



TRABAJO FIN DE MÁSTER

Efecto del aprendizaje físicamente activo sobre el rendimiento académico en estudiantado de Secundaria: revisión bibliográfica.

Estudiante: Lara Navarro Vacas
Especialidad: Educación Física
Tutor/a: Adolfo Aracil Marco
Curso académico: 2023-24



ÍNDICE

1. Resumen y palabras clave	2
2. Introducción	4
3. Método	6
4. Resultados	8
4.1. Estudio PEDAL.....	8
4.2. Estudio School in Motion (ScIM)	9
5. Discusión y conclusiones.....	13
6. Contribuciones prácticas.....	15
7. Referencias	17





I. Resumen y palabras clave

Resumen.

Antecedentes: Durante la adolescencia disminuyen los niveles de actividad física y rendimiento académico y aumentan las tasas de abandono escolar. Ante estas problemáticas, surge un concepto denominado “aprendizaje físicamente activo” (PAL, del inglés “*physically active learning*”) con la intención de aumentar los niveles de actividad física y el rendimiento académico de manera simultánea.

Objetivo: Identificar literatura previamente publicada, referida específicamente a secundaria, y, a partir de la misma intentar conocer qué efectos logra el PAL sobre el rendimiento académico en esta etapa.

Método: La búsqueda se realizó durante la primera semana de febrero de 2024 en Pubmed, ScienceDirect y Scopus. Se utilizaron los siguientes términos “*Physically active learning*”. Los criterios de inclusión han sido: artículos que implementaron el PAL en estudiantes de secundaria y que hayan medido variables de rendimiento académico.

Resultados: De 128 artículos localizados se incluyeron 3. En dos se estudiaban tanto la competencia matemática como la lectora, y en otro sólo matemática. Se utilizaron diferentes estrategias de intervención comparándolas con un grupo control. En todos los grupos de intervención aumentó la competencia matemática y la competencia lectora.

Discusión: Parece existir una tendencia coincidente en que el PAL aumenta la competencia matemática y lectora. Sin embargo, la capacidad aeróbica no aumenta en todos los grupos de intervención, por lo que esa mejora podría variar según el tipo de intervención.

Conclusión: Las metodologías físicamente activas, como el PAL, podrían ser efectivas para mejorar el rendimiento académico frente a la metodología tradicional en estudiantes de secundaria.

Palabras clave: aprendizaje físicamente activo; actividad física, rendimiento académico; adolescencia; secundaria.

Abstract.

Background: During adolescence, physical activity levels and academic performance decrease and dropout rates increase. In view of these problems, a concept called “physically active learning” (PAL) appears with the intention of increasing physical activity levels and academic performance simultaneously.

Objective: To identify previously published literature, referring specifically to secondary school, and, based on the same, to try to find out what effects PAL achieves on academic performance at this stage.

Method: The search was carried out during the first week of February 2024 in Pubmed, ScienceDirect and Scopus. The following terms “Physically active learning” were used. Inclusion criteria were: articles that implemented PAL in high school students and that measured academic performance variables.



Results: Three out of 128 retrieved articles were included. Two of them studied both mathematical and reading competence, and the other one only mathematical competence. Different intervention strategies were used and compared with a control group. In all the intervention groups, mathematical competence and reading competence increased.

Discussion: There seems to be a coinciding trend in that PAL increases mathematical and reading competence. However, aerobic capacity does not increase in all intervention groups, so this improvement could vary according to the type of intervention.

Conclusion: Physically active methodologies, such as PAL, could be effective in improving academic performance compared to traditional methodology in high school students.

Keywords: physically active learning; physical activity; academic performance; adolescence; high school.



2. Introducción

La adolescencia es una etapa crucial en la vida, por los cambios biológicos y psicológicos que conlleva (Dick & Ferguson, 2015). Es una etapa de transición en la que existe una creciente autonomía en la toma de decisiones y en la que se forjan hábitos de vida que pueden perdurar a lo largo del tiempo (van Sluijs et al., 2021). Se ha demostrado que durante esta etapa disminuyen tanto los niveles de actividad física (Corder et al., 2019), como el rendimiento académico, y aumentan las tasas de abandono escolar (Suberviola, 2021).

La inactividad física durante la adolescencia es motivo de preocupación debido a las consecuencias negativas que tiene para la salud (van Sluijs et al., 2021). A pesar de las recomendaciones de la OMS para niños y adolescentes menores de 18 años, de realizar 60 minutos diarios de actividad física de intensidad moderada a vigorosa (Bull et al., 2020) la mayoría de los adolescentes no cumplen con estas pautas comprometiendo tanto su salud presente como futura.

Siguiendo la misma línea de la falta de actividad física, se ha desencadenado un problema añadido, la prevalencia de la obesidad en esta edad está en aumento (Garnett et al., 2016) siendo muy preocupante por su asociación directa a sufrir obesidad en su vida adulta con las comorbilidades que ello conlleva (Berger, 2018; Juonala et al., 2011). Se ha documentado en varios trabajos que la reciente pandemia COVID-19 ha contribuido a ese aumento de peso en la población infantil y adolescente (Lange et al., 2018; Vogel et al., 2022) y ello, sumado a que actualmente la población adolescente no cumple los niveles mínimos de actividad física, supone un problema de salud pública de primera magnitud.

La otra problemática a tratar es la situación académica durante la adolescencia. España sufre una elevada tasa de repeticiones de curso, altos porcentajes de abandono escolar y resultados mejorables en las pruebas PISA (*Programme for International Student Assessment*, en inglés) desde hace años (Cabrera et al., 2019; de Mendizábal & Calero Martínez, 2013; Suberviola, 2021). PISA informa sobre el rendimiento académico a nivel mundial, y de acuerdo a sus resultados entre los años 2012 y 2018 se puede observar una tendencia descendente y entre los años 2018 y 2022 un descenso aún más pronunciado en el rendimiento académico a nivel mundial debido probablemente a la pandemia de COVID-19. Aunque PISA 2022 informa sobre un descenso general en el rendimiento matemático y en el rendimiento en lectura, España es uno de los países que sufre ese descenso de manera significativa en ambas competencias. (Ocaña Díaz, 2024) (PISA 2022 Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes Informe español, 2023).

La actividad física, que conlleva múltiples beneficios para la salud y el bienestar en niños y adolescentes (Biddle et al., 2019, 2019; Penedo et al., 2005), se puede considerar como una estrategia de intervención para abordar ambos problemas. El instituto se considera un escenario ideal para aumentar los niveles de actividad física debido al tiempo que pasa

el alumnado allí (González-Pérez et al., 2023). Sin embargo, durante la jornada de estudio los estudiantes pasan muchas horas sentados aumentando el tiempo sedentario y disminuyendo los niveles de actividad física diaria (Abbott et al., 2013; Grao-Cruces et al., 2020). Por ello, una estrategia novedosa puede ser el integrar la actividad física en el aula, y no solo en la asignatura de Educación Física (Daly-Smith et al., 2020). Para ello se ha creado un concepto denominado “aprendizaje físicamente activo” (PAL, del inglés “*physically active learning*”), que está ganando interés en los últimos años por tratar de aumentar los niveles de actividad física y el rendimiento académico simultáneamente (Watson et al., 2017; Webster et al., 2015). Esta metodología ya se ha experimentado en diferentes partes del mundo, como Noruega, Dinamarca, Irlanda, Estados Unidos o Canadá (Bartholomew & Jowers, 2011; Gammon et al., 2019; Resaland et al., 2016; Webster et al., 2015). Además, se ha llevado a cabo en diferentes poblaciones, como preescolares (McGowan et al., 2020), educación primaria (Bustamante et al., 2022), y estudiantes universitarios (Lynch et al., 2022), siendo la educación primaria la población más investigada, y en la que los beneficios de la implementación del PAL más repetidos son la mejora en la condición física (Fedewa et al., 2017; Kolle et al., 2020; Norris et al., 2015) y, en algunos casos, mejora en rendimiento académico, como en la competencia matemática (Alvarez-Vargas et al., 2023).

Algunos trabajos han explorado la opinión de los diferentes actores del proceso enseñanza-aprendizaje sobre la implementación del PAL. Así, por ejemplo, en relación a los estudiantes, en un trabajo de Schmidt y cols (Schmidt et al., 2022b) alumnos noruegos de secundaria describieron el PAL como una metodología motivadora, en la que sintieron más unión con sus compañeros de clase. Además, la mayoría consideró estas clases como una vía de escape a la jornada habitual sentados en un escritorio. Al llevarse a cabo al aire libre muchos destacan la sensación de libertad y un aumento de concentración para clases posteriores. No obstante, hubo declaraciones negativas en relación a la exclusión social, pues se resaltó que el PAL puede discriminar por cuestiones como falta de habilidad física, por ejemplo. La opinión de los docentes se conoció en otro trabajo de Schmidt y cols (Schmidt et al., 2022a), en el que muchos coinciden en tener motivación para implementar el PAL por colaborar en el aumento de actividad física, pero lo consideran complejo por limitaciones como la falta de tiempo y una actividad desafiante que requiere creatividad y habilidad por parte del profesorado. Todos resaltaron la importancia de una formación previa en el PAL y la necesidad de disponer de estrategias y actividades PAL concretas y suficientes de acuerdo al currículo. En otro trabajo, (Teslo et al., 2023), los profesores entrevistados expresaron que el principal motivo de implementar el PAL era por la combinación de aprender contenido y además mejorar habilidades sociales. La principal dificultad era encontrar un equilibrio entre la actividad física y el aprendizaje. Algunos lo utilizaban cuando percibían que la atención de los alumnos disminuía, otros para impartir contenido de gran dificultad y otros como complemento a la enseñanza habitual. En cuanto al espacio utilizado, reconocían que sería más enriquecedora una experiencia en el patio exterior, pero por falta de tiempo y por ser más fácil de gestionar escogen la propia aula. Por último, Lerum y cols (Lerum et al., 2021) encontraron tres motivos principales por los que profesores de secundaria, también de Noruega, adoptaron el PAL en sus clases: a) en primer lugar, por sentirse presionados y adherirse a la política de su instituto; b) por otro lado, por

el instinto innovador de sentirse actualizado; y, c) por último, por experiencias personales positivas relacionadas con la actividad física.

Tras encontrar intervenciones en primaria en las que aumenta el rendimiento académico con la implementación del PAL, el objetivo de este trabajo es identificar literatura previamente publicada, referida específicamente al nivel equivalente de secundaria, y, a partir de la misma intentar conocer qué efectos logra el PAL sobre el rendimiento académico en esta etapa educativa.

3. Método

Esta revisión sistemática se llevó a cabo siguiendo los criterios marcados por la declaración PRISMA (del inglés, *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis*) (Page et al., 2021). Durante la primera semana de febrero de 2024 se realizó una búsqueda avanzada en las bases de datos 'Pubmed' 'ScienceDirect' y 'Scopus' utilizando los siguientes términos "*Physically active learning*". Se seleccionó el filtro 'Title, abstract'. No se acotó ni por periodo cronológico, ni por idioma, ni accesibilidad del texto para obtener la máxima información posible. Tras eliminar los duplicados, la selección de los artículos se realizó a partir de la revisión de sus títulos y resúmenes. Además de realizar una revisión crítica de cada resumen, se hizo una evaluación del texto completo en el caso de los trabajos cuyo resumen no fuera concluyente. Para determinar la selección final de los estudios, se aplicaron los siguientes criterios de inclusión: a) estudios que aplicaban el PAL en la población de secundaria; y, b) además medían variables de rendimiento académico. Se excluyeron estudios llevados a cabo con otra muestra como escolares o universitarios, se descartaron los que medían otro tipo de variables como las relacionadas con condición física o salud mental y las publicaciones que eran comentarios, descripciones o que no tenían intervención. El cribado inicial se realizó por parte de la autora, y los resultados se discutieron con el tutor. Tras aplicar los criterios de inclusión, se seleccionaron inicialmente un total de nueve artículos, y tras realizarse la lectura del documento fueron tres artículos los que se ajustaron al objetivo de este trabajo y, por tanto, han sido incluidos en esta revisión sistemática, como se detalla en la figura 1.

Todos los procedimientos llevados a cabo fueron aprobados por el Comité de Ética e Integridad en la Investigación del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Miguel Hernández de Elche con el siguiente código de autorización: TFM.MP2.AAM.LNV.240122.

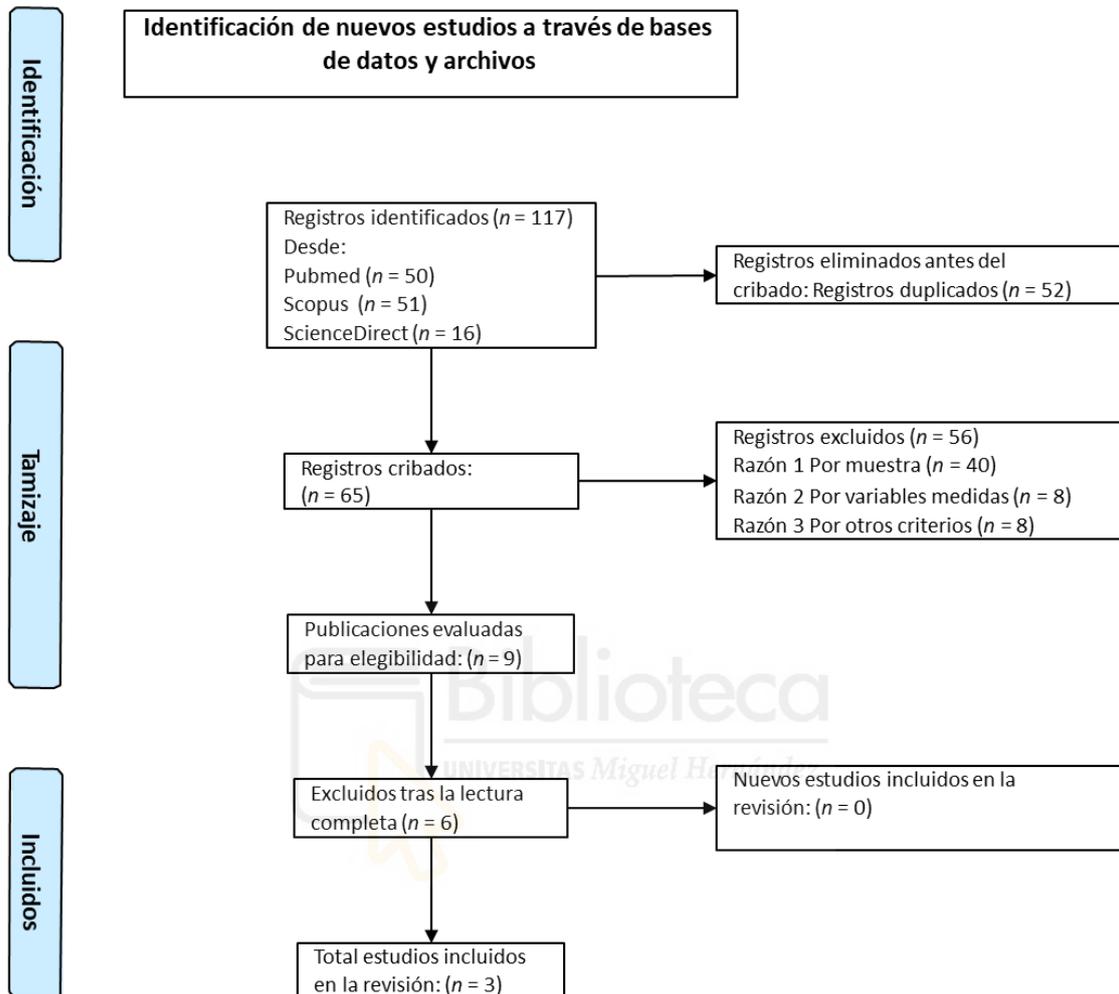


Figura I. Diagrama de flujo seguido para seleccionar los artículos incluidos, de acuerdo a la declaración PRISMA (Page et al., 2021).

4. Resultados

Tras realizar la primera búsqueda ($n = 128$) se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión y se incluyeron tres artículos (tabla 1). Estos trabajos han sido publicados en los años 2020 y 2021. Se trata de dos tipos de intervención. La primera pertenece a un proyecto denominado “Programa Estratégico de Desarrollo de Lecciones Activas” – en inglés, “*Program to Enhance and Develop Active Lessons*”–, en adelante PEDAL, que se desarrolla en España. Los dos siguientes pertenecen al proyecto “*School in Motion*”, en adelante ScIM, que se llevó a cabo en Noruega.

4.1. Estudio PEDAL

En este artículo, Polo-Recuero y cols (Polo-Recuero et al., 2020) describieron los resultados de un ensayo controlado aleatorizado, en el que los participantes fueron distribuidos en dos grupos: a) un grupo control; y, b) un grupo intervención (PEDAL). Se parte de la hipótesis de que la aplicación de *bike desk* (bicicletas escritorio) en el aula iba a lograr aumentar el rendimiento académico, o al menos, no disminuirlo. La intervención se llevó a cabo en un instituto público de la Comunidad de Madrid, con alumnos de 1º ESO durante 4 semanas que se dividieron en un grupo control ($n = 13$, 4 mujeres, 9 hombres), y un grupo de intervención PEDAL ($n = 14$; 5 mujeres, 9 hombres). La edad media de los grupos fue 13.23 ± 0.44 años para el grupo control y 13.14 ± 0.36 años para el grupo PEDAL. El grupo control continuaba sus clases de matemáticas con la metodología convencional. Sin embargo, el grupo PEDAL realizaba 4 sesiones a la semana de 55 minutos de duración de pedaleo durante la asignatura de matemáticas.

El rendimiento matemático se midió mediante un test de Estadística formado por la prueba de evaluación de la competencia matemática de 6º de la Comunidad de Madrid ya aplicada y evaluada en años anteriores y una batería de preguntas de Estadística realizada por el Departamento de Matemáticas de acuerdo al currículo de 1º ESO (Decreto 48/2015). Entre el alumnado no existían diferencias significativas antes de la intervención en cuanto a puntuación en la competencia matemática (grupo control 3.42 ± 1.31 ; grupo PEDAL 3.33 ± 1.37 ; $p = .880$).

Durante las 4 semanas de intervención los alumnos anotaron en la hoja de registro de pedaleo el tiempo diario, la resistencia y la distancia recorrida. Se insistió al alumnado que utilizara una resistencia baja (niveles del uno al tres) de tal manera que no supusiese un gran esfuerzo físico y que no interfiriera en la dinámica normal de clase. Se aplicó un análisis factorial ANOVA de medidas repetidas para los efectos intra e inter sujetos.

Al finalizar la intervención, los dos grupos incrementan significativamente la competencia matemática: puntos grupo control (3.45 ± 1.31 vs. 6.49 ± 2.80 $p = .003$); puntos grupo PEDAL (3.33 ± 1.37 vs. 6.13 ± 2.30 ; $p = .001$). A pesar de ello, el grupo PEDAL presentó un mayor tamaño del efecto (d de Cohen, control = 1.577; pedal = 1.811).

Además, se analizó la correlación entre la competencia matemática post intervención y el nivel de estadística previo, es decir, del curso anterior. Se obtuvo un coeficiente de

Pearson significativo para el grupo control ($r = 640$, $p = .025$) y no se obtuvo correlación significativa en el grupo PEDAL ($r = .136$, $p = .674$).

4.2. Estudio School in Motion (ScIM)

El estudio *ScIM* es un ensayo controlado de nueve meses de duración, en institutos de secundaria pertenecientes a Noruega, aleatorizado por grupos. Cada instituto que confirmaba su participación en el estudio se asignaba a uno de los tres grupos existentes, es decir, todo el instituto recibía la misma intervención. La muestra estaba formada por estudiantes noruegos de 30 institutos diferentes, con una edad media de 14 ± 0.3 años. A la hora de realizar las intervenciones, la muestra se dividió de la siguiente manera: grupo control ($n = 10$ institutos), grupo *Physically Active Learning* (PAL) ($n = 10$ institutos) y grupo (DWBH) *Don't Worry Be Happy* ($n = 10$ institutos). El número de estudiantes por grupo se indica en la tabla 1.

El grupo control seguía las clases de matemáticas con la metodología convencional. El grupo PAL realizaba 30 minutos a la semana de actividad física en materias académicas, 60 minutos a la semana de educación física y 30 minutos a la semana de actividades variadas de actividad física. El grupo DWBH realizaba 60 minutos a la semana de actividad autoelegida por los estudiantes, y 60 minutos a la semana de educación física practicando la actividad elegida. El rendimiento académico se midió mediante pruebas nacionales estandarizadas por la Dirección de Educación y Capacitación de Noruega, tanto la prueba de lectura como la de aritmética. Los grupos estaban igualados en cuanto al número de chicos y chicas. Este estudio dio lugar a dos trabajos (Solberg, Steene-Johannessen, Anderssen, et al., 2021; Solberg, Steene-Johannessen, Wang Fagerland, et al., 2021).

En un primer trabajo, Solberg y cols (Solberg, Steene-Johannessen, Anderssen, et al., 2021) se encontraron efectos significativos de la intervención en aritmética y lectura entre los estudiantes en ambas intervenciones en comparación con el grupo de control. La diferencia media en aritmética fue de 1.7 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.9 a 2.5; d de Cohen = 0.12) en los estudiantes PAL y 2.0 puntos (intervalo de confianza al 95%: 1.4 a 2.7; d de Cohen = 0.23) en el grupo DWBH.

En la prueba de lectura, la diferencia media en el grupo PAL fue de 0.9 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.2 a 1.6; d de Cohen = 0.06) y en el grupo DWBH la diferencia media fue de 1.1 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.3 a 1.9; d de Cohen = 0.18). Por sexo, las diferencias medias de aritmética en la intervención PAL fueron de 1.0 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.3 a 1.8) para niñas y 2.4 puntos (intervalo de confianza al 95%: 1.5 a 3.3) para niños.

En la intervención DWBH las diferencias medias en el cambio son de 1.4 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.5 a 2.2) para las niñas y de 2.7 puntos (intervalo de confianza al 95%: 1.7 a 3.7) para los niños. El único efecto significativo que se localizó fue en la lectura de los chicos DWBH en comparación a los controles cuya diferencia media fue 1.8 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.6 a 2.9; d de Cohen = 0.25).

Tras encontrar mejoras significativas en el estudio anterior, unos meses más tarde el mismo grupo publicó un segundo trabajo (Solberg, Steene-Johannessen, Wang Fagerland, et al., 2021) en el que partiendo de la muestra y resultados anteriores, se propusieron investigar si la mejora de la capacidad aeróbica fue la mediadora para conseguir los resultados de aritmética o lectura, o se producen por efecto directo de la intervención. Para ello, realizaron un análisis de mediación utilizando un modelo de regresión lineal.

En cuanto a la intervención PAL, se encontró que la capacidad aeróbica medió parcialmente el efecto de la intervención en un 28% en la competencia matemática desde un efecto total de 1.73 puntos (intervalo de confianza al 95%: 1.13 a 2.33) a un efecto directo natural de 1.24 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.58 a 1.91). En cuanto a la competencia lectora la capacidad aeróbica medió completamente el efecto de la intervención con el efecto total de 0.89 puntos (intervalo de confianza al 95%: 0.15 a 1.62) reducido al efecto directo natural de 0.40 puntos. (intervalo de confianza al 95%: -0.48 a 1.28). Sin embargo, en el grupo DWBH la capacidad aeróbica no fue mediadora sobre el rendimiento académico ya que el efecto natural no se redujo en comparación al efecto total. El mismo análisis de mediación se realizó estratificado por sexo, pero los datos no cambiaron.

Para medir la capacidad aeróbica utilizaron la Prueba de Andersen. Antes de la intervención se vio que los dos grupos de intervención contaban con menor capacidad aeróbica (media de 34 metros en PAL y 21 metros el grupo DWBH) en comparación al grupo control. Tras la intervención se observó que el grupo PAL aumentó su media 19.7 metros ($p < 0,001$, correlación intraclase (ICC) para la escuela = 0.13) comparado con el grupo control. Sin embargo, el grupo DWBH disminuyó su media 11.5 metros comparado con el control ($p < 0,030$, ICC para la escuela = 0.13).

Tabla I. Resumen de los artículos incluidos en el trabajo.

		Población	Intervención	Comparación	Resultados	Conclusión
(Polo-Recuerdo et al., 2020)	2020	27 alumnos 1º ESO. <ul style="list-style-type: none"> CONTROL ($n = 13$) PEDAL ($n = 14$) 	<ul style="list-style-type: none"> CONTROL: clases de matemáticas convencionales. PEDAL: 4 sesiones a la semana de 55 minutos pedaleo durante las clases de matemáticas. 	Pre vs post.: ANOVA medidas repetidas Análisis correlacional (r de Pearson)	<p>Ambos ↑ Competencia matemática (puntos):</p> <ul style="list-style-type: none"> CONTROL (3.45 ± 1.31 vs. 6.49 ± 2.80 $p = .003$) PEDAL (3.33 ± 1.37 vs. 6.13 ± 2.30; $p = .001$) <p>Correlación entre test y el conocimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> CONTROL ($r = .640$, $p = .025$) PEDAL ($r = .136$, $p = .674$) 	<p>Competencia matemática:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↑ CONTROL y depende del nivel previo. ↑ PEDAL pero no depende del nivel previo. <p>Competencia lectora: no se estudia.</p>
(Solberg, Steene-Johannessen, Anderssen, et al., 2021)	2021	30 institutos, <ul style="list-style-type: none"> CONTROL ($n=583$) PAL ($n=536$), DWBH ($n=427$) 	<ul style="list-style-type: none"> CONTROL clases de matemáticas convencionales. PAL 30 minutos a la semana PAL, 60 minutos a la semana EF y 30 minutos a la semana AF. 	Modelo lineal mixto. Tamaño del efecto d de Cohen.	<p>Efectos significativos en PAL y DWBH comparado con control.</p> <p>Competencia matemática:</p> <ul style="list-style-type: none"> PAL ↑ 1.7 puntos (d de Cohen = 0,12) DWBH ↑ 2.0 puntos (d de Cohen = 0,23) <p>Competencia lectora:</p> <ul style="list-style-type: none"> PAL ↑ 0.9 puntos (IC 95%: 0,2 a 1,6; d de Cohen = 0,06) DWBH ↑ 1.1 puntos (IC 95%: 0,3 a 1,9; d de Cohen = 0,18) 	<p>Competencia matemática:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↑ PAL ↑ DWBH <p>Competencia lectora:</p> <ul style="list-style-type: none"> ↑ PAL ↑ DWBH

			<ul style="list-style-type: none"> DWBH: 60 minutos a la semana BH, 60 minutos a la semana DW 			
(Solberg, Steene-Johannessen, Wang Fagerland, et al., 2021)	2021	30 institutos <ul style="list-style-type: none"> CONTROL ($n = 583$) PAL ($n = 536$) DWBH ($n = 427$) 	<ul style="list-style-type: none"> CONTROL clases de matemáticas convencionales. PAL: 30 minutos a la semana PAL, 60 minutos a la semana EF y 30 minutos a la semana AF. DWBH: 60 minutos a la semana BH, 60 minutos a la semana DW. 	Modelo lineal mixto. Modelo de regresión lineal	Efectos significativos en PAL y DWBH comparado con control. Capacidad aeróbica <ul style="list-style-type: none"> PAL $\uparrow 19.7$ metros ($p < 0,001$, ICC = 0.13) DWBH $\downarrow 11.5$ metros ($p < 0,030$, ICC = 0.13) PAL. Competencia matemática: Capacidad aeróbica medió 28%: 1,73 puntos (IC del 95%: 1,13 a 2,33) Competencia lectora: Capacidad aeróbica medió completamente: 0,89 puntos (IC del 95 %: 0,15 a 1,62)	Competencia matemática: <ul style="list-style-type: none"> PAL: mediada parcialmente por capacidad aeróbica DWBH: no mediada por capacidad aeróbica. Competencia lectora: <ul style="list-style-type: none"> PAL: mediada completamente por capacidad aeróbica DWBH: no mediada por capacidad aeróbica.

AF: Actividad física; CF: Condición física; CM: Competencia matemática; DWBH: Dont worry be happy; EF: Educación física; PAL: Aprendizaje físicamente activo; \uparrow : Aumenta.

5. Discusión y conclusiones.

En el presente Trabajo Final de Máster se ha pretendido localizar bibliografía previa en la que se hubiese estudiado el efecto de introducir el PAL específicamente en población de niveles similares a los de secundaria. Ello estuvo motivado porque es la población con la que con una mayor probabilidad podremos intervenir quienes terminemos este Máster.

En relación con ello, y tras realizar una revisión sistemática, se ha podido localizar e incluir un número limitado de artículos específicos sobre este tema. Los estudios incluidos en esta revisión se han publicado en los años 2020 y 2021. Sin embargo, en otros niveles educativos, como la educación primaria se pueden encontrar artículos publicados en años anteriores (Routen et al., 2017). Esto conduce a pensar que el estudio del efecto que podría tener la docencia físicamente activa específicamente en la población de secundaria es un fenómeno emergente, que está cobrando importancia en la actualidad.

Aunque los artículos incluidos en la revisión han sido realizados en España y Noruega, durante la búsqueda y el cribado de los mismos se pudo observar que la mayoría de investigaciones, tanto en alumnos como en profesorado, se han llevado a cabo en países nórdicos, algo que apunta a que en aquellos lugares están más preocupados en investigar sobre distintos efectos de la docencia físicamente activa

En los artículos revisados parece existir una tendencia coincidente en los efectos de la docencia físicamente activa sobre la competencia matemática. Así, Polo-Recuero y cols (Polo-Recuero et al., 2020) observaron que en ambos grupos, el control y el experimental, aumentó la competencia matemática, lo cual puede ser atribuible a la adquisición de conocimientos durante el curso escolar. Sin embargo, el análisis de correlación entre la competencia matemática post intervención y el nivel previo de estadística revela que el rendimiento del grupo control depende del nivel de competencia matemática previo, mientras que no es así en el grupo experimental. Por lo tanto, una de las razones que podrían explicar este aumento en la competencia matemática en el grupo experimental podría ser la propia intervención, en tanto que en el grupo control la mejora en la competencia matemática pudo estar mediada por el nivel previo de los estudiantes. Del mismo modo, en el estudio *ScIM* los dos grupos de intervención, tanto PAL como DWBH, aumentaron significativamente su rendimiento en matemáticas en comparación al grupo control. La diferencia entre ellos es que el grupo PAL aumentó su capacidad aeróbica en comparación al control y el grupo DWBH no. Esto podría deberse a que el grupo PAL por sus pautas de implementación incidió en cambios estructurales a nivel cardiovascular logrando esa mejora en la capacidad aeróbica (Cordero et al., 2014). Sin embargo, el aumento en el rendimiento académico sin aumentar la capacidad aeróbica en el grupo DWBH podría explicarse por otros factores como los beneficios de la actividad física a nivel molecular. Existe literatura que demuestra los efectos de la actividad física sobre el cerebro (Chaddock et al., 2010), ya que aumenta moléculas como el BDNF (factor

neurotrófico derivado del cerebro), entre otras, cuyo papel es fundamental en procesos cognitivos relacionados con el aprendizaje, la memoria, la plasticidad del cerebro y la atención (Stillman et al., 2016; van Praag, 2008). Esto también podría explicar el no aumento de la capacidad aeróbica por parte de los estudiantes del grupo DWBH, ya que al tratarse de deportes y actividades autoelegidos por el estudiantado no se priorizaba la intensidad, como sí se hizo en el grupo PAL, sino que se dio más importancia a la cohesión de grupo y diversión durante la intervención. Estos hallazgos pueden sugerir que, con la finalidad de que todos los estudiantes mejoren su rendimiento académico existen varias posibilidades. Una de las alternativas a tener en cuenta para lograrlo sería aumentar la capacidad aeróbica de cada uno de ellos, tanto en los alumnos que parten de menor nivel inicial como los que ya están más avanzados, de manera que todos logren una mejora, reduciendo así las diferencias entre los propios alumnos. Para lograr esa mejora en la capacidad aeróbica sería interesante considerar una intervención personalizada, dado que cada persona requerirá estímulos distintos para progresar, y, aun así, no se podría asegurar que las mejoras fueran uniformes entre los estudiantes ya que se trata de un componente mayormente genético. Sin embargo, esta opción plantea un desafío, ya que resultaría inviable realizar sesiones de actividad física y enseñanza académica individualizada al mismo tiempo en una clase donde existen muchos perfiles de estudiantes diferentes. Otra alternativa interesante sería incidir en los posibles efectos de tipo molecular, es decir, aumentar los niveles de actividad física del alumnado para así ayudar a provocar cambios en las estructuras cerebrales como podría ser la producción de nuevas neuronas (neurogénesis) o la plasticidad cerebral (sinaptogénesis) gracias a moléculas producidas en relación con el ejercicio físico (Voss et al., 2017). En cualquier caso, se evidencia que la actividad física puede influir directa o indirectamente en procesos cognitivos para aumentar el rendimiento académico.

Además de la competencia matemática. en los trabajos de Solber y cols (Solberg, Steene-Johannessen, Anderssen, et al., 2021; Solberg, Steene-Johannessen, Wang Fagerland, et al., 2021) se incluye también la competencia lingüística, en concreto, la lectora. Encontraron que la capacidad aeróbica medió completamente la competencia lectora y parcialmente la matemática. Esta diferencia puede deberse a que la competencia matemática también fue mediada por la actividad física y la competencia lectora medió completamente con la capacidad aeróbica por la complejidad de aplicar actividad física en el momento de lectura. Además, en otras poblaciones escolares, se ha visto que la asignatura a la que más se recurre para la implementación del PAL es la clase de matemáticas, una asignatura diferencial por hacer uso de la lógica, razonamiento y pensamiento abstracto para la resolución de problemas (Rojas Gómez, 2017). Además, a diferencia de otras asignaturas que pueden implicar interpretaciones subjetivas, las matemáticas son una de las pocas disciplinas donde la solución es única y objetiva. Al haber encontrado tamaños del efecto pequeños ($d = 0.06$ a $d = 0.23$) en la intervención durante 9 meses, cabe reflexionar sobre si una intervención más prolongada podría generar mayores efectos en el rendimiento académico.

En conclusión, estos resultados indican que el desarrollo de nuevos métodos de aprendizaje como estas metodologías más activas podrían ser efectivas para mejorar el rendimiento académico frente a la metodología tradicional en estudiantes de secundaria. No obstante, los resultados deben interpretarse con cautela debido al pequeño tamaño del efecto y a la duración de las intervenciones, por lo que sería interesante llevar a cabo investigaciones adicionales para acotar de alguna manera la dosis y la intensidad adecuadas para influir en el rendimiento académico. Aun así, los resultados apuntan a una mejora en la vida académica de los estudiantes cuando se les implica física y cognitivamente.

Después de obtener estos resultados, surge la cuestión de cómo incluir a estudiantes con movilidad reducida en programas PAL, tanto los que tienen una lesión permanente como los que tienen una lesión temporal que les impida participar activamente de la misma manera que lo hacen los demás. Algunos estudios en primaria excluyen estudiantes con lesiones (Schmidt et al., 2020) pero ya que de por sí, los alumnos con movilidad reducida tienden a practicar menos actividad física por su situación, sería realmente relevante investigar la implementación de estos programas en su jornada escolar o al menos, disponer de adaptaciones que permitan la participación inclusiva de todos los estudiantes independientemente de su condición.

Por último, aunque se ha seguido un procedimiento estandarizado para la identificación y selección de los artículos incluidos en la presente revisión, cabe la posibilidad de que no se hayan podido localizar todos los relacionados con el tema, bien por encontrarse en otras bases de datos, o por haber sido publicados con posterioridad a la fecha de búsqueda, lo cual podría ser considerado como una limitación de este trabajo.

6. Contribuciones prácticas

Este trabajo se ha centrado en la población de secundaria ya que será el público a tratar gracias a la titulación de este máster. Dado que las prácticas curriculares se han realizado en institutos de secundaria, me planteo cómo llevaría a la práctica las conclusiones teóricas obtenidas en este trabajo. En primer lugar, dado que mi experiencia docente durante este periodo se llevó a cabo durante la asignatura de Educación Física, no sería viable intentar implementar el PAL ya que la actividad física es inherente a esta materia. Al no tener la posibilidad de participar en otras asignaturas para implementar el PAL debido a ya que no son de mi especialidad, considero que una buena opción para aplicar los resultados de este trabajo sería a través de la formación del profesorado. Según mi experiencia en el centro, se realizaban diferentes claustros en los que se reunían profesores de todas las asignaturas. Sería interesante informarles sobre los resultados relacionados con el rendimiento académico y, de forma voluntaria, permitirles decidir si desean recibir formación para implementarlos en sus propias clases.



Como conclusiones de este TFM, los puntos más destacados a transmitir en dicha propuesta de formación del profesorado serían:

- La implementación del PAL en la población de secundaria es un fenómeno emergente.
- Aunque los países nórdicos están más avanzados en cuanto a la implementación experimental del PAL en su población, ha habido experiencias también en España.
- La mayoría de intervenciones suelen darse en la asignatura de matemáticas.
- El PAL en secundaria tiende a mejorar el rendimiento académico, especialmente en la competencia matemática.
- Falta información sobre cómo incluir estudiantes con alguna lesión.



7. Referencias

- Abbott, R. A., Straker, L. M., & Mathiassen, S. E. (2013). Patterning of children's sedentary time at and away from school. *Obesity*, 21(1), E131-E133. <https://doi.org/10.1002/oby.20127>
- Alvarez-Vargas, D., Lopez Perez, J. P., Bermudez, V. N., Beltrán-Grimm, S., Santana, E., Begolli, K., & Bustamante, A. S. (2023). Evidence-based designs for physically active and playful math learning. *Theory Into Practice*, 62(2), 166-180. <https://doi.org/10.1080/00405841.2023.2202131>
- Bartholomew, J. B., & Jowers, E. M. (2011). Physically active academic lessons in elementary children. *Preventive Medicine*, 52(SUPPL.). <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2011.01.017>
- Berger, N. A. (2018). Young Adult Cancer: Influence of the Obesity Pandemic. En *Obesity* (Vol. 26, Número 4, pp. 641-650). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1002/oby.22137>
- Biddle, S. J. H., Ciaccioni, S., Thomas, G., & Vergeer, I. (2019). Physical activity and mental health in children and adolescents: An updated review of reviews and an analysis of causality. En *Psychology of Sport and Exercise* (Vol. 42, pp. 146-155). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2018.08.011>
- Bull, F. C., Al-Ansari, S. S., Biddle, S., Borodulin, K., Buman, M. P., Cardon, G., Carty, C., Chaput, J.-P., Chastin, S., Chou, R., Dempsey, P. C., DiPietro, L., Ekelund, U., Firth, J., Friedenreich, C. M., Garcia, L., Gichu, M., Jago, R., Katzmarzyk, P. T., ... Willumsen, J. F. (2020). World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. *British Journal of Sports Medicine*, 54(24), 1451-1462. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>
- Bustamante, A. S., Begolli, K. N., Alvarez-Vargas, D., Bailey, D. H., & Richland, L. E. (2022). Fraction ball: Playful and physically active fraction and decimal learning. *Journal of Educational Psychology*, 114(6), 1307-1320. <https://doi.org/10.1037/edu0000714>
- Cabrera, L., Pérez, C., Santana, F., & Betancort, M. (2019). Desafección Escolar del Alumnado Repetidor de Segundo Curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *International Journal of Sociology of Education*, 8(2), 173-203. <https://doi.org/10.17583/rise.2019.4139>
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Konkel, A., Hillman, C. H., Cohen, N. J., & Kramer, A. F. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain Research*, 1358, 172-183. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2010.08.049>
- Corder, K., Winpenny, E., Love, R., Brown, H. E., White, M., & Sluijs, E. van. (2019). Change in physical activity from adolescence to early adulthood: a systematic review and meta-analysis of longitudinal cohort studies. *British Journal of Sports Medicine*, 53(8), 496-503. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097330>

- Cordero, A., Masiá, M. D., & Galve, E. (2014). Ejercicio físico y salud. *Revista Española de Cardiología*, 67(9), 748-753.
<https://doi.org/10.1016/j.recesp.2014.04.007>
- Daly-Smith, A., Quarmby, T., Archbold, V. S. J., Routen, A. C., Morris, J. L., Gammon, C., Bartholomew, J. B., Resaland, G. K., Llewellyn, B., Allman, R., & 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>
- de Mendizábal, Á. C., & Calero Martínez, J. (2013). Determinantes del riesgo de fracaso escolar en España en PISA-2009 y propuestas de reforma. *Revista de Educacion*, 362, 562-593. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2013-362-242>
- Dick, B., & Ferguson, B. J. (2015). Health for the World's Adolescents: A Second Chance in the Second Decade. *Journal of Adolescent Health*, 56(1), 3-6.
<https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2014.10.260>
- 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>
- Gammon, C., Morton, K., Atkin, A., Corder, K., Daly-Smith, A., Quarmby, T., Suhrcke, M., Turner, D., & Van Sluijs, E. (2019). Introducing physically active lessons in UK secondary schools: Feasibility study and pilot cluster-randomised controlled trial. *BMJ Open*, 9(5).
<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2018-025080>
- Garnett, S. P., Baur, L. A., Jones, A. M. D., & Hardy, L. L. (2016). Trends in the prevalence of morbid and severe obesity in Australian children aged 7-15 years, 1985-2012. *PLoS ONE*, 11(5).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154879>
- González-Pérez, M., Sánchez-Oliva, D., Grao-Cruces, A., Cano-Cañada, E., Martín-Acosta, F., Muñoz-González, R., Bandera-Campos, F. J., Ruiz-Hermosa, A., Vaquero-Solís, M., Padilla-Moledo, C., Conde-Caveda, J., Segura-Jiménez, V., González-Ponce, I., García-Calvo, T., Castro-Piñero, J., & Camiletti-Moirón, D. (2023). Effects of the inclusion of physical activity in secondary education academic classes on educational indicators and health markers: rationale and methods of the ACTIVE CLASS study. *Frontiers in Public Health*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1329245>
- Grao-Cruces, A., Sánchez-Oliva, D., Padilla-Moledo, C., Izquierdo-Gómez, R., Cabanas-Sánchez, V., & Castro-Piñero, J. (2020). Changes in the school and non-school sedentary time in youth: The UP&DOWN longitudinal study. *Journal of Sports Sciences*, 38(7), 780-786.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2020.1734310>
- Juonala, M., Magnussen, C. G., Berenson, G. S., Venn, A., Burns, T. L., Sabin, M. A., Srinivasan, S. R., Daniels, S. R., Davis, P. H., Chen, W., Sun, C., Cheung, M., Viikari, J. S. A., Dwyer, T., & Raitakari, O. T. (2011). Childhood Adiposity, Adult Adiposity, and Cardiovascular Risk Factors. *New England Journal of Medicine*, 365(20), 1876-1885. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1010112>

- Kolle, E., Solberg, R. B., Säfvenbom, R., Dyrstad, S. M., Berntsen, S., Resaland, G. K., Ekelund, U., Anderssen, S. A., Steene-Johannessen, J., & Grydeland, M. (2020). The effect of a school-based intervention on physical activity, cardiorespiratory fitness and muscle strength: the School in Motion cluster randomized trial. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-020-01060-0>
- Lange, S. J., Kompaniyets, L., Freedman, D. S., Kraus, E. M., Porter, R., Blanck, H. M., & Goodman, A. B. (2018). Morbidity and Mortality Weekly Report Longitudinal Trends in Body Mass Index Before and During the COVID-19 Pandemic Among Persons Aged 2-19 Years-United States, 2018-2020. En *MMWR. Morbidity and Mortality Weekly Report* (Vol. 70, Número 37, pp. 1278-1283). <https://doi.org/10.15585/mmwr.mm7037a3>
- Lerum, Ø., Eikeland Tjomsland, H., Leirhaug, P. E., McKenna, J., Quaramby, T., Bartholomew, J., Jenssen, E. S., Smith, A. D., & Resaland, G. K. (2021). The Conforming, The Innovating and The Connecting Teacher: A qualitative study of why teachers in lower secondary school adopt physically active learning. *Teaching and Teacher Education*, 105. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103434>
- Lynch, J., O'Donoghue, G., & Peiris, C. L. (2022). Classroom Movement Breaks and Physically Active Learning Are Feasible, Reduce Sedentary Behaviour and Fatigue, and May Increase Focus in University Students: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(13), 7775. <https://doi.org/10.3390/ijerph19137775>
- McGowan, A. L., Ferguson, D. P., Gerde, H. K., Pfeiffer, K. A., & Pontifex, M. B. (2020). Preschoolers exhibit greater on-task behavior following physically active lessons on the approximate number system. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 30(9), 1777-1786. <https://doi.org/10.1111/sms.13727>
- Norris, E., Shelton, N., Dunsmuir, S., Duke-Williams, O., & 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>
- Ocaña Díaz, A. (2024). RESEÑA MINISTERIO DE EDUCACIÓN, FORMACIÓN PROFESIONAL Y DEPORTES (2023): PISA 2022. PROGRAMA PARA LA EVALUACIÓN INTERNACIONAL DE LOS ESTUDIANTES. INFORME ESPAÑOL. MADRID, INEE. *Supervision21*, 1-26. <https://doi.org/10.52149/Sp21/71.13>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

- Penedo, F. J., Dahn, J. R., & Williams, L. (2005). Exercise and well-being: a review of mental and physical health benefits associated with physical activity. En *Current Opinion in Psychiatry* (Vol. 18). <http://journals.lww.com/co-psychiatry>
- PISA 2022 Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes Informe español. (2023).
- Polo-Recuero, B., Moreno-Barrio, A., & Ordóñez-Dios, A. (2020). Physically active lessons: Strategy to increase scholars physical activity during school time. *RICYDE: Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 16(62), 342-357. <https://doi.org/10.5232/RICYDE2020.06201>
- 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., & 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>
- Rojas Gómez, J. T. (2017). El pensamiento Abstracto a partir de la interdisciplinariedad de las Matemáticas. *Eco Matemático*, 51-53. <https://doi.org/10.22463/17948231.1382>
- Routen, A. C., Biddle, S. J. H., Bodicoat, D. H., Cale, L., Cledes, S., Edwardson, C. L., Glazebrook, C., Harrington, D. M., Khunti, K., Pearson, N., Salmon, J., & Sherar, L. B. (2017). Study design and protocol for a mixed methods evaluation of an intervention to reduce and break up sitting time in primary school classrooms in the UK: The CLASS PAL (Physically Active Learning) Programme. *BMJ Open*, 7(11), e019428. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2017-019428>
- Schmidt, S. K., Bratland-Sanda, S., & Bongaardt, R. (2022a). Secondary school teachers' experiences with classroom-based physically active learning: "I'm excited, but it's really hard". *Teaching and Teacher Education*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103753>
- Schmidt, S. K., Bratland-Sanda, S., & Bongaardt, R. (2022b). Young adolescents' lived experience with teacher-led classroom-based physical activity: A phenomenological study. *Teaching and Teacher Education*, 116. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2022.103777>
- Schmidt, S. K., Reinboth, M. S., Resaland, G. K., & 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. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030896>
- Solberg, R. B., Steene-Johannessen, J., Anderssen, S. A., Ekelund, U., Säfvenbom, R., Haugen, T., Berntsen, S., Åvitsland, A., Lerum, Ø., Resaland, G. K., & Kolle, E. (2021). Effects of a school-based physical activity intervention on academic performance in 14-year old adolescents: a cluster randomized

- controlled trial – the School in Motion study. *BMC Public Health*, 21(1).
<https://doi.org/10.1186/s12889-021-10901-x>
- Solberg, R. B., Steene-Johannessen, J., Wang Fagerland, M., Anderssen, S. A., Berntsen, S., Resaland, G. K., van Sluijs, E. M. F., Ekelund, U., & Kolle, E. (2021). Aerobic fitness mediates the intervention effects of a school-based physical activity intervention on academic performance. The school in Motion study – A cluster randomized controlled trial. *Preventive Medicine Reports*, 24. <https://doi.org/10.1016/j.pmedr.2021.101648>
- Stillman, C. M., Cohen, J., Lehman, M. E., & Erickson, K. I. (2016). Mediators of Physical Activity on Neurocognitive Function: A Review at Multiple Levels of Analysis. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00626>
- Suberviola, I. (2021). Análisis de los factores predictivos del abandono escolar temprano. *Vivat Academia. Revista de Comunicación*, 25-52. <https://doi.org/10.15178/va.2021.154.e1373>
- Teslo, S., Thurston, M., Lerum, Ø., Brekke Mandelid, M., Sørnes Jensen, E., Resaland, G. K., & Eikeland Tjomsland, H. (2023). Teachers' sensemaking of physically active learning: A qualitative study of primary and secondary school teachers participating in a continuing professional development program in Norway. *Teaching and Teacher Education*, 127. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104113>
- van Praag, H. (2008). Neurogenesis and Exercise: Past and Future Directions. *NeuroMolecular Medicine*, 10(2), 128-140. <https://doi.org/10.1007/s12017-008-8028-z>
- van Sluijs, E. M. F., Ekelund, U., Crochemore-Silva, I., Guthold, R., Ha, A., Lubans, D., Oyeyemi, A. L., Ding, D., & Katzmarzyk, P. T. (2021). Physical activity behaviours in adolescence: current evidence and opportunities for intervention. *The Lancet*, 398(10298), 429-442. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01259-9](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01259-9)
- Vogel, M., Geserick, M., Gausche, R., Beger, C., Poulain, T., Meigen, C., Körner, A., Keller, E., Kiess, W., & Pfäffle, R. (2022). Age- and weight group-specific weight gain patterns in children and adolescents during the 15 years before and during the COVID-19 pandemic. *International Journal of Obesity*, 46(1), 144-152. <https://doi.org/10.1038/s41366-021-00968-2>
- Voss, J. L., Bridge, D. J., Cohen, N. J., & Walker, J. A. (2017). A Closer Look at the Hippocampus and Memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 21(8), 577-588. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.05.008>
- Watson, A., Timperio, A., Brown, H., Best, K., & Hesketh, K. D. (2017). Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: A systematic review and meta-analysis. En *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* (Vol. 14, Número 1). BioMed Central Ltd. <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0569-9>
- Webster, C. A., Russ, L., Vazou, S., Goh, T. L., & 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>

