

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

Lecciones activas: estrategia para aumentar la actividad física de los escolares durante la jornada lectiva

Physically active lessons: strategy to increase scholars' physical activity during school time

Beatriz Polo-Recuero^{1,2}, Almudena Moreno-Barrio³ y Alfonso Ordóñez-Dios⁴

1. Universidad Politécnica de Madrid. España
2. Universidad Rey Juan Carlos. España
3. Consejería de Educación e Investigación de la Comunidad de Madrid. España
4. Universidad Autónoma de Madrid. España

Resumen

El presente estudio analiza la implementación de una estrategia para aumentar los niveles de actividad física en escolares, simultáneamente a la impartición de asignaturas teóricas, en un centro escolar público. Para este fin, se integraron, en el aula tradicional, mini bicicletas estáticas bajo el pupitre, en adelante bike desks, un tipo de pupitre activo que facilita el pedaleo durante la clase. Tras comprobar su viabilidad en 157 estudiantes de Enseñanza Secundaria, se procedió a conocer la influencia del pedaleo tanto en el rendimiento académico matemático, como en la condición física del alumnado. Para ello, se focalizó la intervención en 27 estudiantes del mismo grupo clase siendo divididos aleatoriamente en grupo de intervención PEDAL (N=14; 13.14 ± 0.36 años; 35.7% mujeres), que usaba bike desks durante sus cuatro sesiones semanales de Matemáticas, y en grupo control (N=13; 13.23 ± 0.44 años; 30.8% mujeres) que asistía a sus clases con normalidad, no existiendo diferencias significativas previas entre ambos grupos. Del análisis de los datos post-test, se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo PEDAL en condición física (20m shuttle run test) y, en cuanto a la competencia matemática (test de estadística, Evaluación 6º Comunidad Madrid), no se detectó significatividad entre ambos grupos, si bien, los resultados del grupo PEDAL fueron generalmente mejores. Por tanto, se considera necesario que los centros escolares busquen estrategias, como la que presenta este proyecto, que ofrezcan oportunidades de actividad física.

Palabras clave: Aprendizaje físicamente activo; preadolescentes; inactividad, salud.

Abstract

The present study analyzes a strategy implemented in a public school in order to increase scholars' physical activity levels during theoretical subjects. For this purpose, mini static bicycles under the desk, hereinafter bike desks, were integrated in the traditional classroom. Students pedal on these active desks while they pay attention to the lesson. After verifying its feasibility in 157 high school students, the influence of pedaling was tested on both students' mathematical and physical fitness competence. To this end, the intervention was focused on 27 same class students, randomly divided into a PEDAL intervention group (N = 14; 13.14 ± 0.36 years; 35.7% women), who used the bike desks during their four weekly math sessions, and in a control group (N = 13; 13.23 ± 0.44 years; 30.8% women) who attended their classes normally, with no significant previous differences between groups. From the post-test analysis, regarding physical fitness (20m shuttle run test) statistically significant differences were obtained in favor of the PEDAL group and, in terms of mathematical competence (statistical test, Community of Madrid 6th grade assessment) no significance was detected between both groups, although PEDAL group results were better. Therefore, schools should seek strategies, such as the one presented in this project, to provide physical activity opportunities.

Keywords: Physically active learning; pre-adolescents; inactivity; health.

Correspondencia/correspondence: Beatriz Polo-Recuero
Universidad Politécnica de Madrid. España
Email: bpolo@educa.madrid.org

Introducción

Son numerosas las investigaciones (Ekelund y col., 2016; Physical Activity Guidelines Advisory Committee, 2018) que certifican, mediante meta-análisis, revisiones e intervenciones científicas, la importancia de la actividad física en niños y adolescentes de cara a su salud física. Como confirma la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2006) existe una asociación positiva entre actividad física y salud física. Sin embargo, según el reciente e importante estudio de Guthold, Stevens, Riley, y Bull (2020) los índices de inactividad física de los adolescentes españoles son muy altos y preocupantes (76.6%). Esto es, en parte, porque dedican su tiempo de ocio a actividades sedentarias, en detrimento de su salud física. Por tanto, es ampliamente reconocido e investigado la idoneidad de los centros educativos para la promoción de la actividad física y la salud (Aranceta-Bartrina y Pérez-Rodrigo, 2018; Pérez y Delgado, 2013), para implantar estrategias tempranas de prevención de la salud pública (Klakk, Andersen, Heidemann, Møller, y Wedderkopp, 2014) y para aumentar la actividad física de los estudiantes (Kriemler y col., 2011).

El aumento de la actividad física de niños y jóvenes no solo proporciona un beneficio físico, sino que también puede ayudar en el rendimiento académico de los escolares (Hillman, Logan, y Shigeta, 2019). El tiempo dedicado a la Educación Física es clave (Carlson y col., 2008; Käll Nilson, y Lindèn, 2014), así como la calidad de estas sesiones (Lubans y col., 2018) y la implantación de diferentes programas de actividades aeróbicas (Booth y col., 2014; Davis y col., 2011) y de clases activas (Norris, van Steen, Direito, y Stamatakis, 2019). Sin embargo, este tiempo activo durante la jornada escolar es muy limitado en la educación española como corroboran los datos aportados por la Comisión Europea que sitúan a España en los últimos puestos (Comisión Europea/EACEA/Eurydice, 2013).

Luchar contra estos datos mediante diferentes estrategias es necesario para que el alumnado tenga oportunidades de actividad física que favorezcan su salud. Las lecciones activas o kinestésicas mediante pupitres activos, en adelante *active desks*, son una buena opción para transmitir hábitos saludables al alumnado (Minges y col., 2016). Es importante remarcar que estas sesiones se pueden desarrollar sin interrupción de las clases, simultáneamente a las explicaciones y tareas teóricas, mediante la utilización de diferentes instrumentos denominados *active desks*. Existen múltiples modelos, si bien esta investigación se centra en pupitres con pedales que reciben diferentes denominaciones: *bike pedal desks*, *bike pedal exercisers*, *elliptical desks*, *bike desks*, *cycling workstations*, *bicycle workstations*, *stationary cycle desks* o *stationary bicycles*. En adelante, para unificar y facilitar la lectura, serán denominados como *bike desks*. Una revisión sistemática de Torbeyns, Bailey, Bos, y Meeusen (2014) analiza 32 estudios en los que se aplican *active desks* que implican a los niños en edad escolar y adultos, trabajar de pie, andando o pedaleando. La conclusión es que estos pupitres activos mejoran los niveles de actividad física y la salud de sus usuarios al reducir el tiempo sedentario. Además, expresan no encontrar un detrimento en el rendimiento de trabajo, la función cognitiva, si bien más estudios deben ser realizados sobre estos aspectos.

Se considera necesario realizar un proyecto que integre *bike desks* en las aulas escolares públicas, ya que son aparatos novedosos de los que se ha comprobado, en diferentes países, su eficacia al reducir el sedentarismo y lograr que los jóvenes aumenten el tiempo diario dedicado a la actividad física moderada-vigorosa, aumentando el gasto energético y mejorando la condición física de quien la practica (Torbeyns y col., 2017). Por otro lado, no se encuentran

diferencias significativas en el comportamiento (Cornelius, 2018; Fedewa, Cornelius, Whitney, Ahn, y Comis, 2018; Fedewa, Cornelius, y Ahn, 2017) ni en el rendimiento académico (Joubert y col., 2017; Torbeyns y col., 2017) del alumnado. Pese a estos beneficios físicos y de salud se desconoce que hayan sido nunca aplicados en aulas educativas españolas.

Además, la investigación presentada en este escrito ahonda en el rendimiento académico del alumnado que usa *bike desks*. Según el artículo 2.2 del Real Decreto 1105/2014, la competencia matemática es una de las competencias clave del sistema educativo español. Dado que el ejercicio físico mejora la ansiedad y el funcionamiento de la memoria operativa (Hötting y Röder, 2013; Martins, Kavussanu, Willoughby, y Ring, 2013), y dado el alto grado de ansiedad y uso de la memoria operativa que produce la adquisición y mejora de la competencia matemática (Antonijević, 2016), se eligió dicha asignatura para poder observar un mayor efecto en los resultados.

Método

Estudio cuasi-experimental con ensayo controlado aleatorio de grupo control y grupo intervención. Para asegurar la fiabilidad en la recogida de datos hubo un seguimiento de los estudiantes de ambos grupos sin alterar su proceso de aprendizaje rutinario. Con todo ello se parte de la hipótesis de que la aplicación de *bike desks* en el aula va a lograr efectos positivos o, al menos, efectos nulos en la mejora de la competencia matemática del alumnado. Por otro lado, es plausible hipotetizar que el pedaleo diario mejorará la capacidad cardiorrespiratoria de los sujetos, logrando efectos positivos en la condición física de los estudiantes tras la utilización de *bike desks*.

Población y Muestra

La investigación que aquí se presenta cuenta con el informe favorable del Comité de Ética de la Universidad Politécnica de Madrid, respetando en todo momento la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 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.

El proyecto se denominó Programa Estratégico de Desarrollo de Activas Lecciones – en inglés, *Program to Enhance and Develop Active Lessons*–, en adelante PEDAL, y se realizó en un instituto público de la Comunidad de Madrid, España. Este centro escolar se encuentra en una zona urbana de Madrid capital, en el distrito Arganzuela y el barrio Atocha. Durante el curso escolar 2018-2019 el instituto contaba con 358 alumnos. Se envió circular informativa a todas las familias de alumnos y alumnas susceptibles de probar las lecciones activas con *bike desks*. Finalmente 157 alumnos/as de 1º a 4º de Educación Secundaria Obligatoria, en adelante ESO, experimentaron estos aparatos de actividad física en las siguientes asignaturas: Matemáticas, Lengua Castellana, Refuerzo de Lengua, Biología, Valores éticos, Religión, Informática y Tecnología de la Información y la Comunicación, liderados por siete profesores. De estos 157 participantes, se decidió realizar un seguimiento exhaustivo y aplicar diferentes test para medir la evolución de la competencia matemática y condición física adquiridas. Se escogió el nivel 1º ESO, porque habían realizado meses antes, al finalizar la etapa de Educación Primaria, una prueba estandarizada que mostraba la adquisición de la competencia matemática. Dentro de los diferentes grupos de 1ºESO del centro se estableció aleatoriamente el grupo C para completar el estudio. En este grupo elegido se recogió permiso con autorización de las familias.

Una vez recogidas las autorizaciones, se organizó a los estudiantes en dos grupos, distribuidos uniformemente con respecto a las variables: edad, sexo, rendimiento académico matemático y percepción del comportamiento y nivel de atención por parte del profesorado. Una vez configurados ambos grupos, se determinó aleatoriamente el grupo experimental de intervención, denominado grupo PEDAL, y el grupo CONTROL. La distribución quedó de la siguiente manera (Tabla 1).

Tabla 1. *Características de la muestra (N=27).*

		Grupo CONTROL (N=13)	Grupo PEDAL (N=14)	Estadístico
Edad ¹		13.23 (.44); 13.00-14.00	13.14(0.36); 13.00-14.00	U (27) = 83.000; <i>p</i> =0.720
Test matemático ¹		3.46 (1.27); 2.00-6.00	3.43 (1.28); 1.00-6.00	t (23,624) = -.312; <i>p</i> = .758
Competencia matemática CDI ¹		5.35 (2.56); 1.50-9.50	4.68 (1.83); 2.00-7.50	t (24) = -1.124; <i>p</i> = .272
Calificación Matemáticas ¹	2 ^a evaluación	7.08 (1.73); 4.00-10.00	6.86 (2.07); 2.00-9.00	U (27) = 83.500; <i>p</i> = .980
Sexo ²	Mujeres	30.8% (4)	35.7% (5)	χ^2 (1) = .074; <i>p</i> = .785
	Hombres	69.2% (9)	64.3% (9)	
Nivel atención en clase y comportamiento ²	Casi nunca	38.5% (5)	42.9% (6)	χ^2 (1) = .308; <i>p</i> = .857
	A veces	23.1% (3)	28.6% (4)	
	Casi siempre	38.5% (5)	28.6% (4)	
U: U de Mann-Whitney; t: t de Student.				
¹ Media (desviación típica): mínimo-máximo.				
² Porcentaje (número de muestras)				

Instrumentos

Para medir las diferentes variables se utilizaron los siguientes instrumentos:

La cantidad de actividad física desarrollada durante las clases fue medida mediante las pantallas de los dispositivos *bike desk*. Estos, o similares dispositivos de pedaleo, han sido utilizados y aplicados bajo diferentes denominaciones en estudios internacionales con estudiantes de Educación Primaria (Mueller, Wudarzewski, y Avitzur 2017), de Educación Secundaria (Cornelius, 2018; Fedewa, Abel, y Erwin, 2017; Fedewa, Cornelius, y Ahn, 2017; Torbeyns y col., 2017), con adultos universitarios (Joubert y col., 2017; Torbeyns y col., 2016) y en poblaciones con necesidades educativas especiales (Fedewa y col., 2018), si bien no se conoce que hayan sido nunca aplicados con población en España. En este proyecto piloto se utilizaron 15 unidades de DeskCycle2™ (3D Innovations, LLC., Colorado, United States of America), mini bicicletas estáticas que se instalaban bajo la silla y resultan más cómodas que una bicicleta con pupitre integrado (Pilcher y Baker, 2016) además de no obstaculizar la visión de los compañeros. Otros aspectos fundamentales que se consideraron fueron que funcionasen de forma prácticamente silenciosa, 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 como las de Cho, Freivalds, y Rovniak (2017) y Cornelius (2018). Así, tras el testeo de una muestra en febrero de 2019 con diez alumnos se decidió adquirir este modelo. Las características de estos pedaleadores estáticos son las siguientes: pantalla con registro de la velocidad, la distancia, el tiempo y las calorías, movimiento suave del pedal por alta inercia, resistencia magnética, pedaleo bidireccional, amplio rango de resistencias de pedaleo, baja altura del pedal (22.9 cm) y plataforma que evita el balanceo del dispositivo con el pedaleo. Los dispositivos *bike desk* son un elemento relativamente novedoso en el aula por lo que aún no se conoce ninguna publicación científica que estudie la ergonomía de los mismos con niños y jóvenes. Los datos recogidos por Cho y col. (2017) de la aplicación de estos dispositivos con adultos han sido muy interesantes para la intervención. Para registrar la cantidad de actividad física, se utilizaron unas hojas de registro del pedaleo en la que los alumnos anotaban diariamente la información procedente de la pantalla de su *bike desk* al acabar su sesión PEDAL: tiempo dedicado al pedaleo, distancia recorrida y resistencia aplicada. Este tipo de hojas de registro fueron utilizadas en investigaciones anteriores (Cornelius, 2018; Fedewa, Abel, y col., 2017; Fedewa, Cornelius, y col., 2017).

El rendimiento académico matemático fue comprobado mediante un test matemático. Para la elaboración del pre-test y post-test matemático se seleccionaron preguntas de competencia matemática, concretamente de estadística, de la prueba de evaluación de la competencia matemática de 6º de la Comunidad de Madrid ya aplicada y evaluada en las convocatorias de 2015, 2016 y 2017. Para la corrección de la misma existe una Guía de Corrección publicada por las Viceconsejerías de Política Educativa y Ciencia, y de Organización Educativa. Además, el Departamento de Matemáticas elaboró e integró en el test una batería de preguntas de estadística que consideraron adecuadas de acuerdo al currículo de 1º ESO (Decreto 48/2015). El rendimiento académico ha sido estudiado y analizado mediante numerosos test, en muchos casos estos son test estandarizados, oficiales de un estado, comunidad o país como son el *Canadian Achievement Test (CAT-3)* utilizado por Ahamed y col. (2007); las baterías del *US Department of Education* utilizadas por Carlson y col. (2008); los test estandarizados noruegos del *Norwegian Directorate for Education and Training (NDET)* aplicados por Resaland y col., (2016); el *National Assessment Program Literacy and Numeracy (NAPLAN)* australiano que utilizan Lubans y col. (2018), el *Kansas Assessment* aplicado por Donnelly y col. (2013), el *Massachusetts Comprehensive Assessment System (MCAS)* aplicado por Chomitz y col. (2009) o los test nacionales suecos y británicos que utilizan Käll y col. (2014) y Booth y col. (2014) respectivamente.

La capacidad cardiorrespiratoria fue medida mediante el 20 meter shuttle-run test (Leger, Mercier, Gadoury, y Lambert, 1988). Con este test, los jóvenes tienen que correr rectas de veinte metros al ritmo de una señal auditiva proveniente de una grabación, debiendo realizar el mayor número de repeticiones posibles, de acuerdo a su capacidad aeróbica y retirarse cuando estén exhaustos o no logren alcanzar la línea de los 20 metros por segunda vez. Tras cada minuto de carrera, el ritmo de las señales auditivas va aumentando 0.5 km/h. El test fue aplicado por dos profesores de Educación Física en la pista polideportiva exterior. Tanto el pre-test como el post-test fueron aplicados el mismo día de la semana en el mismo horario con 35 días de diferencia y llevado a cabo en grupos de 9 individuos, realizando por tanto 3 tandas. Este test estandarizado y validado (Voss y Sandercock, 2009) ha sido aplicado anteriormente en numerosos estudios similares al nuestro (Arday y col. 2014; Donnelly y col., 2013; Esteban-Cornejo y col., 2014; Katz y col., 2010). Además, en una intervención con *bike desk* fue aplicado para medir la capacidad aeróbica de los sujetos (Torbeyns y col., 2017).

Procedimiento de recogida y análisis de datos

Se instalaron *bike desks* en un aula, en adelante denominada aula PEDAL, con 30 sillas de pala, 15 de ellas tenían situado delante una mini bicicleta estática y se contó con otras dos más de repuesto. Una vez comprobada la viabilidad de los dispositivos *bike desk* y asegurado que su uso no condicionaba el desarrollo normal de las diferentes asignaturas, se procedió a implementar *bike desks* en una materia en concreto, Matemáticas, y para un grupo-clase. El proyecto piloto se desarrolló durante 4 semanas (mayo 2019) tras la aprobación de la Comisión de Coordinación Pedagógica, el Claustro de profesores y la Asociación de Familias. El grupo de 1º C recibió cuatro sesiones a la semana de Matemáticas, con *bike desks*, de 55 minutos en su horario habitual de clase en el aula PEDAL. Para su distribución espacial se tuvo en cuenta el criterio de la profesora que impartía la asignatura y que tanto el grupo CONTROL como el grupo PEDAL ocupasen filas delanteras y traseras para no influir en su atención ni romper la dinámica normal de clase.

Las fases del proyecto fueron las siguientes:

Durante la Fase A (abril 2019) se realizó una sesión de formación con el profesorado que participaba en el proyecto en la que se explicó cómo proceder y utilizar los dispositivos *bike desk*. También, se les entregaron las hojas de registro de pedaleo para el alumnado. Se llevó a cabo una sesión de familiarización con los alumnos/as para que conocieran el funcionamiento de los dispositivos *bike desk*, su ajuste, el registro de datos de las pantallas y que, al acostumbrarse, disminuyese el efecto novedoso de la actividad (Cornelius, 2018). Entre las autorizaciones recibidas se asignó aleatoriamente atendiendo a las diferentes variables, anteriormente presentadas, el grupo experimental de intervención, denominado grupo PEDAL y un grupo CONTROL. Los investigadores junto con las profesoras titulares de Matemáticas y Educación Física aplicaron un pre-test a ambos grupos de conocimientos estadísticos y capacidad cardiorrespiratoria respectivamente.

En la Fase B (mayo 2019) se implementaron *bike desks* durante 4 semanas. El alumnado perteneciente al Grupo PEDAL utilizó durante sus sesiones de Matemáticas dispositivos *bike desks*, mientras que el grupo CONTROL asistió con normalidad en sus pupitres tradicionales a estas lecciones. Los alumnos y alumnas del grupo PEDAL registraron en la hoja de registro de pedaleo el tiempo diario de utilización, la resistencia y la distancia recorrida. Se instó al alumnado a que utilizaran una resistencia baja (niveles del uno al tres) de tal manera que no supusiese un gran esfuerzo físico y que, por tanto, no interfiriera en la dinámica normal de las clases.

Finalmente, durante la Fase C (junio 2019) las profesoras titulares de Matemáticas y Educación Física junto con el equipo investigador aplicaron el post-test de conocimientos estadísticos y capacidad cardiorrespiratoria a ambos grupos.

En resumen, esta investigación se basó en la realización de un trabajo de campo centrado en la recogida y obtención de información mediante diferentes tipos de procedimientos, técnicas e instrumentos. Una vez los datos cuantitativos fueron recogidos, filtrados y codificados, estos fueron analizados utilizando el paquete informático IBM SPSS Statistics 25.

Se aplicó un análisis factorial ANOVA de medidas repetidas para los efectos intra (tiempo pre-post) e inter (grupo) sujetos. Se utilizó el test de Mauchly para comprobar la esfericidad y se aplicó una corrección de Greenhouse-Geisser en caso de que la condición de esfericidad fuera violada.

Para la comparación de las variables entre grupos se comprobó la normalidad con el test de Shapiro-Wilk y la igualdad de varianzas con el test de Levene. En caso de normalidad de ambas poblaciones comparadas se utilizó el test paramétrico t de Student. En caso de no igualdad de varianzas (homoscedasticidad) se aplicó la corrección de Welch. En caso de ausencia de normalidad en algunas de las poblaciones comparadas se utilizó el test no paramétrico U de Mann-Whitney.

Para la comparación a posteriori por pares de las variables pre-post dentro de los grupos se utilizó el test t para muestras relacionadas. Las correlaciones se calcularon mediante el coeficiente de correlación de Pearson con remuestreo aleatorizado (N = 1000).

Resultados

Se registraron 15 sesiones de pedaleo de media por alumno/a durante las 4 semanas, con los siguientes datos de media: resistencia \pm SD: 1.86 ± 0.40 grado de resistencia, tiempo: \pm SD: 35.17 ± 7.76 minutos y distancia: \pm SD: 17.38 ± 5.98 kilómetros.

En cuanto a la capacidad cardiorrespiratoria, como se muestra en la Tabla 2, los dos grupos de estudio no presentan diferencias estadísticamente significativas en esta variable antes del comienzo del estudio, aunque el grupo PEDAL muestra resultados ligeramente superiores.

Tabla 2. Valores medios y desviación típica para los dos grupos de estudio del test físico de capacidad cardiorrespiratoria previo al comienzo de la intervención.

	Grupo CONTROL			Grupo PEDAL			Estadístico
	Media \pm desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media \pm desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Pre-test físico	4.71 \pm 1.94	3.00	8.00	5.67 \pm 1.70	3.00	8.50	t(22) = 1.29; p = .211

En relación al efecto de la intervención, los dos grupos aumentan su capacidad cardiorrespiratoria al término de la misma (F(1.23) = 8.125; p = .009). Sin embargo, este aumento es mayor en el grupo PEDAL y solo es estadísticamente significativo en el mismo (Tabla 3), con un tamaño del efecto grande (d = 1.401; 1- β = .893), que refleja la cercanía a la significación estadística de la interacción entre grupo y tiempo (F(1.23) = 3.367; p = .079). El efecto del grupo de estudio resultó también cercano a la significación estadística (F(1.23) = 4.101; p = .055) reflejando la mayor capacidad cardiorrespiratoria media en el grupo PEDAL.

Tabla 3. Valores medios y desviación típica para los dos grupos de estudio del test físico de capacidad cardiorrespiratoria previos y posteriores a la intervención.

	Pre-test físico	Post-test físico	Estadístico
	Media \pm desviación estándar	Media \pm desviación estándar	
Grupo CONTROL	4.71 \pm 1.94	4.88 \pm 2.10	t(11) = -1.173; p = .266
Grupo PEDAL	5.67 \pm 1.70	6.58 \pm 1.68	t(11) = -3.432; p = .006

Por otro lado, los grupos no presentaron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a competencia matemática antes de la intervención (Tabla 4).

Tabla 4. Valores medios y desviación típica para los dos grupos de estudio del test de competencia matemática en estadística previo al comienzo de la intervención.

	Grupo CONTROL			Grupo PEDAL			Estadístico
	Media ± desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media ± desviación estándar	Mínimo	Máximo	
Pre-test matemático	3.42±1.31	2.00	6.00	3.33±1.37	1.00	6.00	t(22)= .152; p = .880

Al finalizar el periodo de intervención, los dos grupos incrementan significativamente la competencia matemática en estadística (Tabla 5), mostrando un efecto significativo del tiempo ($F(1.23) = 36.272$; $p < .001$). No se obtuvo ningún efecto significativo del grupo ($F(1.23) = .074$; $p = .788$) ni de su interacción con el tiempo ($F(1.23) = .084$; $p = .774$).

Tabla 5. Valores medios y desviación típica para los dos grupos de estudio del test de competencia matemática en estadística previos y posteriores a la intervención.

	Pre-test matemático	Post-test matemático	Estadístico
	Media ± desviación estándar	Media ± desviación estándar	
Grupo CONTROL	3.45±1.31	6.49±2.80	t(11)= -3.863; p = .003
Grupo PEDAL	3.33±1.37	6.13±2.30	t(11)= -4.437; p = .001

A pesar de que los dos grupos de estudio incrementan la competencia matemática media en estadística de manera similar tras el periodo de intervención, el grupo experimental presenta un mayor tamaño del efecto de este incremento ($d_{\text{control}} = 1.577$; $d_{\text{pedal}} = 1.811$). Tal y como se observa en el diagrama de cajas de la Figura 1, la puntuación en el test de competencia matemática en estadística después de la intervención es más homogénea en el grupo PEDAL que en el grupo de control, indicando una mejora de la competencia más generalizada en el grupo PEDAL.

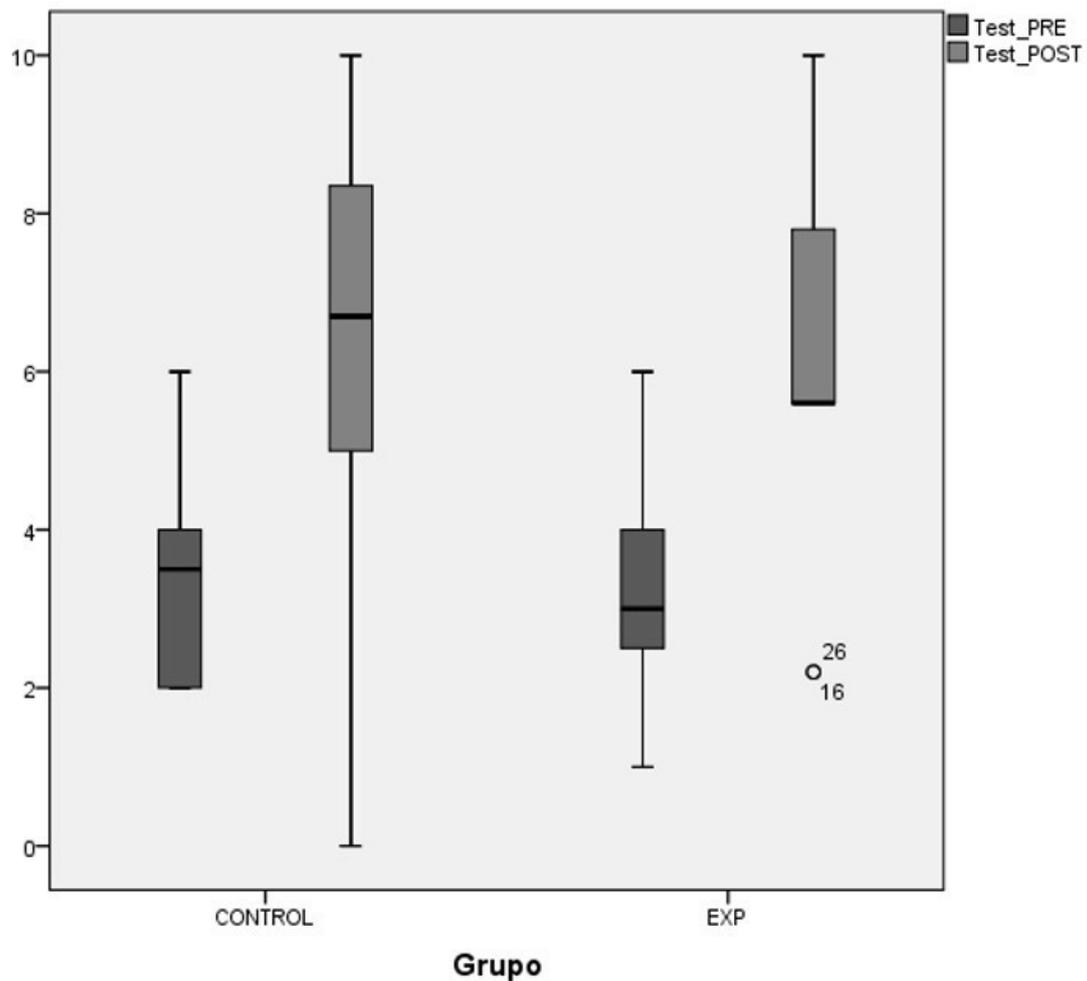


Figura 1. Diagrama de cajas de las puntuaciones del test de competencia matemática en estadística para los dos grupos de estudios antes (Test_PRE) y después (Test_POST) de la intervención. EXP: Grupo PEDAL.

Por otra parte, al analizar la correlación entre el resultado del test de competencia matemática en estadística después de la intervención, y el nivel de conocimiento de estadística adquirido el curso anterior (Figura 2), se obtiene un coeficiente de Pearson significativo ($\rho = .640$, $p = .025$) para el grupo de control, mientras que no se obtiene correlación significativa para el grupo experimental PEDAL ($\rho = .136$, $p = .674$).

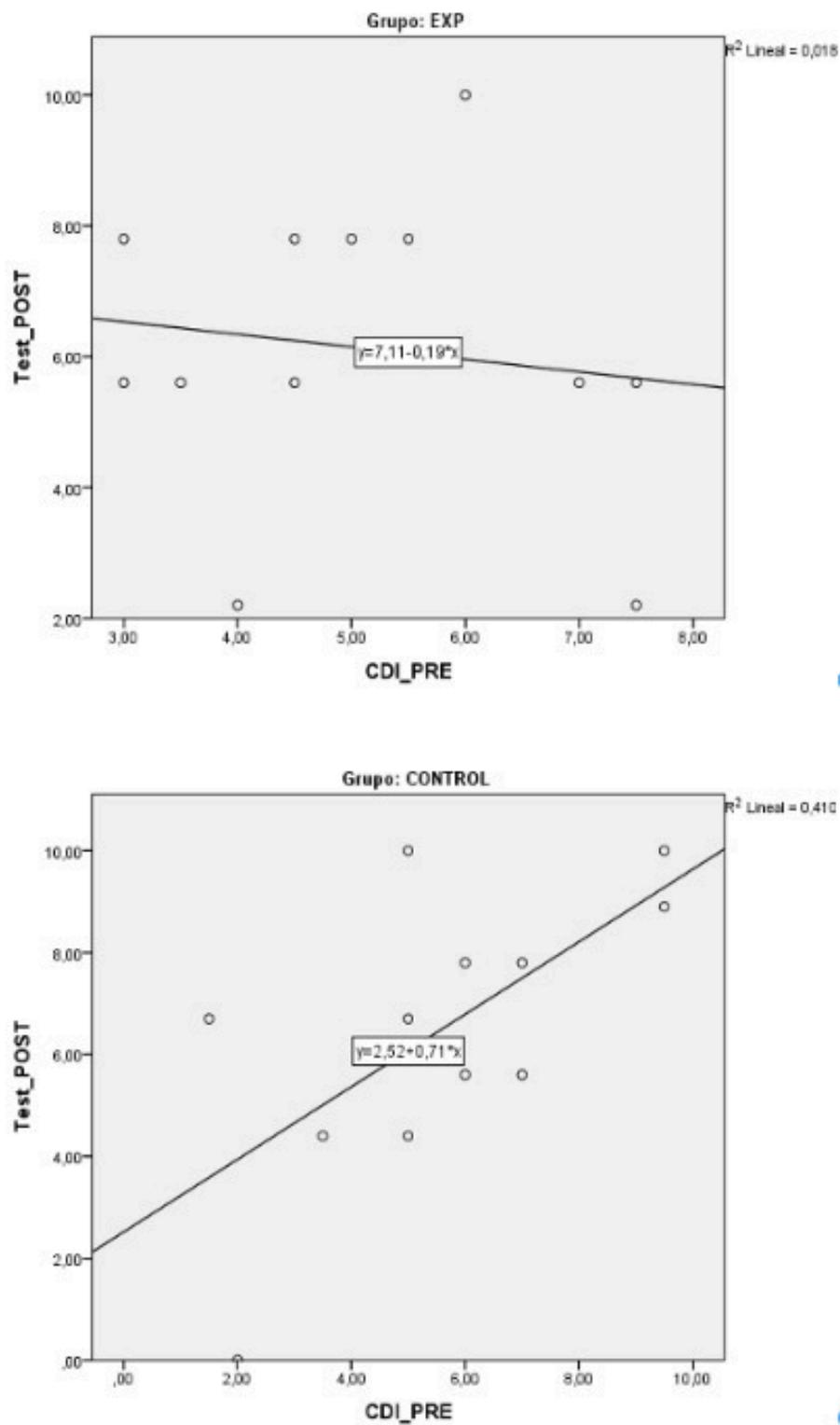


Figura 2. Correlación y ajuste lineal entre el nivel previo a la intervención en estadística (CDI_PRE) y la puntuación del test de competencia matemática en estadística tras la intervención (Test_POST) para los dos grupos de estudio. EXP: Grupo PEDAL.

Estos resultados indican que, en el grupo control, la mejora en la competencia matemática en estadística después de recibir las lecciones dependen del nivel previo de los alumnos en dicha temática. A mayor nivel previo mayor mejora después de recibir las lecciones. Sin embargo, esta correlación no se da en el grupo PEDAL, indicando que la intervención independiza la mejora en la competencia del nivel previo en la misma, obteniendo así un mayor incremento los alumnos con un nivel previo más bajo.

Discusión

Los hallazgos del presente estudio sugieren que la implantación de estrategias e iniciativas para aumentar el nivel de actividad física de los preadolescentes y adolescentes no solo podría ser factible y viable, sino que podría repercutir positivamente en la capacidad cardiorrespiratoria de sus usuarios.

Aquel alumnado que utilizó *bike desks* logró realizar una actividad física que rompiera el sedentarismo de la jornada escolar y luchase contra los altos índices de inactividad presente en su vida diaria comparado con aquellos que asistieron a clase en los asientos tradicionales. Sin embargo, está por ver en futuras investigaciones que la actividad física realizada con estos instrumentos pueda situarse dentro de las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud y llegue a ser considerada como actividad física moderada-vigorosa (WHO, 2010).

Pese al gran número de estudios con pupitres activos de pie, en adelante *standing desks*, son escasos aquellos que se centran en dispositivos *bike desk*, en concreto en España, por lo que se conoce, ninguno ha sido realizado. Los resultados que aquí se presentan siguen la misma línea y son congruentes con algunos estudios internacionales que analizan la actividad física (Cornelius, 2018; Fedewa, Abel, y col., 2017; Fedewa, Cornelius, y col., 2017), la condición física (Torbeyns y col., 2017) y el rendimiento académico (Joubert y col., 2017; Torbeyns y col., 2017) derivados del uso de *bike desks*. Otras variables medidas por algunos de estos estudios internacionales son el comportamiento en clase, los parámetros antropométricos y la autoeficacia. Estudios futuros podrían abarcar dichas variables.

Por su parte la capacidad cardiorrespiratoria fue medida con el mismo test del estudio de Torbeyns y col. (2017) certificando que esta es mayor en el grupo experimental tras la intervención. Estudio que no encuentra diferencias significativas entre grupos si se analiza el rendimiento académico, mediante un test nacional, al igual que ocurre en la investigación que aquí se presenta. Sin embargo, el estudio que aquí se presenta añade un matiz muy interesante ya que apunta a una mejoría por parte del alumnado con un nivel inferior de competencias.

El proyecto PEDAL cuenta con una muestra representativa del centro escolar que utiliza *bike desk*, sin embargo, la muestra utilizada para comprobar las variables de capacidad cardiorrespiratoria y competencia matemática podría ser mayor, siendo superior a estudios como el de Joubert y col. (2017) que presenta una muestra de 21 individuos, e inferior al estudio de Torbeyns y col. (2017) que cuenta con 44 participantes de dos y tres cursos superiores al que aquí se presenta. Por otro lado, la etapa escolar del alumnado seleccionado sigue la línea de la mayoría de los estudios con *bike desks* (Fedewa, Abel, y col., 2017; Fedewa, Cornelius, y col., 2017; Torbeyns y col., 2017; Yu y col., 2019).

Se debe tener en cuenta la dificultad de investigar en educación ya que son investigaciones que deben ser realizadas e integradas en la realidad de un centro escolar, sin romper la dinámica normal del mismo y con sujetos menores de edad. Por otro lado, existe complejidad para implantar intervenciones de este tipo en la escuela pública por falta de recursos económicos, escasez de espacios, disconformidad y falta de disponibilidad del profesorado o por incomprensión de las familias. Estudios futuros podrían realizarse durante períodos más extensos de tiempo para así comprobar los beneficios a largo plazo y la adhesión al ejercicio físico. Igualmente, sería idóneo comprobar otras variables como la atención de los estudiantes durante estas lecciones activas tanto en matemáticas como en otras áreas o asignaturas. Por último, sería adecuado que diferentes institutos e incluso escuelas de educación primaria implantasen estos *active desks* para así comprobar la realidad de diferentes centros escolares y poblaciones.

Conclusión

En conclusión, los resultados de este estudio permiten afirmar que es imprescindible, para la salud física, facilitar a los niños y jóvenes en edad escolar situaciones en las que puedan realizar mayor actividad física. Como es imposible intervenir en su tiempo de ocio, los centros escolares públicos son un lugar idóneo para dar oportunidades de actividad física e integrar sesiones kinestésicas mediante *active desk*, siendo los dispositivos *bike desk* una manera posible de lograrlo. Con los dispositivos *bike desk* se consigue la inclusión de todo el alumnado en la práctica de actividad física independientemente del sexo, nivel socioeconómico y capacidad física, buscando la igualdad de oportunidades en busca de la salud para todos y atendiendo a la diversidad de la población estudiantil y a sus peculiaridades.

Referencias

- Ahamed, Y.; MacDonald, H.; Reed, K., Naylor, P. J.; Liu-Ambrose, T., & McKay, H. (2007). School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 39(2), 371-376. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000241654.45500.8e>
- Antonijević, R. (2016). Cognitive activities in solving mathematical tasks: The role of a cognitive obstacle. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2503-2515. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1306a>
- 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>
- 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>
- Booth, J. N.; Leary, S. D.; Joinson, C.; Ness, A. R.; Tomporowski, P. D.; Boyle, J. M., & 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>

- Carlson, S. A.; Fulton, J. E.; Lee, S. M.; Maynard, L. M.; Brown, D. R.; Kohl III, H. W., & 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>
- Cho, J.; Freivalds, A., & 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., & 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>
- Comisión Europea/EACEA/Eurydice (2013). *La educación física y el deporte en los centros escolares de Europa. Informe de Eurydice*. Luxemburgo: Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.
- Cornelius, C. (2018). A classroom-based physical activity intervention for adolescents: is there a relationship with self-efficacy, physical activity, and on-task behavior. *Doctoral Dissertation, Educational, School, and Counseling Psychology*, 77.
<https://doi.org/10.13023/etd.2018.381>
- Davis, C. L.; Tomporowski, P. D.; McDowell, J. E.; Austin, B. P.; Miller, P. H.; Yanasak, N. E.; Yanasak, N.E.; Allison, J.D., & 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 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, pp. 10-309.
- Donnelly, J. E.; Greene, J. L.; Gibson, C. A.; Sullivan, D. K.; Hansen, D. M.; Hillman, C. H.,... & Herrmann, S. D. (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/10.1016/j.ypmed.2017.02.006>
- Ekelund, U.; Steene-Johannessen, J.; Brown, W. J.; Fagerland, M. W.; Owen, N.; Powell, K. E., ... & Lancet Sedentary Behaviour Working Group. (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)
- Esteban-Cornejo, I.; Tejero-González, C. M.; Martínez-Gómez, D.; del-Campo, J.; González-Galo, A.; Padilla-Moledo, C., ... y Up & Down Study Group. (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>
- Fedewa, A. L.; Abel, M., & 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.; Cornelius, C., & Ahn, S. (2017). The use of bicycle workstations to increase physical activity in secondary classrooms. *Health Psychology Report*, 6(1), 60. <https://doi.org/10.5114/hpr.2018.71211>
- Fedewa, A.; Cornelius, C.; Whitney, E.; Ahn, S., & 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>
- Guthold, R.; Stevens, G. A.; Riley, L. M., & 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)
- Hillman, C. H.; Logan, N. E., & 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.000000000000101>
- Hötting, K., & Röder, B. (2013). Beneficial effects of physical exercise on neuroplasticity and cognition. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37, 2243-2257. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.04.005>
- Joubert, L.; Kilgas, M.; Riley, A.; Gautam, Y.; Donath, L., & 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., & Lindèn, 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>
- Katz, D. L.; Cushman, D.; Reynolds, J.; Njike, V.; Treu, J. A.; Katz, C., ... & Smith, E. (2010). Peer reviewed: 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.
- Klakk, H.; Andersen, L. B.; Heidemann, M.; Møller, N. C., & 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>
- Kriemler, S.; Meyer, U.; Martin, E.; van Sluijs, E. M.; Andersen, L. B., & 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>
- Lubans, D. R.; Beauchamp, M. R.; Diallo, T. M.; Peralta, L. R.; Bennie, A.; White, R. L., ... & 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>
- Leger, L. A.; Mercier, D.; Gadoury, C., & 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>

- Martins, A. Q.; Kavussanu, M.; Willoughby, A., & Ring, C. (2013). Moderate intensity exercise facilitates working memory. *Psychology of Sport and Exercise*, 14, 323-328. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2012.11.010>
- Minges, K. E.; Chao, A. M.; Irwin, M. L.; Owen, N.; Park, C.; Whittemore, R., & Salmon, J. (2016). Classroom standing desks and sedentary behavior: A systematic review. *Pediatrics*, 137 (2), e20153087. <https://doi.org/10.1542/peds.2015-3087>
- Mueller, J. L.; Wudarszewski, A., & 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.
- Norris, E.; van Steen, T.; Direito, A., & Stamatakis, E. (2019). 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*. Published online first: 16 October 2019. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100502>
- 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>
- Physical Activity Guidelines Advisory Committee. (2018). 2018 *Physical activity guidelines advisory committee scientific report*. US Department of Health and Human Services.
- Pilcher, J. J., & Baker, V. C. (2016). Task performance and meta-cognitive outcomes when using activity workstations and traditional desks. *Frontiers in Psychology* 7, 957. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00957>
- 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, pp. 169- 546.
- 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, pp. 1-119.
- Resaland, G. K.; Aadland, E.; Moe, V. F.; Aadland, K. N.; Skrede, T.; Stavnsbo, M., ... & Kvalheim, O. M. (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>
- Torbeyns, T.; Bailey, S.; Bos, I., & 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.; De Pauw, K.; Decroix, L.; Van Cutsem, J., & Meeusen, R. (2016). Cycling on a Bike Desk Positively Influences Cognitive Performance. *PLoS One*, 11(11), 1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165510>
- Torbeyns, T.; de Geus, B.; Bailey, S.; Decroix, L.; Van Cutsem, J.; De Pauw, K., & 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>

Voss, C., & Sandercock, G. (2009). Does the twenty meter shuttle-run test elicit maximal effort in 11-to 16-year-olds? *Pediatric Exercise Science*, 21(1), 55-62. <https://doi.org/10.1123/pes.21.1.55>

World Health Organization [WHO] (2006). *Physical activity and health in Europe: evidence for action*. Copenhagen: World Health Organization.

World Health Organization [WHO] (2010). *Global recommendations on physical activity for health*. Geneva: World Health Organization.

World Medical Association. (2013). *WMA Declaration of Helsinki-Ethical principles for medical research involving human subjects*. Ferney-Voltaire: World Medical Association.

Yu, H.; Pamela Hodges Kulinna, S.; Mulhearn, C.; Griffo, J., & McLeod, C. (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>

Agradecimientos

Todo nuestro agradecimiento al alumnado y claustro de profesores participantes en el estudio. Dos instituciones han apoyado el programa PEDAL de manera oficial. Gracias al Consejo Social de la Universidad Politécnica de Madrid y a la Oficina Técnica del Programa IPAFD de la Subdirección General de Programas de Actividad Física y Deporte de la Comunidad de Madrid.