K. y Hui, S. S. C. (2019). Moderate-to-vigorous physical activity attenuates the detrimental effects of television viewing on the cardiorespiratory fitness in Asian adolescents: the Asia-fit study. *BMC Public Health*, 19(1), 1-8.
<https://doi.org/10.1186/s12889-019-8079-0>
- Klakk, H., Andersen, L. B., Heidemann, M., Møller, N. C. y Wedderkopp, N. (2014). Six physical education lessons a week can reduce cardiovascular risk in school children aged 6–13

years: a longitudinal study. *Scandinavian Journal of Public Health*, 42(2), 128-136.

<https://doi.org/10.1177/1403494813505726>

Kohl III, H. W. y Cook, H. D. (2013). *Educating the student body: Taking physical activity and physical education to school*. The National Academies Press.

Kohl III, H. W., Fulton, J. E. y Caspersen, C. J. (2000). Assessment of physical activity among children and adolescents: a review and synthesis. *Preventive Medicine*, 31(2), S54-S76.

<https://doi.org/10.1006/pmed.1999.0542>

Kriemler, S., Meyer, U., Martin, E., van Sluijs, E. M., Andersen, L. B. y Martin, B. W. (2011).

Effect of school-based interventions on physical activity and fitness in children and adolescents: a review of reviews and systematic update. *British Journal of Sports*

Medicine, 45(11), 923-930. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090186>

Kubesch S., Walk, L., Spitzer, M., Kammer, T., Lainburg, A., Heim, R. y Hille, K. (2009). A 30-minute physical education program improves students' executive attention. *Mind, Brain, and Education* 3(4), 235-242. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2009.01076.x>

Laguna-Nieto, M., Lara, M.T. y Aznar, S. (2011). Patrones de actividad física en función del género y los niveles de obesidad en población infantil española. Estudio EYHS. *Revista de Psicología del Deporte*, 20(2), 621-636.

Lee, S. W., Shaftel, J., Neaderhiser, J. y Oeth, J. (2009). *Development and validation of instruments to assess the behavior and assets of students at the classroom level*. American Psychological Association.

Leger, L. A., Mercier, D., Gadoury, C. y Lambert, J. (1988). The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. *Journal of Sports Sciences*, 6(2), 93-101.

<https://doi.org/10.1080/02640418808729800>

Le Masurier, G. y Corbin, C. B. (2006). Top 10 reasons for quality physical education. *Journal of Physical Education, Recreation & Dance*, 77(6), 44-53.

<https://doi.org/10.1080/07303084.2006.10597894>

- Ley 10/1990, de 15 de octubre, del Deporte. *Boletín Oficial del Estado*, 249, de 17 de octubre de 1990, 30397-30411. <https://www.boe.es/boe/dias/1990/10/17/pdfs/A30397-30411.pdf>
- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 295, de 10 de diciembre de 2013, 97858 a 97921.
<http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>
- Liu, A., Hu, X., Ma, G., Cui, Z., Pan, Y., Chang, S., Zhao, W. y Chen, C. (2008). Evaluation of a classroom-based physical activity promoting programme. *Obesity Reviews*, 9(1), 130-134.
<https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2007.00454.x>
- Llargués, E., Recasens, M. A., Manresa, J. M., Jensen, B. B., Franco, R., Nadal, A., Vila, M., Recasens, I., Pérez, M.J. y Castell, C. (2017). Four-year outcomes of an educational intervention in healthy habits in schoolchildren: the Avall 3 Trial. *European Journal of Public Health*, 27(1), 42-47. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckw199>
- Lubans, D. R., Beauchamp, M. R., Diallo, T. M., Peralta, L. R., Bennie, A., White, R. L. y Lonsdale, C. (2018). School Physical Activity Intervention Effect on Adolescents' Performance in Mathematics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 50(12), 2442-2450. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001730>
- Lubans, D., Richards, J., Hillman, C., Faulkner, G., Beauchamp, M., Nilsson, M., Kelly, P., Smith, J., Raine, L. y Biddle, S. (2016). Physical activity for cognitive and mental health in youth: a systematic review of mechanisms. *Pediatrics*, 138(3), e20161642.
<https://doi.org/10.1542/peds.2016-1642>
- Ma, J. K., Mare, L. L. y Gurd, B. J. (2014). Classroom-based high-intensity interval activity improves off-task behaviour in primary school students. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 39(12), 1332-1337. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0125>.

- Mahar, M.T. (2011). Impact of short bouts of physical activity on attention-to-task in elementary school children. *Preventive Medicine*, 52, 60-64.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.026>
- Mahar, M. T., Murphy, S. K., Rowe, D. A., Golden, J., Shields, A. T. y Raedeke, T. D. (2006). Effects of a classroom-based program on physical activity and on-task behavior. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(12), 2086-2094.
<https://doi.org/10.1249/01.mss.0000235359.16685.a3>
- Maher, C., Lewis, L., Katzmarzyk, P. T., Dumuid, D., Cassidy, L. y Olds, T. (2016). The associations between physical activity, sedentary behaviour and academic performance. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(12), 1004-1009.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.02.010>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M. y Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83(8), 713-721. <https://doi.org/10.1093/ptj/83.8.713>
- Marques, A., Santos, D. A., Hillman, C. H. y Sardinha, L. B. (2017). How does academic achievement relate to cardiorespiratory fitness, self-reported physical activity and objectively reported physical activity: a systematic review in children and adolescents aged 6–18 years. *British Journal of Sports Medicine*, 52(16), 1039-1039.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097361>
- Martin, R. y Murtagh, E. M. (2017). Effect of active lessons on physical activity, academic, and health outcomes: a systematic review. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 88(2), 149-168. <https://doi.org/10.1080/02701367.2017.1294244>
- Martínez-Gómez, D., Martínez-de-Haro, V., Pozo, T., Welk, G. J., Villagra, A., Calle, M. E., Marcos, A. y Veiga, O. L. (2009). Fiabilidad y validez del cuestionario de actividad física PAQ-A en adolescentes españoles. *Revista Española de Salud Pública*, 83(3), 427-439.
<https://doi.org/10.1590/s1135-57272009000300008>

- Martínez-López, E. J., Moreno-Cerceda, J., Suarez-Manzano, S. y Ruiz-Ariza, A. (2018). Efecto y satisfacción de un programa de actividad física controlada por pulsómetro en el índice de masa corporal de escolares con sobrepeso-obesidad. *Retos: Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación*, (33), 179-184.
<https://doi.org/10.47197/retos.v0i33.58019>
- Martínez-Vizcaíno, V., Salcedo Aguilar, F., Franquelo Gutiérrez, R., Solera Martínez, M., Sánchez López, M., Serrano Martínez, S., López García, E. y Rodríguez Artalejo, F. (2008). Assessment of an after-school physical activity program to prevent obesity among 9-to 10-year-old children: a cluster randomized trial. *International Journal of Obesity*, 32(1), 12-22. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803738>
- Mavilidi, M. F., Drew, R., Morgan, P. J., Lubans, D. R., Schmidt, M. y Riley, N. (2020). Effects of different types of classroom physical activity breaks on children's on-task behaviour, academic achievement and cognition. *Acta Paediatrica*, 109(1), 158-165.
<https://doi.org/10.1111/apa.14892>
- Mavilidi, M. F., Lubans, D. R., Morgan, P. J., Miller, A., Eather, N., Karayanidis, F., Lonsdale, C., Noetel, M., Shaw, K. y Riley, N. (2019). Integrating physical activity into the primary school curriculum: rationale and study protocol for the "Thinking while Moving in English" cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 19(1), 379.
<https://doi.org/10.1186/s12889-019-6635-2>
- Mayorga-Vega, D., Martínez-Baena, A. y Viciano, J. (2018). Does school physical education really contribute to accelerometer-measured daily physical activity and non sedentary behaviour in high school students? *Journal of Sports Sciences*, 36(17), 1913-1922.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1425967>
- McKenzie, T. L. y Kahan, D. (2008). Physical activity, public health, and elementary schools. *The Elementary School Journal*, 108(3), 171-180. <https://doi.org/10.1086/529100>

- Méndez-Giménez, A. (2020a). Beneficios físicos, intrapersonales e interpersonales de las intervenciones en el patio de recreo en educación primaria. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 9(2), 47-58.
<https://doi.org/10.6018/sportk.431111>
- Méndez-Giménez, A. (2020b). Resultados académicos, cognitivos y físicos de dos estrategias para integrar movimiento en el aula: clases activas y descansos activos. *SPORT TK-Revista EuroAmericana de Ciencias del Deporte*, 9(1), 63-74.
<https://doi.org/10.6018/sportk.412531>
- Meyer, U., Schindler, C., Zahner, L., Ernst, D., Hebestreit, H., van Mechelen, W., Brunner-La Rocca, H.P, Probst-Hensch, N., Puder, J.J. y Kriemler, S. (2014). Long-term effect of a school-based physical activity program (KISS) on fitness and adiposity in children: a cluster-randomized controlled trial. *PLOS One*, 9(2), e87929.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0087929>
- Mielgo-Ayuso, J., Aparicio-Ugarriza, R., Castillo, A., Ruiz, E., Ávila, J. M., Aranceta-Batrina, J., Gil, A., Ortega, R.M., Serra-Majem, L., Varela-Moreiras, G. y González-Gross, M. (2016). Physical activity patterns of the Spanish population are mostly determined by sex and age: findings in the ANIBES Study. *PLOS One*, 11(2), e0149969.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149969>
- Minges, K. E., Chao, A. M., Irwin, M. L., Owen, N., Park, C., Whittemore, R. y Salmon, J. (2016). Classroom standing desks and sedentary behavior: A systematic review. *Pediatrics*, 137(2), e20153087. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3087>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2020). *Datos y Cifras. Curso escolar 2020/2021*. Secretaría General Técnica Ministerio de Educación y Formación Profesional.
<http://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:89c1ad58-80d8-4d8d-94d7-a7bace3683cb/datosycifras2021esp.pdf>

- Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad (2015). *Actividad Física para la Salud y Reducción del Sedentarismo. Recomendaciones para la población. Estrategia de Promoción de la Salud y Prevención en el SNS*. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social:
- https://www.msbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/Estrategia/docs/Tabla_resumen_Recomendaciones_ActivFisica.pdf
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. y Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000097. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Mok, M. M. C., Chin, M. K., Korcz, A., Popeska, B., Edginton, C. R., Uzunoz, F. S., Podnar, H., Coetzee, D., Georgescu, L., Emeljanovas, A., Pasic, M., Balasekaran, G., Anderson, E. y Dustine, J.L., (2020). Brain Breaks® Physical Activity Solutions in the Classroom and on Attitudes toward Physical Activity: A Randomized Controlled Trial among Primary Students from Eight Countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(5), 1666. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051666>
- Moore, R. D., Wu, C. T., Pontifex, M. B., O'leary, K. C., Scudder, M. R., Raine, L. B., Johnson, C.R. y Hillman, C. H. (2013). Aerobic fitness and intra-individual variability of neurocognition in preadolescent children. *Brain and Cognition*, 82(1), 43-57. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2013.02.006>
- Morris, J. L., Daly-Smith, A., Archbold, V. S., Wilkins, E. L. y McKenna, J. (2019). The Daily Mile™ initiative: Exploring physical activity and the acute effects on executive function and academic performance in primary school children. *Psychology of Sport and Exercise*, 45, 101583. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.101583>
- Mueller, J. L., Wudarszewski, A. y Avitzur, Y. (2017). Learning in Motion: Teachers' Perspectives on the Impact of Stationary Bike Use in the Classroom. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 16(3) 15-28.

- Mullender-Wijnsma, M. J., Hartman, E., de Greeff, J. W., Doolaard, S., Bosker, R. J. y Visscher, C. (2016). Physically active math and language lessons improve academic achievement: a cluster randomized controlled trial. *Pediatrics*, 137(3), e20152743.
<https://doi.org/10.1542/peds.2015-2743>
- Müller, U. M., Walther, C., Adams, V., Mende, M., Adam, J., Fikenzer, K. y Schuler, G. (2016). Long term impact of one daily unit of physical exercise at school on cardiovascular risk factors in school children. *European Journal of Preventive Cardiology*, 23(13). 1444-1452. <https://doi.org/10.1177/2047487316632966>
- Naylor, P. J., Nettlefold, L., Race, D., Hoy, C., Ashe, M. C., Higgins, J. W. y McKay, H. A. (2015). Implementation of school based physical activity interventions: a systematic review. *Preventive medicine*, 72, 95-115. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.12.034>
- Newton, J. (19 de septiembre de 2016). Teacher installs bike pedals under her students' desks to stop them fidgeting and help them channel their energy. *Daily Mail*.
<https://www.dailymail.co.uk/news/article-3796469/Teacher-installs-bike-pedals-students-desks-stop-fidgeting-help-channel-energy.html>
- Niemann, C., Wegner, M., Voelcker-Rehage, C., Holzweg, M., Arafat, A. M. y Budde, H. (2013). Influence of acute and chronic physical activity on cognitive performance and saliva testosterone in preadolescent school children. *Mental Health and Physical Activity*, 6(3), 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.mhpa.2013.08.002>
- Norris, E., Shelton, N., Dunsmuir, S., Duke-Williams, O. y Stamatakis, E. (2015). Physically active lessons as physical activity and educational interventions: a systematic review of methods and results. *Preventive Medicine*, 72, 116-125.
<https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2014.12.027>
- Norris, E., van Steen, T., Direito, A. y Stamatakis, E. (2020). Physically active lessons in schools: A systematic review and meta-analysis of effects on physical activity, educational, health

- and cognition outcomes. *British Journal of Sports Medicine*, 54, 826-838.
- 10.1136/bjsports-2018-100502.
- Obama, F. L. M. (2012). Let's Move! Raising a healthier generation of kids. *Childhood Obesity*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.1089/chi.2012.0800.obam>
- Oja, P., Titze, S., Bauman, A., de Geus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B. y Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 21(4), 496-509. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x>
- Oliver, M., Schofield, G. y McEvoy, E. (2006). An integrated curriculum approach to increasing habitual physical activity in children: a feasibility study. *Journal of School Health*, 76(2), 74-79. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2006.00071.x>
- Onis, M. D. de, Onyango, A. W., Borghi, E., Siyam, A., Nishida, C. y Siekmann, J. (2007). Development of a WHO growth reference for school-aged children and adolescents. *Bulletin of the World health Organization*, 85, 660-667. <https://doi.org/10.2471/BLT.07.043497>
- Orden ECD/2475/2015, de 19 de noviembre, por la que se crea el distintivo de calidad de centros docentes Sello Vida Saludable. *Boletín Oficial del Estado*, 281, de 24 de noviembre de 2015, 110411-110415. <https://www.boe.es/eli/es/o/2015/11/19/ecd2475/dof/spa/pdf>
- Ordóñez, A., Polo, B., Lorenzo, A. y Shaoliang, Z. (2019). Efectos de una intervención de actividad física escolar en la preadolescencia. *Apunts. Educación física y deportes*, 2(136), 49-61. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2019/2\).136.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2019/2).136.04)
- Ortega, F. B., Artero, E. G., Jiménez-Pavón, D. y Ruiz, J. R. (2018). Role of physical activity and fitness in the promotion of metabolic and overall health. *European Journal of Human Movement*, 41, 6-16. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.07.008>
- Ortiz-Marrón, H., Ortiz-Pinto, M. A., Cuadrado-Gamarra, J. I., Esteban-Vasallo, M., Cortés-Rico, O., Rey-Gayo, L., Ordobás, M. y Galán, I. (2018). Persistence and variation in overweight and obesity among the pre-school population of the Community of Madrid after 2 years of

follow-up. The ELOIN Cohort. *Revista Española de Cardiología*, 71(11), 902-909.

<https://doi.org/10.1016/j.rec.2017.12.024>

Pangrazi, R. P., Beighle, A., Vehige, T. y Vack, C. (2003). Impact of Promoting Lifestyle Activity for Youth (PLAY) on children's physical activity. *Journal of School Health*, 73(8), 317-321. <https://doi.org/10.1111/j.1746-1561.2003.tb06589.x>

Parlamento Europeo. (2007). *Informe sobre la función del deporte en la educación*. Comisión de Cultura y Educación, Parlamento Europeo.

<https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=->

[//EP//NONSGML+REPORT+A6-2007-0415+0+DOC+PDF+V0//ES](https://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//NONSGML+REPORT+A6-2007-0415+0+DOC+PDF+V0//ES)

Pate, R. R., Davis, M. G., Robinson, T. N., Stone, E. J., McKenzie, T. L. y Young, J. C. (2006). Promoting physical activity in children and youth: a leadership role for schools: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*, 114(11), 1214-1224.

<https://doi.org/10.1161/circulationaha.106.177052>

Pate, R. R., O'Neill, J. R. y Lobelo, F. (2008). The evolving definition of "sedentary". *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 36(4), 173-178.

<https://doi.org/10.1097/JES.0b013e3181877d1a>

Pelegri, A., Klen, J.A., Costa, A.M., Bim, M.A, Claumann, G.S., DeAngelo, H.C.C y de Araújo-Pinto, A. (2020). Association between sedentary behavior and bone mass in adolescents. *Osteoporos International*, 31(9), 1733-1740. <https://doi.org/10.1007/s00198-020-05412-1>

Pérez, I. J. y Delgado, M. (2013). Mejora de hábitos saludables en adolescentes desde la Educación Física escolar. *Revista de Educación*, 360, 314-337. <https://doi.org/10-4438/1988-592X-RE-2011-360-113>

- Pérez-Bey, A., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Martínez-Gómez, D., Mota, J., Veiga, O. L., Lavie, C.J. y Castro-Piñero, J. (2020). Bidirectional associations between fitness and fatness in youth: A longitudinal study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(8), 1483-1496. <https://doi.org/10.1111/SMS.13684>
- Pérez-Lobato, R., Reigal, R. E. y Hernández-Mendo, A. (2016). Relaciones entre la práctica física, condición física y atención en una muestra adolescente. *Revista de Psicología del Deporte*, 25(1), 179-186.
- Pérez-Rodrigo, C., Gil, Á., González-Gross, M., Ortega, R. M., Serra-Majem, L., Varela-Moreiras, G. y Aranceta-Bartrina, J. (2015). Clustering of dietary patterns, lifestyles, and overweight among Spanish children and adolescents in the ANIBES study. *Nutrients*, 8(1), 11. <https://doi.org/10.3390/nu8010011>
- Peterman, J. E., Morris, K. L., Kram, R. y Byrnes, W. C. (2019). Cardiometabolic effects of a workplace cycling intervention. *Journal of Physical Activity and Health*, 16(7), 547-555. <https://doi.org/10.1123/jpah.2018-0062>
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee (2018). 2018 *Physical activity guidelines advisory committee scientific report*. US Department of Health and Human Services.
- Pilcher, J. J. y Baker, V. C. (2016). Task performance and meta-cognitive outcomes when using activity workstations and traditional desks. *Frontiers in Psychology* 7(957), 1-6. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00957>
- Pilcher, J. J., Morris, D. M., Bryant, S. A., Merritt, P. A. y Feigl, H. B. (2017). Decreasing sedentary behavior: Effects on academic performance, meta-cognition, and sleep. *Frontiers in Neuroscience*, 11(219), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00219>
- Polo-Recuero, B., Moreno-Barrio, A. y Ordóñez-Dios, A. (2020). Lecciones activas: estrategia para aumentar la actividad física de los escolares durante la jornada lectiva. *RICYDE*.

Revista Internacional de Ciencias del Deporte, 62(16), 342-357.

<https://doi.org/10.5232/ricyde2020.06201>

Pontifex, M. B., Saliba, B. J., Raine, L. B., Picchietti, D. L. y Hillman, C. H. (2013). Exercise improves behavioral, neurocognitive, and scholastic performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *The Journal of Pediatrics*, 162(3), 543-551. <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.08.036>

Raine, L. B., Lee, H. K., Saliba, B. J., Chaddock-Heyman, L., Hillman, C. H. y Kramer, A. F. (2013). The influence of childhood aerobic fitness on learning and memory. *PLOS One*, 8(9), e72666. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072666>

Rasberry, C. N., Lee, S. M., Robin, L., Laris, B. A., Russell, L. A., Coyle, K. K. y 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, S10-S20. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.027>

Ratey, J. J. (2008). *Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain*. Little, Brown Spark.

Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 1 de marzo de 2014, 19349-19420. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/02/28/126/dof/spa/pdf>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, 3, de 3 de enero de 2015, 169-546. <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>

Reed, J. A., Einstein, G., Hahn, E., Hooker, S. P., Gross, V. P. y 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(3), 343-351. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.3.343>

- Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de abril de 2016, relativo a la protección de las personas físicas en lo que respecta al tratamiento de datos personales y a la libre circulación de estos datos y por el que se deroga la Directiva 95/46/CE. *Diario Oficial de la Unión Europea*, de 4 de mayo de 2016, 1-119.
<https://www.boe.es/doue/2016/119/L00001-00088.pdf>
- Reiff, C., Marlatt, K. y Dengel, R. (2012). Difference in caloric expenditure in sitting versus standing desks. *Journal of Physical Activity and Health*, 9(7), 1009-1011.
<https://doi.org/10.1123/jpah.9.7.1009>
- Reilly, J. J., Penpraze, V., Hislop, J., Davies, G., Grant, S. y Paton, J. Y. (2008). Objective measurement of physical activity and sedentary behaviour: review with new data. *Archives of Disease in Childhood*, 93(7), 614-619. <https://doi.org/10.1136/adc.2007.133272>
- Resaland, G. K., Aadland, E., Moe, V. F., Aadland, K. N., Skrede, T., Stavnsbo, M., Suominen, L., Steene-Johannessen, J., Glosvik, Ø., Andersen, J. R., Kvalheim, O. M., Engelsrud, G., Andersen, L. B., Holme, I. M., Ommundsen, Y., Kriemler, S., van Mechelen, W., McKay, H. A., Ekelund, U. y Anderssen, S. A. (2016). Effects of physical activity on schoolchildren's academic performance: The Active Smarter Kids (ASK) cluster-randomized controlled trial. *Preventive Medicine*, 91, 322–328. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.09.005>
- Resolución de 2 de febrero de 2018, de las Viceconsejerías de Política Educativa y Ciencia, y de Organización Educativa, por la que se dictan instrucciones para la celebración de las pruebas correspondientes a la evaluación final de los alumnos de cuarto curso de Educación Secundaria Obligatoria, para el curso académico 2017-2018. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*, 49, de 27 de febrero de 2018, 52-59.
https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2018/02/27/BOCM-20180227-13.PDF
- Resolución de 8 de marzo de 2019, de las Viceconsejerías de Política Educativa y Ciencia, y de Organización Educativa, por la que se dictan instrucciones para la celebración de las pruebas correspondientes a la evaluación final de los alumnos de cuarto curso de

Educación Secundaria Obligatoria, para el curso académico 2018-2019. *Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid*, 63, de 15 de marzo de 2019, 149-160.

https://www.bocm.es/boletin/CM_Orden_BOCM/2019/03/15/BOCM-20190315-31.PDF

- Rey-López, J. P., Vicente-Rodriguez, G., Ortega, F. B., Ruiz, J. R., Martinez-Gómez, D., De Henauw, S., Manios, Y., Molnar, D., Polito, A., Verloigne, M., Castillo, M.J., Sjöström, M., De Bourdeaudhuij, I. y Moreno, L.A. (2010). Sedentary patterns and media availability in European adolescents: The HELENA study. *Preventive Medicine*, 51(1), 50-55. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2010.03.013>
- Riddoch, C. J., Andersen, L. B., Wedderkopp, N., Harro, M., Klasson-Heggebø, L., Sardinha, L. B., Cooper, A.R. y Ekelund, U. L. F. (2004). Physical activity levels and patterns of 9-and 15-yr-old European children. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(1), 86-92. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000106174.43932.92>
- Rodríguez-Ordax, J. y Terrados, N. (2006). Métodos para la valoración de la actividad física y el gasto energético en niños y adultos. *Archivos de Medicina del Deporte*, 23(115), 365-77.
- Rollo, S., Crutchlow, L., Nagpal, T. S., Sui, W. y Prapavessis, H. (2019). The effects of classroom-based dynamic seating interventions on academic outcomes in youth: a systematic review. *Learning Environments Research*, 22(2), 153-171. <https://doi.org/10.1007/s10984-018-9271-3>
- Román-Viñas, B., Marin, J., Sánchez-López, M., Aznar, S., Leis, R., Aparicio-Ugarriza, R., Schroder, H., Ortiz-Moncada, R., Vicente, G., González-Cross, M. y Serra-Majem, L. (2016). Results from Spain's 2016 Report Card on Physical Activity for Children and Youth. *Journal of Physical Activity and Health*, 13(11), S279-S283. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0308>
- Ruiter, M., Eielts, C., Loyens, S. y Paas, F. (2019). Comparing cognitive control performance during seated rest and self-paced cycling on a desk bike in preadolescent children. *Journal of Physical Activity and Health*, 16(7), 533-539. <https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0437>

- Ruiter, M., Loyens, S. y Paas, F. (2017). The effects of cycling on a desk bike on attention, retention and mood during a video lecture. *Applied Cognitive Psychology*, 31(6), 593-603.
<https://doi.org/10.1002/acp.3355>
- Ruiz, E., Ávila, J. M., Castillo, A., Valero, T., del Pozo, S., Rodriguez, P., Aranceta Bartrina, J., Gil, A., González-Cross, M., Ortega, R.M., Serra-Majem, L. y Varela-Moreiras, G. (2015). The ANIBES study on energy balance in Spain: design, protocol and methodology. *Nutrients*, 7(2), 970-998. <https://doi.org/10.3390/nu7020970>
- Ruiz, J. R., Cavero-Redondo, I., Ortega, F. B., Welk, G. J., Andersen, L. B. y Martínez-Vizcaino, V. (2016). Cardiorespiratory fitness cut points to avoid cardiovascular disease risk in children and adolescents; what level of fitness should raise a red flag? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine* 50(23), 1451-1458.
<https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095903>
- Ruiz, J. R., España Romero, V., Castro Piñero, J., Artero, E. G., Ortega, F. B., Cuenca García, M., Jiménez Pavón, D., Chillón, P., Girela Rejón, M.J., Mora, A., Gutiérrez, A., Suni, J., Sjöström, M. y Castillo, M.J. (2011). Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutrición Hospitalaria*, 26(6), 1210-1214.
<https://doi.org/10.3305/nh.2011.26.6.5270>
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Martínez-Gómez, D., Labayen, I., Moreno, L. A., De Bourdeaudhuij, I., Manios, Y., González Cross, M., Mauro, B., Molnar, D., Widhalm, K., Marcos, A., Beghin, L., Castillo, M.J. y Sjöström, M. (2011). Objectively measured physical activity and sedentary time in European adolescents: the HELENA study. *American Journal of Epidemiology*, 174(2), 173-184. <https://doi.org/10.1093/aje/kwr068>
- Salmon, J., Ball, K., Hume, C., Booth, M. y Crawford, D. (2008). Outcomes of a group-randomized trial to prevent excess weight gain, reduce screen behaviours and promote physical activity in 10-year-old children: switch-play. *International Journal of Obesity*,

32(4), 601-612. <https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803805>

Sánchez, M., Gutiérrez, D., Ruiz, A., López, C. y Sánchez, M. I. (2017). *Proyectos Escolares Saludables. Descansos Activos*. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Castilla-La Mancha. <https://doi.org/10.18239/atenea.04.2017>

Sánchez-Cruz, J. J., Jiménez-Moleón, J. J., Fernández-Quesada, F. y Sánchez, M. J. (2013). Prevalencia de obesidad infantil y juvenil en España en 2012. *Revista Española de Cardiología*, 66(5), 371-376. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2012.10.016>

Santana, C. C. A., Azevedo, L. B., Cattuzzo, M. T., Hill, J. O., Andrade, L. P. y Prado, W. L. (2017). Physical fitness and academic performance in youth: a systematic review. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 27(6), 579-603. <https://doi.org/10.1111/sms.12773>

Schmidt, M., Benzing, V. y Kamer, M. (2016). Classroom-based physical activity breaks and children's attention: cognitive engagement works! *Frontiers in Psychology*, 7(1474), 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01474>

Schmidt, M., Egger, F., Benzing, V., Jäger, K., Conzelmann, A., Roebbers, C. M. y Pesce, C. (2017). Disentangling the relationship between children's motor ability, executive function and academic achievement. *PLOS One*, 12(8), e0182845. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182845>

Schmidt, S. K., Reinboth, M. S., Resaland, G. K. y Bratland-Sanda, S. (2020). Changes in Physical Activity, Physical Fitness and Well-Being Following a School-Based Health Promotion Program in a Norwegian Region with a Poor Public Health Profile: A Non-Randomized Controlled Study in Early Adolescents. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(3), 896.

Schubert, M. M., Clark, A. y Annie, B. (2018). The Polar® OH1 optical heart rate sensor is valid during moderate-vigorous exercise. *Sports Medicine International Open*, 2(3), E67-E70. <https://doi.org/10.1055/a-0631-0920>

Seljebotn, P. H., Skage, I., Riskedal, A., Olsen, M., Kvalø, S. E. y Dyrstad, S. M. (2019).

Physically active academic lessons and effect on physical activity and aerobic fitness. The active school study: a cluster randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*, 13, 183-188. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2018.12.009>

Sherry, A. P., Pearson, N. y Clemen, S. A. (2016). The effects of standing desks within the school classroom: A systematic review. *Preventive Medicine Reports*, 3, 338–347.

<https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2016.03.016>

Sibley, B. A. y Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric Exercise Science*, 15(3), 243-256.

<https://doi.org/10.1515/ijsl.2000.143.183>

Singh, A. S., Saliasi, E., van den Berg, V., Uijtdewilligen, L., de Groot, R. H. M., Jolles, J.,

Andersen, L. B., Bailey, R., Chang, Y.-K., Diamond, A., Ericsson, I., Etnier, J. L., Fedewa, A. L., Hillman, C. H., McMorris, T., Pesce, C., Pühse, U., Tomporowski, P. D. y Chinapaw, M. J. M. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *British Journal of Sports Medicine*, 53(10), 640–647. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098136>

Singh, A.S., Uijtdewilligen, L., Twisk, J. W., Van Mechelen, W. y Chinapaw, M. J. (2012).

Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine*, 166(1), 49-55. <https://doi.org/10.1001/archpediatrics.2011.716>

Sluijs, E. M. van, McMinn, A. M. y Griffin, S. J. (2007). Effectiveness of interventions to promote physical activity in children and adolescents: systematic review of controlled trials. *BMJ*, 335(703), 1-13. <https://doi.org/10.1136/bmj.39320.843947.BE>

- Spitzer, U. S. y Hollmann, W. (2013). Experimental observations of the effects of physical exercise on attention, academic and prosocial performance in school settings. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(1), 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.03.002>
- Sullivan, R. A., Kuzel, A. H., Vaandering, M. E. y Chen, W. (2017). The association of physical activity and academic behavior: a systematic review. *Journal of School Health*, 87(5), 388-398. <https://doi.org/10.1111/josh.12502>
- Szabo-Reed, A. N., Willis, E. A., Lee, J., Hillman, C. H., Washburn, R. A. y Donnelly, J. E. (2017). Impact of 3 years of classroom physical activity bouts on time-on-task behavior. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 49(11), 2343. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001346>
- Tanaka, H., Monahan, K. D. y Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1), 153-156. [https://doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](https://doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)
- Tardif, C. B., Cantin, M., Sénécal, S., Léger, P. M., Labonté-Lemoyne, É., Begon, M. y Mathieu, M.E. (2018). Implementation of active workstations in university libraries—a comparison of portable pedal exercise machines and standing desks. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1242. <https://doi.org/10.3390/ijerph15061242>
- Tarp, J., Domazet, S. L., Froberg, K., Hillman, C. H., Andersen, L.B. y Bugge, A. (2016). Effectiveness of a school-based physical activity intervention on cognitive performance in Danish adolescents: LCcoMotion-Learning, Cognition and Motion - A Cluster Randomized Controlled Trial. *PLOS One*, 11(6), e0158087. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158087>
- Thomas, J. R. y Nelson, J. K. (2007). *Métodos de investigación en actividad física*. Editorial Paidotribo.

- Thompson, R. E. (2020). Facilitating Self-Regulation Through Physical Activity. *Dissertation, Trent University (Canada). ProQuest Dissertations Publishing, 27963622.*
- Thomson, A. (9 de marzo de 2016). How Canadian classrooms are being transformed by a revolution on two wheels? *The Canadian Press*.
https://www.thestar.com/life/health_wellness/2016/03/09/how-canadian-classrooms-are-being-transformed-by-a-revolution-on-two-wheels.html
- Tine, M. T. y Butler, A. G. (2012). Acute aerobic exercise impacts selective attention: an exceptional boost in lower-income children. *Educational Psychology, 32*(7), 821-834.
<https://doi.org/10.1080/01443410.2012.723612>
- Tomkinson, G. R., Lang, J. J., Tremblay, M. S., Dale, M., LeBlanc, A. G., Belanger, K., Ortega, F.B. y Léger, L. (2016). International normative 20 m shuttle run values from 1142026 children and youth representing 50 countries. *British Journal of Sports Medicine, 51*(21), 1545-1554. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-095987>
- Torbeyns, T., Bailey, S., Bos, I. y Meeusen, R. (2014). Active workstations to fight sedentary behaviour. *Sports Medicine, 44*(9), 1261-1273. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0202-x>
- Torbeyns, T., de Geus, B., Bailey, S., Decroix, L., Van Cutsem, J., De Pauw, K. y Meeusen, R. (2017). Bike Desks in the Classroom: Energy Expenditure, Physical Health, Cognitive Performance, Brain Functioning and Academic Performance. *Journal of Physical Activity and Health, 14*, 429-439. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0224>
- Torbeyns, T., de Geus, B., Bailey, S., de Pauw, K., Decroix, L., van Cutsem, J. y Meeusen, R. (2016). Cycling on a Bike Desk Positively Influences Cognitive Performance. *PLOS One, 11*(11), e0165510. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165510>
- Tremblay, M. S., Barnes, J. D., González, S. A., Katzmarzyk, P. T., Onywera, V. O., Reilly, J. J. y Tomkinson, G. R. (2016). Global Matrix 2.0: report card grades on the physical activity of children and youth comparing 38 countries. *Journal of Physical Activity and Health, 13*(11), S343-S366. <https://doi.org/10.1123/jpah.2016-0594>

- Tremblay, M. S., LeBlanc, A. G., Kho, M. E., Saunders, T. J., Larouche, R., Colley, R. C., Goldfield, G. y Gorber, S. C. (2011). Systematic review of sedentary behaviour and health indicators in school-aged children and youth. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8(98), 1-22. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-8-98>.
- Trudeau, F. y Shephard, R. J. (2008). Physical education, school physical activity, school sports and academic performance. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 5(10), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1479-5868-5-10>
- Úbeda-Palomares, A.B. y Hernández-Álvarez, J.L. (2020). Increased Classes of Physical Education, Motivation and Motor Self-Efficacy in Adolescents. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte*, 20(77), 37-55. <https://doi.org/10.15366/rimcafd2020.77.003>
- UNESCO (2013). *Declaración de Berlín, 2013. Conferencia Internacional de Ministros y Altos Funcionarios encargados de la Educación Física y el Deporte, 5th, Berlín, 2013*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO (2015a). *Carta Internacional de la Educación Física, la Actividad Física y el Deporte*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO (2015b). *Educación Física de Calidad. Guía para los responsables políticos*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- United Nations (2015). *Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015, 4th plenary meeting. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. A/RES/70/1. United Nations General Assembly.
- Vaca, M. (2002). *Relatos y reflexiones sobre el Tratamiento Pedagógico de lo Corporal en la Educación Primaria*. Asociación Cultural Cuerpo, Educación y Motricidad.
- Vanhelst, J., Béghin, L., Duhamel, A., Manios, Y., Molnar, D., De Henauw, S., Moreno, L.A., Ortega, F.B., Sjöström, M., Widhalm, K. y Gottrand, F. (2016). Physical activity is

- associated with attention capacity in adolescents. *The Journal of Pediatrics*, 168, 126-131.
<https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2015.09.029>
- Vicente-Rodríguez, G., Benito, P. J., Casajús, J. A., Ara, I., Aznar, S., Castillo, M. J., Dorado, C., González-Agüero, A., González-Gallego, J., González-Gross, M., Gracia-Marco, L., Gutiérrez, Á., Gusi, N., Jiménez-Pavón, D., Lucía, A., Márquez, S., Moreno, L., Ortega, F. B., De Paz, J. A., ... Valtueña, J. (2016). Actividad física, ejercicio y deporte en la lucha contra la obesidad infantil y juvenil. *Nutrición Hospitalaria*, 33(9), 1–21.
<https://doi.org/10.20960/nh.828>
- Wardle, J., Brodersen, N. H. y Boniface, D. (2007). School-based physical activity and changes in adiposity. *International Journal of Obesity*, 31(9), 1464-1468.
<https://doi.org/10.1038/sj.ijo.0803651>
- Wärnberg, J., Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Romeo, J., González-Gross, M., Moreno, L. A., García-Fuentes, M., Gómez, S., Nova, E., Díaz, L.E. y Marcos, A. (2006). Estudio AVENA (Alimentación y valoración del estado nutricional en adolescentes). Resultados obtenidos 2003-2006. *Pediatría Integral*, 1, 50-55.
- Watson, A., Timperio, A., Brown, H., Best, K. y Hesketh, K. D. (2017). Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(114), 1-24. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0569-9>.
- Watson, A. J., Timperio, A., Brown, H. y Hesketh, K. D. (2019). A pilot primary school active break program (ACTI-BREAK): Effects on academic and physical activity outcomes for students in Years 3 and 4. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 22(4), 438-443.
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.09.232>.
- Webster, C. A., Russ, L., Vazou, S., Goh, T. L. y Erwin, H. (2015). Integrating movement in academic classrooms: understanding, applying and advancing the knowledge base. *Obesity Reviews*, 16(8), 691-701. <https://doi.org/10.1111/obr.12285>

- Whitt-Glover, M. C., Ham, S. A. y Yancey, A. K. (2011). Instant Recess®: a practical tool for increasing physical activity during the school day. *Progress in Community Health Partnerships: Research, Education, and Action*, 5(3), 289-297.
<https://doi.org/10.1353/cpr.2011.0031>
- WHO (2006). *Physical activity and health in Europe: evidence for action*. World Health Organization.
- WHO (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. World Health Organization.
- WHO (2018). *Global action plan on physical activity 2018-2030: more active people for a healthier world*. World Health Organization.
- WHO (2020). *WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour*. World Health Organization.
- Wilkins, J., Graham, G., Parker, S., Westfall, S., Fraser, R. y Tembo, M. (2003). Time in the arts and physical education and school achievement. *Journal of Curriculum Studies*, 35(6), 721-734. <https://doi.org/10.1080/0022027032000035113>
- WMA (2013). *WMA Declaration of Helsinki-Ethical principles for medical research involving human subjects*. World Medical Association.
- Yin, Z., Moore, J. B., Johnson, M. H., Vernon, M. M. y Gutin, B. (2012). The impact of a 3-year after-school obesity prevention program in elementary school children. *Childhood Obesity*, 8(1), 60-70. <https://doi.org/10.1089/chi.2011.0085>
- Yoon, S., Lefrançois-Daignault, T. y Côté, J. N. (2019). Effects of cycling while typing on upper limb and performance characteristics. *Applied Ergonomics*, 80, 161-167.
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.05.015>
- Yu, H., Kulinna, P.H., Mulhearn S.C., Griffio J.M. y McLeod C.E. (2019). High School Students' Perceptions of Using Desk Cycles. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 90(1), A67-A67. <https://doi.org/10.1080/02701367.2019.1603010>

Zaqout, M., Vyncke, K., Moreno, L. A., De Miguel-Etayo, P., Lauria, F., Molnar, D., Lissner, L., Hunsberger, M., Veidebaum, T., Tornaritis, M., Reisch, L. A., Bammann, K., Sprengeler, O., Ahrens, W. y Michels, N. (2016). Determinant factors of physical fitness in European children. *International Journal of Public Health*, 61(5), 573-582.
<https://doi.org/10.1007/s00038-016-0811-2>

CAPÍTULO 9. ANEXOS

CAPÍTULO 9. ANEXOS

Anexo 1. Fragmento de artículo en prensa acerca del Programa *PEDAL*

Un instituto madrileño crea un aula con pedales para que los alumnos hagan actividad física durante las clases

Alumnos del IES Antonio Fraguas Forges de Madrid en el aula pedal donde hacen deporte mientras aprenden, en Madrid, a 17 de octubre de 2019. - *Eduardo Parra - Europa Press*

MADRID, 19 oct. (EUROPA PRESS). El Instituto Antonio Fraguas “Forges” de Madrid capital ha habilitado un aula con pedales para que los alumnos hagan actividad física durante las clases y no solo durante la asignatura de Educación Física. “Nos preocupa que los chavales no hacen mucho ejercicio, son muy sedentarios: el móvil, la tele, el ordenador... Por lo menos una hora al día aquí hacen algo de ejercicio. Luego resulta que también parece que tiene ventajas a la hora de sentarse bien, prestar atención...”, ha señalado el profesor de Lengua, Juan Torralba, en declaraciones a Europa Press durante una de sus cuatro lecciones semanales.

La llamada “Aula Pedal” es un proyecto de la investigadora de la Universidad Politécnica de Madrid y profesora de Educación Física del “Forges, Beatriz Polo, cuyo trabajo consiste en buscar estrategias para aumentar el nivel de actividad física de los alumnos.

El centro ha hecho una inversión para apoyar el proyecto ya que el aula cuenta con mesas regulables en altura y sillas especiales, además de los pedales y los pulsómetros que llevan los alumnos, a los que Polo ha destinado parte de su Beca de Internacionalización de Doctorandos.

Eduardo Parra / Europa Press

Con esta beca costeó parte de su estancia en Estados Unidos, donde descubrió estrategias como las aulas con pedales y los pupitres activos y comprobó que eran viables, por lo que decidió probarlas en España.

A finales del curso pasado realizó un proyecto de viabilidad en el “Forges”, que consistió en poner en práctica las clases con pedales en diferentes asignaturas –siete en total—y con 157 alumnos de distintas edades, durante un periodo de cinco semanas. Un 87 por ciento del alumnado manifestó...

Leer más: <https://www.europapress.es/madrid/noticia-instituto-madrileno-crea-aula-pedales-alumnos-hagan-actividad-fisica-clases-20191019113028.html> (c) Europa Press.

Anexo 2. Modelo de consentimiento de participación en el estudio

Estimadas familias de 4º ESO

El objetivo de la presente carta es contactar con vosotras para informaros del programa PEDAL – Programa Estratégico de Desarrollo de Activas Lecciones- que va a ser aplicado con vuestros hijos e hijas. Como bien conocéis, nuestro centro tiene como uno de sus objetivos prioritarios promocionar la salud a través del deporte y la actividad física. En España los adolescentes tienen unos altos índices de obesidad que derivan en problemas de salud. De acuerdo con la OMS los jóvenes deberían practicar 60 minutos de actividad física moderada-vigorosa diariamente.

Gracias a un proyecto de la Universidad Politécnica y de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, INEF de Madrid, hemos sido beneficiarios de máquinas de pedaleo DeskCycle2. Con estos aparatos se logra aumentar el nivel de actividad física de los estudiantes durante ciertas horas lectivas. Además, para este curso escolar se han adquirido nuevas mesas y sillas ergonómicas para que el pedaleo sea algo cómodo integrado en las clases teóricas. Las DeskCycle2 y otras bike desks se aplican desde hace años en centros escolares de Estados Unidos y Canadá; y existen diversos estudios que ponen de manifiesto los beneficios físicos y de rendimiento cognitivo y comportamiento para los escolares. Nuestra profesora de Educación Física e investigadora de la UPM, Beatriz Polo, liderará este programa. Durante el curso escolar pasado 157 alumnos/as de nuestro instituto pudieron probar las clases activas durante unos días y un 86% de ellos manifestaron una opinión positiva y su intención de continuar.

Es por ello por lo que nos ponemos en contacto con vosotras, ya que dicho programa se va a aplicar de forma continua durante todo el curso escolar con 4º de la ESO durante 4 sesiones de Lengua semanales, contando con la colaboración de su profesor Juan. Todos nuestros alumnos/as

de 4º pueden participar. Entre todas las autorizaciones recibidas se establecerán dos subgrupos en clase: la mitad de ellos pedalearán de octubre a diciembre y la otra mitad de febrero a abril aproximadamente. Esto no interferirá en ningún momento en su participación y desarrollo normal de las sesiones de clase. Puesto que este programa es parte de una investigación y estamos convencidos de los beneficios para el alumnado, nuestra profesora aplicará diferentes test durante el curso escolar: de actividad física, condición física, competencia lingüística y atención. los datos solicitados serán usados exclusivamente por nuestra investigadora, asegurando, en todo momento, la confidencialidad de los mismos y la protección de la identidad de nuestros alumnos y alumnas. Además, si fuera de vuestro interés, nos comprometemos a remitiros los resultados una vez finalizado el estudio.

Quedamos a vuestra disposición para cualquier duda o aclaración en el correo electrónico bpolo@educa.madrid.org

Muchas gracias por vuestra colaboración,

El Equipo Directivo y el Departamento de Educación Física

El padre/madre/tutor: _____ del
alumno/a:

☐ SI ☐ NO Declara su consentimiento para participar en el estudio propuesto (PEDAL), conociendo el objetivo, así como la confidencialidad y anonimato de los datos aportados. Sabiendo que es libre de retirarse del estudio en cualquier momento y por cualquier razón. En tal caso, los datos serán borrados y no utilizados en la investigación.

Anexo 3. Modelo de cuestionario IPAQ-SF

CUESTIONARIO IPAQ-SF

Estamos interesados en saber acerca de la clase de actividad física que la gente hace como parte de su vida diaria. Las preguntas se referirán acerca del tiempo que usted estuvo físicamente activo(a) en los últimos 7 días. Por favor responda cada pregunta aún si usted no se considera una persona activa. Por favor piense en aquellas actividades que usted hace como parte del trabajo, en la casa, para ir de un sitio a otro, y en su tiempo libre de descanso, ejercicio o deporte.

Piense en aquellas actividades VIGOROSAS que usted realizó en los últimos 7 días. Actividades vigorosas son las que requieren un esfuerzo físico fuerte y le hacen respirar mucho más fuerte que lo normal. Piense en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

1. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días realizó usted actividades físicas vigorosas como levantar objetos pesados, excavar, aeróbicos, o pedalear rápido en bicicleta?

_____ días por semana

☐ Ninguna actividad física vigorosa.

➔ *Pase a la pregunta 3*

2. ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas vigorosas?

_____ horas por día _____ minutos por día

☐ No sabe/No está seguro(a)

Piense en aquellas actividades MODERADAS que usted realizó en los últimos 7 días. Actividades moderadas son aquellas que requieren un esfuerzo físico moderado y le hace respirar algo más fuerte que lo normal. Piense en esas actividades que usted hizo por lo menos 10 minutos continuos.

3. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días hizo usted actividades físicas moderadas tales como cargar objetos livianos, pedalear en bicicleta a paso regular, o jugar dobles de tenis? No incluya caminatas.

_____ días por semana

☐ Ninguna actividad física moderada

➡ *Pase a la pregunta 5*

4. ¿Cuánto tiempo dedica usted en uno de esos días haciendo actividades físicas moderadas?

_____ horas por día _____ minutos por día

☐ No sabe/No está seguro(a)

Piense acerca del tiempo que usted dedicó a CAMINAR en los últimos 7 días. Esto incluye tareas domésticas en la casa, caminatas para ir de un sitio a otro, o cualquier otra caminata que usted hizo únicamente por recreación, deporte, ejercicio, o placer.

5. Durante los últimos 7 días, ¿Cuántos días caminó usted durante al menos 10 minutos continuos?

_____ días por semana

☐ No caminó

➡ *Pase a la pregunta 7*

6. Usualmente, ¿Cuánto tiempo gastó usted en uno de esos días caminando?

_____ horas por día _____ minutos por día

☐ No sabe/No está seguro(a)

La última pregunta se refiere al tiempo que usted permanenció SENTADO/A en la semana en los últimos 7 días. Incluya el tiempo sentado(a) en el trabajo, la casa, estudiando, y en su tiempo libre. Esto puede incluir el tiempo sentado(a) en un escritorio, visitando amigos(as), leyendo o permanecer sentado(a) o acostado(a) viendo la televisión. NO DURMIENDO

7. Durante los últimos 7 días, ¿Cuánto tiempo permaneció sentado(a) en un día normal?

_____ horas por día _____ minutos por día

☐ No sabe/No está seguro(a)

Fuente: www.ipaq.ki.se

Anexo 4. Fragmento de la prueba de competencia lingüística de la evaluación final de los alumnos de cuarto curso de Educación Secundaria 2018 de la Comunidad de Madrid

Comunidad de Madrid

Abril 2018

UNA HISTORIA QUE NO ES CUENTO LA EXPEDICIÓN TERRA NOVA

Año 1912. Una expedición británica, liderada por el explorador R.F.Scott, compite con otra noruega por alcanzar primero el Polo Sur. Condiciones extremas, un posible sabotaje y un diario perdido que apareció en 2014. Estos podrían ser los ingredientes del argumento de una novela de aventuras. Sin embargo, es lo que ocurrió con una de las primeras expediciones británicas que pretendieron alcanzar una de las zonas más remotas de nuestro planeta.

La expedición Terra Nova

1910 -1911	1911- 1912	1912- 1913
Establecimiento del campamento base.	Estudio del sistema montañoso. Encuentro con los noruegos	Cinco meses después de los noruegos, solo cinco hombres alcanzan el Polo Sur.

Lo que ocurrió:

La expedición partió de Cardiff, Inglaterra, en el *Terra Nova* con 65 hombres a bordo.

Entre su equipación contaban con varios perros, trineos, caballos, tiendas de campaña e incluso vehículos motorizados para desplazarse por la nieve.

Además del relieve y el clima, una parte de sus investigaciones se centró en estudiar la vida y el comportamiento de los pingüinos.

De los cinco que consiguieron llegar al Polo, cuatro no lograron sobrevivir y fallecieron allí mismo. En Gran Bretaña los consideraron a todos héroes nacionales.

Los objetos personales que se han encontrado después forman parte de un museo. Otros se han subastado y han alcanzado importantes sumas de dinero.

En 2014 se encontró el diario congelado de G.M. Leveck, que formó parte de la expedición, pero no llegó al Polo. En él hay fotografías y explicaciones de todo lo que encontraron. Además, el autor cuenta sus impresiones sobre el viaje.

El lado oscuro de Evans

Recientemente, algunos estudiosos, a partir de los documentos encontrados, señalan que la muerte de Scott y sus acompañantes podría haberse debido a un sabotaje por parte de Evans, el 2º al mando. Este podría haberse quedado con parte de las provisiones de reserva, tomando más de lo que le correspondía.

Fuente: <https://www.comunidad.madrid/servicios/educacion/evaluacion-4o-eso>

1. Según las características que has observado en él, este texto es...

- A. Un fragmento del diario congelado de Evans, rescatado en 2014
- B. Un fragmento del argumento de una novela de aventuras.
- C. Un texto acerca de la expedición redactado en la actualidad.
- D. Un texto sobre la expedición Terra Nova escrito pocos años después de que finalizase.

2. Indica si cada una de las siguientes afirmaciones es verdadera o falsa en relación con el texto que has leído:

	Verdad	Falso
Los miembros de la expedición Terra Nova eran de origen noruego.		
La historia que se cuenta está basada en hechos reales, pero no sucedió de verdad.		
La expedición duró cinco meses.		
Para desplazarse no utilizaron ningún vehículo de motor.		
En la actualidad se continúan recuperando objetos perdidos de los miembros.		

3. ¿Qué pretende el autor del texto?

- A. Contarnos su opinión acerca de lo que sucedió en aquella expedición.
- B. Contar hechos y datos objetivos para dar a conocer esta expedición.
- C. Comparar las primeras expediciones a los Polos con las expediciones actuales.
- D. Contar algunos datos curiosos acerca del Polo Sur, su clima, flora y fauna.

4. ¿Cuál es la finalidad del primer párrafo del texto?

- A. Crear un efecto cómico que haga reír al lector.
- B. Servir como introducción sobre lo que se va a leer.
- C. Utilizar la técnica del *flashback* o retrospección.
- D. Desarrollar el nudo de la historia.

Fuente: <https://www.comunidad.madrid/servicios/educacion/evaluacion-4o-es>

Anexo 5. Modelo Test de Atención d2

Nº 298
Nombre y apellidos: _____
Edad: _____

Sexo: ☐ V ☐ M
Centro/Empresa: _____

d2

TEA

Autor: Red Brickenkamp - Copyright © 1983 by Hogrefe & Hartmann.
Copyright de la edición española © 2007 by TEA Ediciones, S.A. Prohibida la reproducción total o parcial. Toda la derechos reservados. Este material está regido por D04 TITULAS. Si se presenta por vez en papel, en esta reproducción sigue. En formato de la prueba y en el caso de la prueba, en el caso de la prueba, en el caso de la prueba.

Esta prueba trata de conocer su capacidad de concentración en una tarea determinada. En esta página se le presenta un ejemplo y una línea de entrenamiento para que usted se familiarice con la tarea.

Ejemplo

"	"	"
d	d	d
"	"	"

Observe las tres letras minúsculas del ejemplo. Se trata de la letra **d** acompañada de dos rayitas. La primera **d** tiene las dos rayitas encima, la segunda las tiene debajo y la tercera **d** tiene una rayita encima y otra debajo. Observe que en estos casos la letra **d** va acompañada de dos rayitas.

Su tarea consistirá en buscar las letras **d** iguales a esas tres (con dos rayitas) y marcarlas con una línea (/). Fíjense bien, porque hay letras **d** con más de dos o menos de dos rayitas y letras **p**, que NO deberá marcar en ningún caso, independientemente del número de rayitas que tengan. Si se equivoca y quiere cambiar una respuesta, debe tachar la línea con otra, formando un aspa (X), de forma que se advierta que desea corregir el error.

Vd. sólo deberá marcar las letras **d** con dos rayitas. Practique en la línea de entrenamiento que aparece al final de esta página.

Observe que cada letra lleva encima un número. Luego, compruebe que ha marcado las letras números **1, 3, 5, 6, 9, 12, 13, 17, 19 y 22**.

A la vuelta de la hoja (ESPERE, NO LA VUELVA TODAVÍA) encontrará 14 líneas similares a la línea de práctica que acaba de realizar. De nuevo, su tarea consistirá en marcar las letras **d** con dos rayitas. Comenzará en la línea nº 1 y cuando el examinador le diga ¡CAMBIO!, pasará a trabajar a la línea nº 2 y cuando el examinador diga ¡CAMBIO! comenzará la siguiente línea de la prueba y así sucesivamente. Compruebe que no se salta ninguna línea.

Trabaje tan rápidamente como pueda sin cometer errores. Permanezca trabajando hasta que el examinador diga ¡BASTA!; en ese momento deberá pararse inmediatamente y dar la vuelta a esta hoja.

ESPERE. NO VUELVA LA HOJA HASTA QUE SE LO INDIQUE EL EXAMINADOR.

**Línea de
entrenamiento**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
"	"	d	d	d	d	"	"	d	d	p	d	d	d	d	p	p	d	d	d	p	d
f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f	f

Fuente: Brickenkamp y Seisdodos (2009)

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11
- 12
- 13
- 14

MUY
 IMPORTANTE
 POR FAVOR,
 NO ESCRIBA
 NADA EN ESTA
 FRANJA AZUL
 O PUEDE
 INVALIDAR
 SU EJERCICIO

Fuente: Brickenkamp y Seisdodos (2009)

Anexo 6. Modelo del Classroom Behaviour and Assets Scale Test adaptado

**IES ANTONIO
FRAGUAS "FORGES"**

**Dirección del Área Territorial de Madrid Capital
CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN
Comunidad de Madrid**

**UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID**

PEDAL

PROGRAMA ESTRATÉGICO DESARROLLO ACTIVAS LECCIONES

En las lecciones de lengua, aproximadamente cuántos alumnos/as de la clase ...	0 alumnos	1-2 alumnos	Pocos alumnos	¼ clase	½ clase	¾ clase	La mayoría	Toda la clase
--	--------------	----------------	------------------	---------	---------	---------	---------------	------------------

FORTALEZAS DE LOS ALUMNOS/AS, HABILIDADES Y VALORES

1. Siguen las instrucciones en un tiempo razonable								
2. Son flexibles, se adaptan a los cambios en rutinas								
3. Aceptan las correcciones/ el feedback								
4. Prestan atención en clase								
5. Trabajan independiente y autónomamente								
6. Son capaces de trabajar conjuntamente								
7. Siguen las normas de clase								
8. Producen trabajo de calidad en clase								
9. Muestran una actitud positiva y animada en clase								
10. Tienen buenas relaciones sociales en el grupo								

PROBLEMAS DE COMPORTAMIENTO

11. Realizan provocaciones, burlas, comentarios despectivos a los compañeros								
12. Se enfadan o disgustan con facilidad								
13. Se muestran desafiantes e impulsivos								
14. Faltan al respeto al profesor								
15. Utilizan mal los utensilios y material de clase								
16. Son desorganizados								
17. Son obstinados e irritables								
18. Muestran una falta de esfuerzo y motivación, se rinden rápido								
19. Hablan en exceso en clase, interrumpen la lección								
20. No atienden durante la clase, están fuera de la tarea								

Fuente: Adaptado de Lee et al. (2009)

Anexo 7. Modelo de cuestionario de viabilidad del programa *PEDAL* **CUESTIONARIO VIABILIDAD. PROGRAMA PEDAL. Diciembre 2019.**

El cuestionario pretende conocer la viabilidad de las bike desks en un centro escolar. La realización completa del cuestionario no te llevará más de 5 minutos. Los resultados permanecerán anónimos.

Género: ☐ Mujer. ☐ Hombre

Edad: ☐ 14 años ☐ 15 años. ☐ 16 años. ☐ 17 años ☐ 18 años

En aquellas preguntas que haya que calificar con un número la correspondencia es la siguiente:

Nada	Poco	Neutro	Bastante	Mucho
1	2	3	4	5

IMPLANTACIÓN DE LAS BIKE DESKS

1. La sesión de formación fue suficiente para conocer cómo utilizar las bike desks.	1	2	3	4	5
2. Considero que Lengua Castellana es una asignatura adecuada para usar bike desks.	1	2	3	4	5
3. Me he adaptado al uso de las bike desks en clase.	1	2	3	4	5
4. Recomendaría a un compañero/a el uso de las bike desks.	1	2	3	4	5

RESULTADOS PERCIBIDOS. DIFICULTADES DEL USO DE LAS BIKE DESKS

5. Me distraigo en clase por el uso de las bike desks.	1	2	3	4	5
6. Las bike desks dificultan la dinámica normal de clase (ruido,	1	2	3	4	5

interrupciones...).

7. Encuentro dificultades en el uso de las bike desks (ajuste, comodidad...). 1 2 3 4 5

8. Me disgusta utilizar las bike desks. 1 2 3 4 5

RESULTADOS PERCIBIDOS. BENEFICIOS DEL USO DE LAS BIKE DESKS

9. Percibo que mi atención ha mejorado con el uso de las bike desks. 1 2 3 4 5

10. Percibo que mi comportamiento ha mejorado con el uso de las bike desks. 1 2 3 4 5

11. Percibo que el ambiente de clase ha mejorado con el uso de las bike desks. 1 2 3 4 5

12. Las bike desks me ayudan a canalizar mi energía. 1 2 3 4 5

13. Me encuentro mejor físicamente que antes de empezar a utilizar las bike desks. 1 2 3 4 5

14. Creo que las bike desks son un buen recurso para aumentar mi actividad física durante la jornada escolar. 1 2 3 4 5

15. Creo que las bike desks son un buen recurso para disminuir el tiempo sedentario durante la jornada escolar. 1 2 3 4 5

Describe brevemente, si lo consideras necesario:

16. Cualquier otro aspecto negativo de las lecciones activas con bike desks.

17. Cualquier otro aspecto positivo de las lecciones activas con bike desks.

18. Propuestas de mejora para las lecciones activas con bike desks.

Muchas gracias por tu colaboración