



Aprendizaje basado en movimiento, efectos sobre el rendimiento académico: una revisión sistemática con metaanálisis a partir de ensayos controlados

Movement-based learning, effects on academic performance: a systematic review with meta-analysis of controlled trials

Autores

Alexis Caniuqueo-Vargas¹
 María Victoria Díaz-Franco²
 Patricio Lagos Rebolledo¹
 Rodrigo Ojeda Nahuelcura¹
 Omar Aravena¹
 Paula Alamos Vásquez¹
 Claudio Hernández-Mosqueira³

¹Universidad Católica de Temuco (Chile)

²Universidad Autónoma de Chile (Chile)

³Universidad del Bío Bío (Chile)

Autor de correspondencia:
 Alexis Caniuqueo-Vargas
 acaniuqueo@uct.cl

Cómo citar en APA

Caniuqueo-Vargas, A., Díaz-Franco, M. V., Lagos Rebolledo, P., Ojeda Nahuelcura, R., Aravena, O., Alamos Vásquez, P., & Hernández-Mosqueira, C. (2025). Aprendizaje basado en movimiento, efectos sobre el rendimiento académico: una revisión sistemática con metaanálisis a partir de ensayos controlados. *Retos*, 66, 918-934. <https://doi.org/10.47197/retos.v66.113159>

Resumen

Introducción: El aprendizaje basado en movimiento es una estrategia de enseñanza que considera principios neuromotores para aprender, siendo una alternativa posible de incorporar en el aula.

Objetivo. Resumir los efectos del aprendizaje basado en movimiento sobre el rendimiento académico a partir de reportes de ensayos controlados aleatorios.

Método. Con base en las recomendaciones PRISMA para revisión sistemática y metaanálisis se indagó en los indexadores ERIC, PubMed, Web of Science, Scopus, EBSCO hasta septiembre de 2024. Se incluyeron estudios con participantes niños y adolescentes de ambos sexos, intervenciones por ensayos controlados con grupos cruzados o grupos paralelos que compararan los efectos de estas estrategias basadas en movimiento sobre el rendimiento académico escolar. Se evaluó la calidad metodológica y se calcularon los efectos medios de las intervenciones y la heterogeneidad.

Resultados: Se incluyeron ocho estudios en la revisión con un total de 4452 estudiantes. El efecto medio estandarizado (ES) de intervenciones con ABM fue bajo (ES -0.09 [IC del 95%: -0.53 a 0.34], $Z=0.43$ [$p=0.67$]) frente a grupos controles (GC), con una alta heterogeneidad entre los estudios ($I^2=96\%$ $p<0.00$).

Conclusión. Estrategias de aprendizaje basadas en movimiento generan efectos positivos sobre el rendimiento académico en matemáticas, lenguaje e inglés, sobre todo cuando los movimientos incluidos en las actividades de aprendizaje se relación con sus contenidos temáticos.

Palabras clave

Aprendizaje basado en movimiento; aprendizaje físicamente activo; aprender jugando; rendimiento académico.

Abstract

Introduction: Movement-based learning is a teaching strategy that considers neuromotor principles for learning, serving as a possible alternative to incorporate in the classroom.

Objective: To summarize the effects of movement-based learning on academic performance based on reports from randomized controlled trials.

Method: Following PRISMA recommendations for systematic review and meta-analysis, searches were conducted in the ERIC, PubMed, Web of Science, Scopus, and EBSCO databases up to September 2024. Studies were included with participants who were children and adolescents of both sexes, involving interventions through controlled trials with crossover or parallel groups that compared the effects of these movement-based strategies on academic performance. Methodological quality was assessed, and mean effects of the interventions and heterogeneity were calculated.

Results: Eight studies were included in the review, with a total of 4,452 students. The standardized mean effect (SME) of MBL interventions was low (SME -0.09 [95% CI: -0.53 to 0.34], $Z=0.43$ [$p=0.67$]) compared to control groups (CG), with high heterogeneity among the studies ($I^2=96\%$, $p<0.00$).

Conclusion: Movement-based learning strategies generate positive effects on academic performance in mathematics, language, and English, especially when the movements included in the learning activities relate to their thematic content.

Keywords

Movement-based learning; physically active learning; learning through play; academic performance.

Introducción

El aprendizaje basado en movimiento (ABM) o aprendizaje físicamente activo se caracteriza por la utilización de diferentes estímulos sensoriomotores que llevan a los estudiantes a una participación activa e integrando movimientos corporales o actividad física en cualquier momento de la clase, los que pueden o no guardar relación con el contenido de aprendizaje (Bedard et al., 2020; Mavilidi et al., 2019b; Page et al., 2023; Teraoka et al., 2021), y que incluye los conceptos de aprender en movimiento, aprender moviendo el cuerpo, experiencias motoras para aprender, aprendizaje multisensorial, aula activa, aprendizaje basado en juegos o estrategias físicamente activas de aprendizaje (Andreu, 2023; Breien et al., 2022; Camacho-Sánchez et al., 2022).

Pese a que las propuestas de aprendizaje basado en movimiento no son recientes, los avances en neurociencias han permitido una mayor comprensión del efecto real del movimiento en el aprendizaje, en la cognición y el rendimiento académico (Mavilidi et al., 2019a; Mavilidi et al., 2022; Schulte et al., 2019; Spooner & Wilson, 2023; Su et al., 2020; Tommiska et al., 2020). Por lo que el movimiento constituye un estímulo necesario para el sistema nervioso, condicionando la generación de nuevas conexiones nerviosas, optimizando el desarrollo del tejido neuronal, por lo que comprender que, cuando un niño involucra movimientos corporales en su aprendizaje, se favorece la estimulación neuronal, lo que a su vez favorece a procesos cognitivos (Anzeneder et al., 2023; Lu & Zhao, 2023).

En relación a lo anterior, Mavilidi et al. (2022), estudiaron los efectos de estrategias de aprendizaje basadas en movimiento dentro del aula, sobre el procesamiento cognitivo, memoria, control conductual y habilidades académicas de niños y adolescentes a través de un metaanálisis, adoptaron un diseño que categorizó las intervenciones de los estudios revisados, según la integración de las actividades de movimiento (alto v/s bajo dependiendo si la actividad de movimiento se integra junto a la temática de aprendizaje o no) y la relevancia del movimiento para el contenido de aprendizaje (bajo v/s alto dependiendo si el movimiento guardaba relación con la temática de aprendizaje).

Pese a los aportes del movimiento en el aprendizaje, algunos estudios reportan que los escolares permanecen casi un tercio del día en una sala de clases, mayoritariamente sentados, lo que no favorece ni al aprendizaje y ni a la salud (Almonacid-Fierro et al., 2021; Flandez et al., 2021; Mujica et al., 2022). Por otro lado, las demandas al sistema educativo asociadas al desarrollo de competencias para el buen vivir y no sólo centrada en el dominio de contenidos (Bracho-Amador et al., 2023; Meyer, 2023), ha llevado a las instituciones educativas a promover en sus estudiantes el desarrollo de habilidades de creatividad, pensamiento crítico, colaboración, comunicación, aprender a aprender, reflexión y las adquisición de conciencia sobre los procesos personales (Huoponen, 2023; Meyer, 2023; Saluja, 2023; Viñuela & de Caso Fuertes, 2023), por lo que estrategias no tradicionales constituyen una alternativa para el abordaje de estas habilidades.

Desde las neurociencias aplicadas al control motor, es posible argumentar que un niño o una niña, en su estructura cerebral, ya cuenta con áreas motoras destinadas al aprendizaje y al dominio de movimientos, los cuales, al inicio, al ser poco controlados por el tronco del encefálico y producidos en forma involuntaria, llevan a otras estructuras de orden superior, como el cerebelo y neocórtex a adquirir un predominio en ese control (Albaladejo-García et al., 2023; Chen & Nakagawa, 2023; Chou et al., 2023). Lo anterior, permite el desarrollo de patrones básicos de movimiento que favorecen a movimientos de mayor complejidad y a un desarrollo motor determinante para su desarrollo físico, cognitivo, personal y socioafectivo (de Bruijn et al., 2023). Por el contrario, un desarrollo motor alterado, se relaciona con problemas de aprendizaje y cognitivos, por ejemplo, algunas funciones cerebrales deben ser compensadas por otras estructuras, como el caso del córtex prefrontal que debe encargarse de mantener la postura, la cabeza y el equilibrio, limitando los recursos cognitivos disponibles para el aprendizaje (Chen & Nakagawa, 2023).

En cuanto a procesos cognitivos, existe una relación directa entre el movimiento y algunos procesos mentales subyacentes a la adquisición de conocimientos como la metacognición, las funciones ejecutivas y el rendimiento académico (Santayana de Souza et al., 2023; Teslo et al., 2023). La importancia de esto para el aprendizaje, en primer lugar, radica en que la metacognición involucra procesos mentales de orden superior, que incluyen hacer planes para el aprendizaje, como la planificación, el razonamiento y la resolución de problemas, procesos que son determinantes para alcanzar un objetivo de aprendizaje (Schirmer et al., 2023; Song et al., 2023). En segundo lugar, las funciones ejecutivas involucran procesos



cognitivos que regulan el pensamiento y acciones como la resolución de problemas, la planificación, la secuenciación, la atención selectiva y sostenida, la inhibición, la utilización de la retroalimentación, la multitarea, la flexibilidad cognitiva y la capacidad de lidiar con lo nuevo (Gürdere et al., 2023), pero se evidencian disminuidas en personas con depresión, déficit atencional e hiperactividad (Albaladejo-García et al., 2023).

Respecto a la utilización del aprendizaje basado en movimiento, no es novedad que sea una de las principales estrategias utilizadas por los profesores de Educación Física para el logro de aprendizajes, ya sea orientados a condicionantes físicas o a la condición motriz (Castillo-Retamal et al., 2020; Ferro et al., 2020; Mujica, 2022). Sin embargo, estas estrategias también han sido incorporadas para el abordar resultados de aprendizaje orientados al autocuidado, al bienestar físico, emocional y social (Andreu, 2023; Breien et al., 2022; Camacho-Sánchez et al., 2022), con el propósito de responder a las demandas de la disciplina (Hernandez-Rubio et al., 2023).

En otras disciplinas, los efectos del ABM se han comprobado frente a métodos tradicionales, específicamente cuando el objetivo de aprendizaje se orienta al dominio de vocabulario para una segunda lengua o en habilidades de escritura (Ahmed et al., 2022; Lin et al., 2020; Wang & Song, 2023). En tal sentido, la expresión corporal es una de las actividades motoras más utilizadas, junto a juegos motores y actividad física de baja o media intensidad (Padial-Ruz et al., 2022), además de actividades basadas en video juegos (Chiu et al., 2012).

En el caso de aprendizaje en matemáticas, algunas intervenciones que utilizaron el juego como estrategia de aprendizaje, reportan efectos significativos en los grupos de intervención frente a los grupos controles al momento de resolver problemas matemáticos (Kim & Ke, 2017; Perez et al., 2018; Sulaiman et al., 2023), lo que puede estar dado por el nivel de atención, la confianza, satisfacción y motivación que generan estas actividades y su papel significativo (Ku et al., 2014; Zabala-Vargas et al., 2021). Es relevante destacar que el aprendizaje basado en juego no sólo involucra el movimiento corporal, sino también la utilización de tecnología y video juegos como es el caso de la gamificación en el aula (Brezovszky et al., 2019; Ke & M. Clark, 2020; Schäfer et al., 2013) y que no necesariamente demandan un incremento de movimiento en comparación con una estrategia de aprendizaje tradicional. Por ejemplo, en ciencias, los hallazgos se centran principalmente a la utilización del juego desde la computación y sólo unos pocos autores utilizan el juego tradicional (Cheng et al., 2020; Kaldarova et al., 2023; Lopez-Fernandez et al., 2021).

Pese a que los efectos de aprendizaje basado en movimiento han sido descritos en diferentes trabajos, son escasos los estudios que han resumido estos efectos sobre el rendimiento académico como resultado del abordaje de contenidos curriculares. Estos estudios se han limitado a revisiones de carácter descriptivas sin un análisis cuantitativo o centrados en la cognición o competencias académicas, sin abordar el rendimiento académico como parte de un resultado de aprendizaje y asociado al abordaje de ciertos contenidos curriculares. Por otro lado, hasta donde se sabe, sólo una revisión con metaanálisis propone identificar los efectos del aprendizaje basado en movimientos durante la clase, considerando la relevancia e integración del movimiento con la tarea de aprendizaje como se mencionó en párrafos anteriores a partir de estudios experimentales (Mavilidi et al., 2022). Además, también se evidencia que en el estudio del ABM no suelen considerarse las intervenciones realizadas fuera el aula o no se controlan algunos factores determinantes para las intervenciones con actividad física como intensidad, densidad, actividades, además del momento de integración y la relación de estas con los contenidos abordados. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue realizar una revisión sistemática con metaanálisis que resume los efectos del aprendizaje basado en movimientos sobre el rendimiento académico de escolares niños y adolescentes a partir de ensayos controlados aleatorios a fin de responder la pregunta ¿escolares niños, niñas y adolescentes que participan de intervenciones basadas en movimiento para el abordaje de los contenidos curriculares presentan mejores resultados de aprendizaje, evidenciados por rendimiento académico, que aquellos escolares que participan de grupos controles?

Método

Diseño de investigación

Se adoptó un diseño de revisión literaria basado en Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-analyses (PRISMA) (Page et al., 2021).

Estrategia de búsqueda

Se revisaron las bases de datos ERIC, PubMed, Web of Science, Scopus, EBSCO hasta septiembre de 2024 en busca de todos los estudios que reportaran los efectos de estrategias basadas en movimiento o aprendizaje físicamente activo sobre el rendimiento académico o resultados de aprendizajes, utilizando como criterios de búsqueda (((schoolchildren) OR (boys) OR (girls) OR (adolescents)) AND ((learning based on movement) OR (movement-based methodological strategies) OR (learning in movement) OR (physically active learning)) AND ((Learning outcomes) OR (academic performance))).

Los estudios se seleccionaron en base a título y resumen. Dos revisores fueron los encargados de identificar los estudios de forma independiente y ciega (VD y AC). Un tercer investigador (CH) fue designado para resolver cualquier desacuerdo entre los dos revisores.

Selección de estudios

Para la inclusión de los estudios se consideró la estrategia PICO (Santos et al., 2007) (participantes, intervenciones, comparaciones y resultados). Los participantes fueron escolares niños y adolescentes, de sexo masculino y femenino; las intervenciones de ensayos controlados con grupos cruzados o grupos paralelos publicadas en inglés, español o portugués que utilizaran estrategias basadas en movimiento que compararan los efectos de estas estrategias sobre el rendimiento académico o sobre resultados de aprendizaje, cuyos resultados reportaran actividades utilizadas, momento de integración de la estrategia, relación con los objetivos de aprendizaje y valores de media, desvío estándar o estimaciones de efectos e intervalos de confianza (IC) del 95% sobre el rendimiento académico.

Fueron excluidos artículos de revisiones sistemáticas, metaanálisis y estudios cuyos protocolos no señalarán la edad de los participantes, protocolos ambiguos o poco claros, además de los estudios que evalúan aspectos cognitivos, que no representaran rendimiento académico o logros sobre un resultado de aprendizaje.

Extracción de datos y evaluación de la calidad

El proceso de extracción de los datos consideró (1) primer autor y año del estudio, (2) sexo y edad de los participantes, (3) intervenciones en grupos experimentales y controles detallando las actividades implicadas y su intensidad (baja, moderada o alta), (4) momento de integración de las actividades de movimiento de acuerdo con la clasificación alta integración (durante el abordaje de los contenidos), media integración (en cualquier momento de la clase), baja integración (fuera de la clase) y variada integración (combinación de las anteriores), (5) relación de las actividades de movimientos con los contenidos, es decir, alta relación (si las actividades de movimiento guardan relación con la temática de la clase y baja relación, si estos no guardan relación con las temáticas de la clase actividades e intensidad (6) registro de media y desvío estándar o estimaciones de efectos post intervención.

Para evaluar el riesgo de sesgo y la calidad metodológica de los estudios incluidos en el metaanálisis se utilizó la escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro), evaluando la validez interna del estudio mediante una escala de 0-10 puntos (0 = alto riesgo; 10 = bajo riesgo) (Maher et al., 2003).

Análisis estadístico

Se calculó el tamaño del efecto medio (ES) estandarizado de los estudios individuales junto con sus intervalos de confianza del 95% a partir de los valores de media y desvío estándar, utilizando el modelo de efectos aleatorios. Los ES se calcularon utilizando la *g* de Hedges y Olkin (Hedges & Olkin, 2014) y se interpretaron a como: <0,2, trivial; 0,2-0,6, pequeño; >0,6-1,2, moderado; >1,2-2,0, grande; >2,0-4,0, muy grande; >4,0, extremadamente grande (Hopkins et al., 2009).

Se utilizó I^2 para determinar la heterogeneidad estadística entre los estudios. Para el estadístico se utilizaron los siguientes puntos de corte <25% (heterogeneidad baja), 25-50% (heterogeneidad moderada), > 50-75% (heterogeneidad alta) y >75% (heterogeneidad grave) (Higgins et al., 2003). La heterogeneidad se evaluó con la prueba de Chi2 para determinar si las diferencias observadas eran compatibles solo con el azar (Deeks & Altman, 2019).

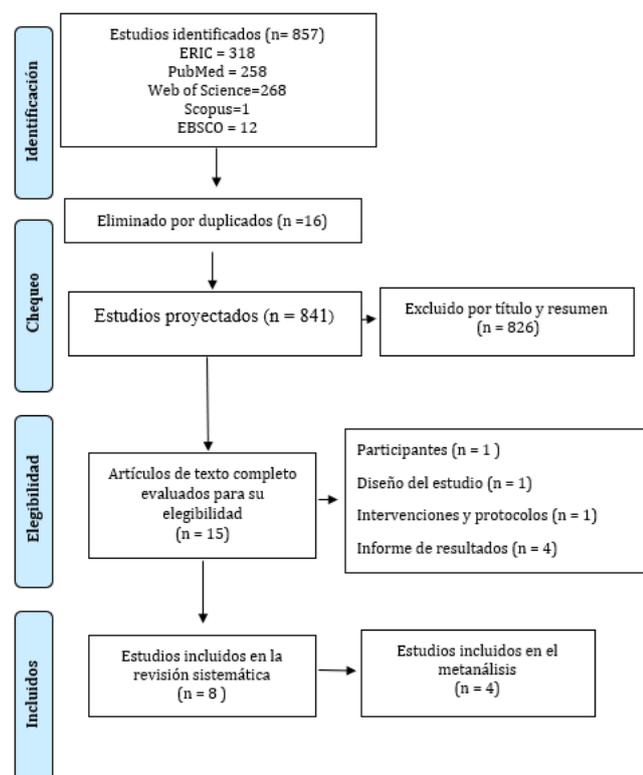
Se propuso el análisis de moderadores de subgrupos asociados con edad cronológica, sexo y duración de la intervención.

El sesgo de publicación se evaluó a partir de la interpretación gráfica Funnel plot. Para el análisis cuantitativo de los datos incluidos en el metaanálisis se utilizó el programa Cochrane Review Manager Software (RevMan versión 5.1, Cochrane IMS, Dinamarca).

Resultados

El diagrama de flujo de la selección del estudio y las razones de exclusión se presentan en la Figura 1. Durante las búsquedas iniciales en la base de datos, se identificaron 857 artículos (318 ERIC, 258 PubMed, 268 Web of Science, 1 Scopus y 12 EBSCO). Después de la exclusión de duplicados y la selección de resúmenes/títulos, 15 artículos fueron elegibles para la evaluación de texto completo. Posteriormente para la revisión, se excluyeron 7 artículos (1 por participantes; 1 por diseño del estudio; 1 por intervenciones o protocolos no detallados; y 4 que no reportaban resultados en rendimiento académico). Finalmente, se incluyeron 8 estudios en esta revisión.

Figura 1. Diagrama de flujo de los estudios que se sometieron al proceso de revisión.



Características de los estudios

De los estudios incluidos, todos incluyeron ambos sexos. Siete estudios fueron hechos en primaria (Ahamed et al., 2007; Murtagh et al., 2022; Reed et al., 2010; Resaland et al., 2018; Tarp et al., 2016; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020) y uno en secundaria (Solberg et al., 2021). 6 estudios informaron el rendimiento académico a partir de pruebas generales estatales (Ahamed et al., 2007; Reed et al., 2010; Resa-

land et al., 2018; Solberg et al., 2021; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020), 5 estudios reportaron resultados en pruebas de lenguaje, matemáticas, inglés, arte o estudios sociales (Ahamed et al., 2007; Murtagh et al., 2022; Reed et al., 2010; Resaland et al., 2018; Solberg et al., 2021) y 3 resultados específicos en pruebas de matemáticas (Tarp et al., 2016; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020). De los estudios incluidos en la revisión, 4 estudios reportaron los resultados de medias y desvío estándar, por lo que fueron incluidos en el análisis cuantitativo (Ahamed et al., 2007; Murtagh et al., 2022; Tarp et al., 2016; Vetter et al., 2020).

Tabla I. Estudios seleccionados de acuerdo con los criterios de selección.

Estudio	Participantes	Intervención	Relación, integración e intensidad	Resultados sobre el rendimiento académico
Ahamed, 2007	143 niños y 144 niñas de cuarto y quinto grado (10.3±0.6 y 10.2±0.6 años)	Ensayo controlado aleatorio grupal de 16 meses. Ocho escuelas fueron asignadas al azar a intervención (INT) o práctica habitual (UP) Los estudiantes estuvieron expuestos a 15 min de actividad física durante todos los días y realizaron una variedad de actividades que incluían saltar, aeróbicos en silla, baile hip hop, circuitos en el patio de recreo y ejercicios de resistencia con bandas de ejercicio.	Baja relación e Variada integración. No se menciona intensidad.	Se utilizó el Canadian Achievement Test (CAT-3) para evaluar el rendimiento académico (TotScore). No hubo diferencias significativas en TotScore entre los grupos durante el seguimiento y entre niños y niñas al inicio y en el seguimiento. Por lo que la intervención es atractiva y factible para aumentar la actividad física de los estudiantes manteniendo los niveles de rendimiento académico.
Murtagh, 2022	859 estudiantes (458 mujeres, 401 hombres) como grupo de intervención (16 y 832 estudiantes (477 clases en total, cuatro en cada nivel mujeres, 355 hombres) de grado) y cuatro escuelas como Primer y cuarto grado grupo de control (16 clases, 4 en cada nivel de grado) 12 colegio de ellas 4 grupo control	Proyecto "Transforming Attitudes, Approaches and Learning Outcomes Across the Middle East (TAALOM)". Ensayo controlado grupo control y grupo de intervención a partir de 12 escuelas primarias. Ocho escuelas como grupo de intervención (16 y 832 estudiantes (477 clases en total, cuatro en cada nivel mujeres, 355 hombres) de grado) y cuatro escuelas como Primer y cuarto grado grupo de control (16 clases, 4 en cada nivel de grado). Se utilizó métodos de aprendizaje basados en el juego a partir de "juego y juegos guiados" para el aprendizaje de las matemáticas en que los docentes utilizaron la estrategia "Reflexionar-Conectar-Aplicar"	Alta relación e integración. No se menciona intensidad.	El grupo de intervención obtuvo puntuaciones más altas en las pruebas que el grupo de control en ambos términos de semestre ($p < 0,01$). Los hallazgos sugieren que los enfoques de aprendizaje basados en el juego pueden mejorar el rendimiento académico.
Reed, 2010	155 estudiantes de edades entre 9 y 11 años.	Ensayo controlado aleatorio, Experimental. (n = 80) y grupo control (n= 75). El grupo experimental integró actividad física como correr, saltar, caminar en su plan de estudios lenguaje, matemáticas y estudios sociales, 30 min al día, 3 días a la semana por 3 meses aproximadamente.	No se señala la relación y con alta integración. No se menciona intensidad.	Los niños del grupo experimental obtuvieron resultados significativamente mejores en la prueba de inteligencia fluida SPM. Los niños del grupo experimental también obtuvieron resultados significativamente mejores en la prueba de rendimiento académico obligatoria del estado de estudios sociales. Los niños del grupo experimental también recibieron puntuaciones más altas en las pruebas de logros en inglés/artes del lenguaje, matemáticas y ciencias, pero no fueron estadísticamente significativas en comparación con los niños del grupo de control
Resaland, 2018		Active Smarter Kids (ASK). Ensayo controlado aleatorio de 57 escuelas primarias. Las 28 escuelas de del grupo de intervención participaron de actividad física por 6 meses, a partir de 90 min/sem de lecciones educativas físicamente activas realizadas principalmente en el patio de la escuela, 5 min/día de descansos de actividad física durante las clases presenciales, tarea de actividad física de 10 min/día.	Alta, media y baja relación con alta integración. Intensidad moderada.	El rendimiento académico en aritmética, lectura e inglés se midió mediante pruebas nacionales estandarizadas de Noruega. Pese a que no se reportan efecto de la intervención sobre el rendimiento académico en los análisis primarios, los análisis de subgrupos revelaron un efecto de intervención favorable para aquellos que obtuvieron los peores resultados al inicio (tercio más bajo) en aritmética ($p < 0,005$) en comparación con los controles.
Solberg, 2021	2036 estudiantes de 13 y 14 años	Treinta escuelas secundarias asignadas al azar en tres grupos: el grupo de aprendizaje físicamente activo (n= 10), el grupo No te	Baja relación e integración. No se menciona intensidad.	El rendimiento académico se midió mediante pruebas nacionales estandarizadas basadas en computadora diseñadas y

		preocupes – Sé feliz (n= 10) o control (n = 10). La dosis objetivo en ambos grupos de intervención fue de 120 min/semana de AF adicional durante el horario escolar. Se realizaron pruebas nacionales estandarizadas de lectura y aritmética al inicio y al final de la intervención.		administradas por la Dirección Noruega de Educación y Capacitación. La prueba de aritmética midió la capacidad de un individuo para comprender números y medidas. La prueba de lectura midió las habilidades básicas de lectura en noruego de un individuo, interpretando y comprendiendo textos, y considerando la forma y el contenido. Se encontramos efectos significativos de la intervención en aritmética y lectura entre los estudiantes en ambas intervenciones en comparación con los controles.
Tarp, 2016	Se consideró que un total de 855 estudiantes de 12 a 14 años.	Ensayo controlado aleatorio grupal de 20 semanas que incluyó siete escuelas de intervención y siete escuelas de control. La intervención se centró en la actividad física durante las materias académicas, el recreo, el transporte escolar y el tiempo libre.	Alta y baja relación con Alta, media y baja integración. No se menciona la intensidad.	Se utilizaron pruebas de matemáticas específicas para cada grado para evaluar el rendimiento académico. La prueba fue creada por un experto en contenido e incluyó contenido como; aritmética, álgebra, resolución de problemas y geometría. No se observaron diferencias significativas en el cambio, al comparar el grupo de intervención con el grupo de control, en los resultados primarios ($p > 0,05$) o en las habilidades matemáticas ($p > 0,05$).
Vetter, 2018	88 estudiantes de cuarto grado (39 mujeres y 49 hombres)	A través de un Ensayo controlado aleatorio programa incorporó habilidades de multiplicación del programa de estudios de matemáticas del estado y habilidades de locomoción descritas en el programa de estudios educación física del estado. La intervención en el aula consistió en una serie de actividades en el aula a partir de juegos de matemáticas. Se desarrollaron tres juegos diferentes utilizando dominó, tablas numéricas y cartones de bingo. Intervención matemática en el aula (control) y el patio de recreo (intervención). Estas sesiones se administraron en 3 días consecutivos (lunes a miércoles) cada semana en un intervalo de tiempo de 20 minutos.	Alta relación e integración. Intensidad Moderada.	Se utilizó para evaluar aritmética general el A-NAPLAN. La mejora en aritmética general fue significativamente mayor en el grupo de intervención que en el grupo control ($p < 0,03$). Los autores concluyen que los paradigmas de aprendizaje físicamente activo pueden contribuir a cumplir con las pautas de actividad física diaria y al mismo tiempo apoyar o incluso impulsar el aprendizaje.
Vetter, 2020	172 estudiantes de tercer año (8,4±0,3 años) de 10 clases en dos escuelas primarias urbanas	A través de un ensayo cruzado controlado aleatorio. Los participantes fueron asignados aleatoriamente a un grupo de aula sentada (Classroom) o lecciones físicamente activas en el patio de recreo (Playground) y pasaron a la condición alternativa en el siguiente período escolar. La intervención de 6 semanas comprendió 3 sesiones de 30 min/semana.	Alta relación e integración. Intensidad Moderada.	Se utilizó para evaluar aritmética general el A-NAPLAN. Las puntuaciones de multiplicación mejoraron significativamente más en los grupos Playground que en Classroom (ES= 0,23; $p = 0,045$), mientras que no se observaron diferencias significativas en la aritmética general (ES= 0,05; $p = 0,66$).

Intervenciones con actividades de “alta relación” con los contenidos de aprendizaje

Respecto a la inclusión de actividad física y movimientos relacionados con los contenidos de aprendizaje, los tres estudios incluidos en esta revisión (Murtagh et al., 2022; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020) integran la actividad física durante al abordaje de los contenidos, es decir, poseen una alta integración. Todos se enfocan el aprendizaje de las matemáticas en grupos entre primer y cuarto grado, siendo el juego integrado la principal estrategia para la incorporación de la actividad física en el aprendizaje.

El estudio de Murtagh et al. (2022), es parte Proyecto “Transforming Attitudes, Approaches and Learning Outcomes Across the Middle East (TAALOM)”, que por medio de un ensayo controlado interviene en 12 escuelas de primarias. Como estrategia de intervención, los métodos de aprendizaje utilizaron se

basan en “juego y juegos guiados” para el aprendizaje de las matemáticas a partir de las estrategias “Reflexionar-Conectar-Aplicar”. Es decir, implica discusiones dentro de las actividades de juego guiado en las que los maestros facilitaron a los niños reflexionar sobre sus experiencias, conectarse esas experiencias a sus conocimientos previos y aplicar sus nuevos aprendizajes a su vida diaria y en su aprendizaje futuro, pero no hacen mención a la intensidad de las actividades.

Por otro lado, los estudios de Vetter et al. (2018) y Vetter et al. (2020), a través de un ensayo cruzado controlado aleatorio, incorporan las actividades de juegos en dos condiciones, aula sentada (Classroom) y lecciones físicamente activas en el patio de recreo (Playground) a partir de 3 sesiones de 30 min/semana durante 6 semanas con actividades de intensidad moderada.

En relación a los resultados de las intervenciones, todas las estrategias utilizadas reportan efectos significativos en el rendimiento en aritmética general y operaciones de multiplicación frente a los respectivos grupos controles, a pesar de implementación de las respectivas intervenciones (Murtagh et al., 2022; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020).

Intervenciones con actividades de “baja relación” con los contenidos de aprendizaje

Respecto a la inclusión de actividad física que no tiene relación con los contenidos de aprendizaje (baja relación), uno de estos estudios integra las actividades en diferentes partes de la sesión e incluso fuera de ella (integración variada) sin mencionar la intensidad de las actividades (Ahamed et al., 2007). El otro estudio (Solberg et al., 2021), evidencia una baja integración, pues incorpora las actividades fuera de la clase.

El estudio de Ahamed et al. (2007) hace mención a un ensayo controlado aleatorio de 16 meses en 8 escuelas con estudiantes de cuarto y quinto grado. Este estudio incluyó para el grupo de intervención, 15 min de actividad física durante todos los días, que incluían saltar, aeróbicos en silla, baile hip hop, circuitos en el patio de recreo y ejercicios de resistencia con bandas de ejercicio. Estas actividades se podían realizar en el aula, en el pasillo o en el patio de la escuela y eran administradas por profesores de la escuela.

Por otro lado, el estudio de Solberg et al. (2021) que incluyó 30 escuelas secundaria asignadas al azar en tres grupos: el grupo de aprendizaje físicamente activo (n= 10), el grupo No te preocupes – Sé feliz (n= 10) y control (n= 10), incorporó una dosis de 120 minutos semanales de actividad física al grupo de intervención, pese a no detallar las actividades incluidas en la intervención.

En cuanto a los resultados reportados en los estudios, en uno de ellos no se reportaron diferencias significativas en el seguimiento de los resultados de la prueba “Canadian Achievement Test (CAT-3)”, en la puntuación de contenido de lenguaje y matemáticas, por lo que la intervención puede ser atractiva y factible para aumentar la actividad física de los estudiantes manteniendo los niveles de rendimiento académico (Ahamed et al., 2007). A su vez, el otro estudio que utilizó pruebas nacionales estandarizadas diseñadas y administradas por la Dirección Noruega de Educación y Capacitación reportó efectos significativos sobre el contenido de aritmética y lectura en los estudiantes del grupo de intervención frente al grupo control (Solberg et al., 2021).

Intervenciones con actividades de relación mixta con los contenidos de aprendizaje

En relación a las intervenciones en que algunas actividades se relacionaban con los contenidos de aprendizaje y otras no (relación mixta), de los 2 estudios incluidos (Resaland et al., 2018; Tarp et al., 2016), uno integraba las actividades durante el abordaje de los contenidos en clase (alta integración) con intensidad moderada (Resaland et al., 2018). El segundo estudio integraba las actividades en cualquier momento de la clase y en actividades fuera de la clase (variada integración), sin mencionar la intensidad de las actividades (Tarp et al., 2016).

El estudio de Resaland et al. (2018) a partir de un ensayo controlado que incluyó 57 escuelas primarias bajo su intervención en el programa “Active Smarter Kids (ASK)” que tiene como estrategia lecciones educativas físicamente activas, donde el contenido curricular que implica resolver problemas o abordar preguntas que incorporan a las actividades físicas en su resolución. Los resultados de este estudio reportan un efecto significativo en la capacidad de aritmética de los niños en el tercil más bajo de rendimiento en aritmética al inicio, concluyendo que este enfoque de aprendizaje puede resultar más atractivo para aquellos niños que presentan rendimientos más bajos en pruebas iniciales.



Por otro lado, Tarp et al. (2016), a partir de un ensayo controlado aleatoria que incluyó siete escuela y 20 semanas de duración, no observaron diferencias significativas al comparar el grupo de intervención con el grupo de control, en las habilidades matemáticas al considerar contenidos de aritmética, álgebra, resolución de problemas y geometría ($p > 0,05$).

De todos los estudios incluidos en esta revisión, sólo uno no señala la relación de las actividades con los contenidos (Reed et al., 2010). Pese a ello, las actividades incorporadas tienen una alta integración, pues se integran durante el abordaje del contenido, sin mencionar la intensidad de las actividades. Este estudio a partir de un ensayo controlado aleatorio, que incluye a 155 estudiantes, integra en su intervención actividad física como correr, saltar y caminar en su plan de estudios lenguaje, matemáticas y estudios sociales, durante 30 min al día, 3 días a la semana por 3 meses aproximadamente.

En cuanto a los resultados de este último (Reed et al., 2010), se reportan puntuaciones más altas en las pruebas de logros en inglés/artes, lenguaje, matemáticas y ciencias, pero no fueron estadísticamente significativas en comparación con los niños del grupo de control.

En cuanto al riesgo de sesgo y la calidad metodológica todos los estudios incluidos, la menor puntuación se registra en los ítems 5, 6 y 7 los que se relación con el conocimiento para no distinguir el grupo control del experimental, ya sea por parte de los encargados de la intervención o de los evaluadores. Pese a esto, de acuerdo con la puntuación total, el riesgo de los estudios fue bajo (Tabla 2).

Tabla 2. Resultados de riesgo de sesgo estimado para los estudios incluidos.

Estudio	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Total
Ahamed, 2007	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Murtagh, 2022	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Reed, 2010	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	7
Resaland, 2018	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	7
Solberg, 2021	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0	7
Tarp, 2016	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	8
Vetter, 2018	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	0	7
Vetter, 2020	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	8

Meta-analysis

Los 4 estudios incluidos en el metaanálisis (Ahamed et al., 2007; Murtagh et al., 2022; Tarp et al., 2016; Vetter et al., 2020) reportaron un ES (efecto medio estandarizado) bajo del aprendizaje basado en movimiento o físicamente activo ES -0.09 [IC del 95%: -0.53 a 0.34], $Z = 0.43$ [$p = 0.67$] a favor de las intervenciones versus grupos controles, observándose una alta heterogeneidad entre los estudios ($I^2 = 96\%$ $p < 0.00$), por lo que estos resultados deben ser observados con cautela. Por la cantidad de estudios incluidos y la alta heterogeneidad, no fue posible el análisis de subgrupos.

Por otro lado, la simetría observada en el gráfico Funnel plot indica que no hay sesgo de publicación significativo.

Figura 1. Forest plop de los efectos de aprendizaje basado en movimiento sobre el rendimiento académico.

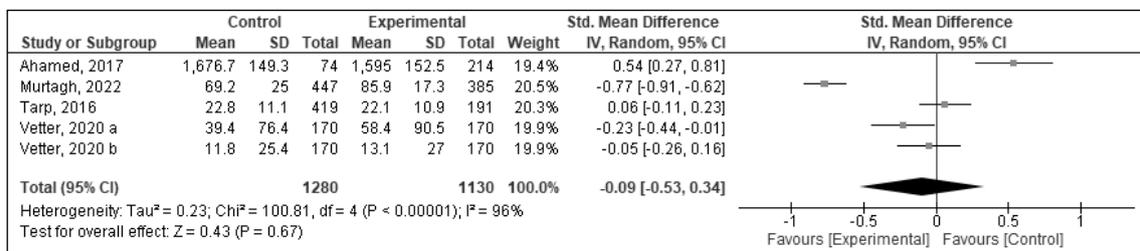
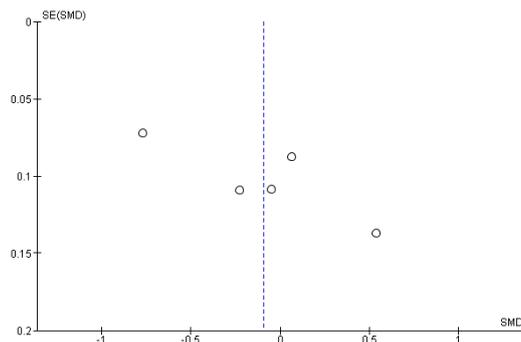


Figura 3. Funnel plop para visualización de la distribución de los estudios orientados al sesgo de publicación a partir de los estimadores del efecto (eje horizontal) y los tamaños de muestra ponderados (eje vertical).



Discusión

El objetivo de esta revisión con metaanálisis fue resumir los efectos de estrategias de aprendizaje basada en movimiento o aprendizaje físicamente activo sobre resultados de aprendizajes o rendimiento académico de estudiantes niños y adolescentes a partir de ensayos controlados.

Desde esta perspectiva, el aprendizaje basado en movimiento ha proporcionado una importante evidencia respecto al tiempo de activo físicamente que tienen los estudiantes dentro del colegio frente a estrategias de enseñanza tradicionales (Arnaiz-Sanchez et al., 2020; Kariippanon et al., 2021; Mavilidi et al., 2019b; Mavilidi et al., 2022; Petrigna et al., 2022; Singh et al., 2019). Esto se vuelve relevante cuando los objetivos de los establecimientos educacionales se orientan a promover estilos de vida saludables y a la formación de estudiantes físicamente activos. Sin embargo, fuera de los beneficios físicos de estas prácticas activas, la evidencia actual y los avances de las neurociencias, permiten visualizar los beneficios que estas prácticas pudiesen tener sobre otros factores determinantes para el rendimiento académico como aspecto de la cognición a partir de función ejecutiva, la atención, la memoria y la velocidad de procesamiento, además aspectos motivacionales y socioemocionales (Ahamed et al., 2007; Li et al., 2017; Singh et al., 2019; Tarp et al., 2016).

Los resultados de esta revisión, no se centran en los factores antes mencionados y que asocian al rendimiento académico, si no que, evidencian los efectos directos sobre resultados de aprendizaje a partir prueban que miden rendimiento académico. Algunos estudios previos, reportan resultados respecto a la aritmética, tablas de multiplicar y competencias de alfabetización, pero no todos los estudios revelan resultados favorables hacia el rendimiento (Kariippanon et al., 2021; Petrigna et al., 2022; Tarp et al., 2016).

De los estudios incluidos en esta revisión, 6 informaron el rendimiento académico a partir de pruebas generales estatales (Ahamed et al., 2007; Reed et al., 2010; Resaland et al., 2018; Solberg et al., 2021; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020), 5 estudios reportaron resultados en pruebas de lenguaje, matemáticas, inglés, arte o estudios sociales (Ahamed et al., 2007; Murtagh et al., 2022; Reed et al., 2010; Resaland et al., 2018; Solberg et al., 2021) y 3 resultados específicos en pruebas de matemáticas (Tarp et al., 2016; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020). Sin embargo, los resultados de este metaanálisis indican un efecto bajo, a favor de las intervenciones que utilizaban aprendizaje basado en movimiento o físicamente frente a grupos controles, por lo que estos resultados deben interpretarse con cautela.

Respecto a la intensidad de las actividades, algunas intervenciones reportan actividad física moderada y vigorosas, determinada a partir del número de pasos, acelerómetro y monitores de frecuencia cardiaca (Bacon & Lord, 2021; Murtagh et al., 2022). Por lo que incorporar la intensidad de las actividades en el ABM es determinantes para comprender el efecto de la actividad física, además de ser un mecanismo de control de los estímulos. En este sentido, de los estudios incluidos en esta revisión, sólo 3 de 8 estudios señalan la intensidad de las actividades (Resaland et al., 2018; Vetter et al., 2018; Vetter et al., 2020) y de ellos, sólo un estudio se incorpora al metaanálisis, lo que refleja que la intensidad en estrategias basadas en movimiento es sólo como un indicador para cuantificar el incremento de actividad física y no como una variable determinante en los resultados asociados al rendimiento académico.

El cuanto al contenido de los movimientos y su relación con las temáticas de aprendizaje (relación), algunos estudios plantean que una alta relación no sería determinante para los efectos sobre el rendimiento académico (Mavilidi et al., 2019b; Mavilidi et al., 2022). Sin embargo, estas conclusiones han sido elaboradas a partir estrategias que combinan una baja relación de los movimientos con una alta integración sobre resultados en la memoria, el control conductual y habilidades académicas, lo que establece como relevante que las estrategias basadas en movimientos deben intentar tener actividades de alta integración si es que se está pensando en resultados de aprendizaje. En el caso de las investigaciones incluidas en este estudio, se evidencian efectos superiores cuando el contenido de los movimientos tiene una alta relación con las temáticas de aprendizaje, y mejor aún, cuando las intervenciones presentan una alta integración.

Aprender un contenido en movimiento y no sentado genera efecto positivo, que mantiene el compromiso, la motivación y proporcionan un valor agregado al aprendizaje, esto independiente de la relación de los movimientos para el contenido del aprendizaje académico (Lamb et al., 2021; Lonsdale et al., 2013; Rosenkranz et al., 2012). Por ello, es importante destacar que, pese a que algunos estudios no reportan mejoras significativas en el rendimiento académico, este tampoco se ve afectado negativamente (Tarp et al., 2016), por lo que sigue siendo una estrategia posible de implementación.

Finalmente, respecto a la literatura asociada a la temática, creemos necesario que los estudios que abordan el efecto del ABM sobre el rendimiento académico diferencien sus resultados sobre el rendimiento académico como producto, factores asociados a rendimiento académico o sobre resultados de aprendizaje, puesto que fue común observar en esta revisión, estudios orientados al rendimiento académico pero que no guardan relación con los resultados de aprendizaje (Ahamed et al., 2007; Solberg et al., 2021). Si bien, este estudio se centró en ensayos controlados aleatorios, que son menos comunes en el contexto escolar, debido a los altos costos y a las medidas estrictas para garantizar el cumplimiento de los protocolos, llama profundamente la atención que la mayor parte de la literatura revisada se publique en revistas de salud, ciencias de la actividad física o ciencias del deporte, y no en revistas del ámbito educativo.

Aplicaciones Prácticas

Las estrategias de aprendizaje basadas en movimiento o también conocidas como aprendizaje físicamente activo, muestran ser favorables en el logro de resultados de aprendizajes en temáticas de lenguaje, matemáticas e idiomas, además de favorecer a factores asociados al rendimiento académico. Por ello, profesores que se desempeñen en diferentes disciplinas pueden implementar estas estrategias en sus estudiantes, las que también muestran ser altamente motivadoras y bien recibida por los estudiantes. Es posible su integración en forma de juegos, en forma de patrones motores fundamentales, en forma de danza, cantando, dentro y fuera de la clase, además de ser posible de integran en cualquier momento de la clase, sin descuidar el abordaje de los correspondientes contenidos curriculares o programas de estudios.

Conclusiones

El ABM genera efectos positivos sobre diferentes resultados de aprendizajes, evidenciado a partir del rendimiento académico, al tratar contenidos que son parte del curriculum escolar, es relevante considerar los contenidos de los movimientos y su relación con los contenidos temáticos del plan de estudio. También se debe tener presente el momento en el cual se integran estas estrategias, pues se pueden evidenciar en el colegio fuera de la clase o también en cualquier momento dentro de la clase, ya sea en forma de juegos, ejercicios o danza.

Pese a que los estudios consultados no presentan una definición conceptual y clara del aprendizaje basado en movimiento, creemos necesario precisar su conceptualización y estructura metodológica a fin de poder profundizar en esta temática de investigación. Por ello, a fin de orientar los principios, métodos y fines el aprendizaje basado en movimiento constituye un conjunto de estrategias que, por medio de la actividad física, las actividades motrices o sensoriomotoras pretende el logro de cualquier tipo de aprendizaje, ya sea motoras, cognitivas o socioemocionales y que en el ámbito educativo favorecen a resultados de aprendizajes. El ABM puede integrarse en cualquier momento de la clase o fuera de ella, y el contenido de las actividades motoras puede tener o no relación con el contenido de temáticos de la clase,



por lo que todas actividades motrices o de actividad física implicadas deben poseer una finalidad y una intensidad claramente definida.

Agradecimientos

A la Vicerrectoría de Investigación y Posgrado de la UCT por el apoyo a Grupos de Investigación con el fin de potenciar y fortalecer el trabajo de equipos o grupos de investigación al interior de la Universidad Católica de Temuco.

Financiación

Vicerrectoría de Investigación y Posgrado de la UCT a partir del proyecto neurociencias, movimiento y aprendizaje 2024GI-OC-02.

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 & Science in Sports & Exercise*, 39(2), 371-376. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000241654.45500.8e>
- Ahmed, A. A. A., Ampry, E. S., Komariah, A., Hassan, I., Thahir, I., Hussein Ali, M., . . . Zafarani, P. (2022). Investigating the Effect of Using Game-Based Learning on EFL Learners' Motivation and Anxiety. *Education Research International*, 2022, 6503139. <https://doi.org/10.1155/2022/6503139>
- Albaladejo-García, C., García-Aguilar, F., & Moreno, F. J. (2023). The role of inhibitory control in sport performance: Systematic review and meta-analysis in stop-signal paradigm. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 147, 105108. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105108>
- Almonacid-Fierro, A., Urrutia, J. M., Sepulveda-Vallejos, S., & Valdebenito, K. (2021). Social representations of physical education teachers concerning the game: a qualitative study in Chile. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 25(6), 373-381. <https://doi.org/10.15561/26649837.2021.0606>
- Andreu, J. M. P. (2023). Meta-analysis about gamified learning experience in Physical Education. *Revista Complutense de Educacion*, 34(1), 179-190. <https://doi.org/10.5209/rced.77254>
- Anzeneder, S., Zehnder, C., Martin-Niedecken, A. L., Schmidt, M., & Benzing, V. (2023). Acute exercise and children's cognitive functioning: What is the optimal dose of cognitive challenge? *Psychology of Sport and Exercise*, 66, 102404. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102404>
- Arnaiz-Sanchez, P., de Haro, R., Alcaraz, S., & Ruiz, A. B. M. (2020). Schools That Promote the Improvement of Academic Performance and the Success of All Students. *Frontiers in Psychology*, 10, 8, 2920. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02920>
- Bacon, P., & Lord, R. N. (2021). The impact of physically active learning during the school day on children's physical activity levels, time on task and learning behaviours and academic outcomes. *Health Education Research*, 36(3), 362-373. <https://doi.org/10.1093/her/cyab020>
- Bedard, C., Bremer, E., & Cairney, J. (2020). Evaluation of the Move 2 Learn program, a community-based movement and pre-literacy intervention for young children. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 25(1), 101-117. <https://doi.org/10.1080/17408989.2019.1690645>
- Bracho-Amador, C. M., Granero-Gallegos, A., Baena-Extremuera, A., & López-García, G. D. (2023). The Effect of the Motivational Climate on Satisfaction with Physical Education in Secondary School Education: Mediation of Teacher Strategies in Maintaining Discipline. *Behavioral Sciences*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/bs13020178>
- Breien, F., Wasson, B., Greiff, S., & Hauan, N. P. (2022). The eLuna mixed-reality visual language for co-design of narrative game-based learning trails. *Frontiers in Education*, 7, 1061640 <https://doi.org/10.3389/educ.2022.1061640>
- Brezovszky, B., McMullen, J., Veermans, K., Hannula-Sormunen, M. M., Rodríguez-Aflecht, G., Pongsakdi, N., Lookkonen, E., & Lehtinen, E. (2019). Effects of a mathematics game-based learning environment on primary school students' adaptive number knowledge. *Computers and Education*, 128, 63-74. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.011>

- Camacho-Sánchez, R., Rillo-Albert, A., & Lavega-Burgués, P. (2022). Gamified Digital Game-Based Learning as a Pedagogical Strategy: Student Academic Performance and Motivation. *Applied Sciences (Switzerland)*, *12*(21), 11214. <https://doi.org/10.3390/app122111214>
- Castillo-Retamal, F., Almonacid-Fierro, A., Castillo-Retamal, M., & Bássoli de Oliveira, A. A. (2020). Formación de profesores de Educación Física en Chile: una mirada histórica (Physical Education teacher training in Chile: a historical view). *Retos*, *38*, 317–324. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.73304>
- Chen, C., & Nakagawa, S. (2023). Physical activity for cognitive health promotion: An overview of the underlying neurobiological mechanisms. *Ageing Research Reviews*, *86*, 101868. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.101868>
- Cheng, M. T., Huang, W. Y., & Hsu, M. E. (2020). Does emotion matter? An investigation into the relationship between emotions and science learning outcomes in a game-based learning environment. *British Journal of Educational Technology*, *51*(6), 2233-2251. <https://doi.org/10.1111/bjet.12896>
- Chiu, Y. H., Kao, C. W., & Reynolds, B. L. (2012). The relative effectiveness of digital game-based learning types in English as a foreign language setting: A meta-analysis. *British Journal of Educational Technology*, *43*(4), E104-E107. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01295.x>
- Chou, C. C., Kao, S. C., Pan, C. C., McCullick, B., Fu, H. L., & Wang, C. H. (2023). Cognitively engaging movement games improve interference control and academic performance in overweight children: A randomized control trial. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, *33*(4), 521-534. <https://doi.org/10.1111/sms.14264>
- de Bruijn, A. G. M., Meijer, A., Königs, M., Oosterlaan, J., Smith, J., & Hartman, E. (2023). The mediating role of neurocognitive functions in the relation between physical competencies and academic achievement of primary school children. *Psychology of Sport and Exercise*, *66*, 102390. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102390>
- Deeks J., H. J., Altman DG. (2019). Análisis de datos y realización de metanálisis. En JPT Higgins, J. Chandler, M. Cumpston, T. Li, M. Page y V. Welch (Eds.). *Manual Cochrane para revisiones sistemáticas de intervenciones versión 6*. Cochrane. https://training.cochrane.org/handbook/current/chapter-10#_Ref180060313
- Flores Ferro, E., Maureira Cid, F., Silva Salse, Á., Muñoz Lara, M., Matheu Pérez, A., Navarro Aburto, B., Bahamondes Acevedo, V., Hadweh Briceño, M., Hurtado Almonacid, J., Valdés Montecinos, M., Aedo Muñoz, E., Peña Troncoso, S., Serey Araneda, D., Zavala Crichton, J. P., Maureira Sánchez, J., Brevis Yeber, M., & Valero Catalán, M. (2020). Percepciones institucionales de los estudiantes de Pedagogía en Educación Física de Chile (Institutional perceptions of Physical Education Pedagogy students from Chile). *Retos*, *38*, 312–316. <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.76710>
- Flandez, J., Vargas, R., Gonzalez, M., Aguilar, J., Arismendi, A., Gene-Morales, J., Jueas, A., Colado, J. C. (2021). The importance of physical education and health to be a core subject: Arguments and postures concerning the curricular modifications in Chile. *Journal of Human Sport and Exercise*, *16*, S2031-S2041. <https://doi.org/10.14198/jhse.2021.16.Proc4.50>
- Gürdere, C., Strobach, T., Pastore, M., & Pfeffer, I. (2023). Do executive functions predict physical activity behavior? A meta-analysis. *BMC Psychology*, *11*(1), 33. <https://doi.org/10.1186/s40359-023-01067-9>
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (2014). *Statistical methods for meta-analysis*. Academic press.
- Hernandez-Rubio, J. A., Garcia-Martinez, S., Olaya-Cuartero, J., & Ferriz-Valero, A. (2023). Acropoly: a proposal of game-based learning on physical education for better motivation and academic performance. *Journal of Sport and Health Research*, *15*(1), 151-166. <https://doi.org/10.58727/jshr.88813>
- Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *British Medical Journal*, *327*(7414), 557-560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Hopkins, W. G., Marshall, S. W., Batterham, A. M., & Hanin, J. (2009). Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, *41*(1), 3-13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31818cb278>
- Huoponen, A. (2023). From concern to behavior: barriers and enablers of adolescents' pro-environmental behavior in a school context. *Environmental Education Research*, *30*(5), 677–699. <https://doi.org/10.1080/13504622.2023.2180374>



- Kaldarova, B., Omarov, B., Zhaidakbayeva, L., Tursynbayev, A., Beissenova, G., Kurmanbayev, B., & Anarbayev, A. (2023). Applying game-based learning to a primary school class in computer science terminology learning. *Frontiers in Education*, 8, 1100275. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1100275>
- Kariippanon, K. E., Cliff, D. P., Ellis, Y. G., Ucci, M., Okely, A. D., & Parrish, A. M. (2021). School Flexible Learning Spaces, Student Movement Behavior and Educational Outcomes among Adolescents: A Mixed-Methods Systematic Review. *Journal of School Health*, 91(2), 133-145. <https://doi.org/10.1111/josh.12984>
- Ke, F., & M. Clark, K. (2020). Game-Based Multimodal Representations and Mathematical Problem Solving. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 18(1), 103-122. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9938-3>
- Kim, H., & Ke, F. F. (2017). Effects of game-based learning in an OpenSim-supported virtual environment on mathematical performance. *Interactive Learning Environments*, 25(4), 543-557. <https://doi.org/10.1080/10494820.2016.1167744>
- Oskar Ku, Sherry Y. Chen, Denise H. Wu, Andrew C. C. Lao, & Tak-Wai Chan. (2014). The Effects of Game-Based Learning on Mathematical Confidence and Performance: High Ability vs. Low Ability. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(3), 65-78. <http://www.jstor.org/stable/jeductech-soci.17.3.65>
- Lamb, C. A., Teraoka, E., Oliver, K. L., & Kirk, D. (2021). Pupils' Motivational and Emotional Responses to Pedagogies of Affect in Physical Education in Scottish Secondary Schools. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(10), 5183. <https://doi.org/10.3390/ijerph18105183>
- Li, J. W., O'Connor, H., O'Dwyer, N., & Orr, R. (2017). The effect of acute and chronic exercise on cognitive function and academic performance in adolescents: A systematic review. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 20(9), 841-848. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2016.11.025>
- Lin, C. J., Hwang, G. J., Fu, Q. K., & Cao, Y. H. (2020). Facilitating EFL students' English grammar learning performance and behaviors: A contextual gaming approach. *Computers and Education*, 152, 103876. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103876>
- Lonsdale, C., Rosenkranz, R. R., Sanders, T., Peralta, L. R., Bennie, A., Jackson, B., Taylor, I., Lubans, D. R. (2013). A cluster randomized controlled trial of strategies to increase adolescents' physical activity and motivation in physical education: results of the Motivating Active Learning in Physical Education (MALP) trial. *Preventive Medicine*, 57(5), 696-702. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2013.09.003>
- Lopez-Fernandez, D., Gordillo, A., Perez, J., & Tovar, E. (2021). Learning and Motivational Impact of Game-Based Learning: Comparing Face-to-Face and Online Formats on Computer Science Education. *Ieee Transactions on Education* 66, (4), 360-368. <https://doi.org/10.1109/te.2023.3241099>
- Lu, Y., & Zhao, M. (2023). Adherence to 24-h movement guidelines and cognitive difficulties in adolescents. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 51. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2023.101744>
- Maher, C. G., Sherrington, C., Herbert, R. D., Moseley, A. M., & Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical therapy*, 83(8), 713-721. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12882612/>
- Mavilidi, M. F., Lubans, D. R., Morgan, P. J., Miller, A., Eather, N., Karayanidis, F., Lonsdale, C., Noetel, M., Shaw, K., Riley, N. (2019). Integrating physical activity into the primary school curriculum: Rationale and study protocol for the "Thinking while Moving in English" cluster randomized controlled trial. *BMC Public Health*, 19(1), 379. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6635-2>
- Mavilidi, M. F., Pesce, C., Benzing, V., Schmidt, M., Paas, F., Okely, A. D., & Vazou, S. (2022). Meta-analysis of movement-based interventions to aid academic and behavioral outcomes: A taxonomy of relevance and integration. *Educational Research Review*, 37, 18. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100478>
- Meyer, K. (2023). Moral Education Through the Fostering of Reasoning Skills. *Ethical Theory and Moral Practice*, 27, 41-55. <https://doi.org/10.1007/s10677-023-10367-3>
- Mujica Johnson, F., Santander Reveco, I., Uribe Uribe, N., Gajardo Cáceres, P., Carreño Godoy, N., & Russell Guzmán, J. (2022). Aprendizaje en Educación Física y Salud en Chile: estudio cualitativo del



- currículum de 7° básico a 2° medio (Learning in Physical Education and Health in Chile: a qualitative study of the curriculum from 7th grade to 2nd grade). *Retos*, 46, 843-851. <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94801>
- Mujica, F. N. (2022). Análisis filosófico sobre el currículum de Educación Física en Chile (Philosophical analysis of the Physical Education curriculum in Chile). *Retos*, 44, 605-614. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.90836>
- Murtagh, E. M., Sawalma, J., & Martin, R. (2022). Playful maths! The influence of play-based learning on academic performance of Palestinian primary school children. *Educational Research for Policy and Practice*, 21(3), 407-426. <https://doi.org/10.1007/s10671-022-09312-5>
- Padial-Ruz, R., García-Molina, R., González Valero, G., & Ubago-Jiménez, J. L. (2022). Actividad física y movimiento integrados en la enseñanza de una segunda lengua desde una edad temprana: una revisión sistemática (Physical activity and movement integrated into the second language teaching from an early age: a systematic review). *Retos*, 44, 876-888. <https://doi.org/10.47197/retos.v44i0.91506>
- Page, D. T., Hanrahan, S., & Buckley, L. (2023). Real-world trial of positive youth development program ?LifeMatters? with South African adolescents in a low-resource setting. *Children and Youth Services Review*, 146, 10, 106818. <https://doi.org/10.1016/j.chilyouth.2023.106818>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J., Akl, E., Brennan, S., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J., Hro'bjartsson, A., Lalu, M., Li, T., Loder, E., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L., Stewart, L., Thomas, J., Tricco, A., Welch, V., Whiting, P., & Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2021.07.010>
- Perez, M. E. D., Duque, A. P. G., & Garcia, L. C. F. (2018). Game-Based Learning: Increasing the Logical-Mathematical, Naturalistic, and Linguistic Learning Levels of Primary School Students. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 7(1), 31-39. <https://doi.org/10.7821/naer.2018.1.248>
- Petrigna, L., Thomas, E., Brusa, J., Rizzo, F., Scardina, A., Galassi, C., ... Bellafiore, M. (2022). Does Learning Through Movement Improve Academic Performance in Primary Schoolchildren? A Systematic Review. *Frontiers in Pediatrics*, 10, 13, 841582. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.841582>
- Reed, J. A., Einstein, G., Hahn, E., Hooker, S. P., Gross, V. P., & Kravitz, J. (2010). Examining the impact of integrating physical activity on fluid intelligence and academic performance in an elementary school setting: a preliminary investigation. *Journal of the International Society for Physical Activity and Health*, 7(3), 343-351. <https://doi.org/10.1123/jpah.7.3.343>
- Resaland, G. K., Moe, V. F., Bartholomew, J. B., Andersen, L. B., McKay, H. A., Anderssen, S. A., & Aadland, E. (2018). Gender-specific effects of physical activity on children's academic performance: The Active Smarter Kids cluster randomized controlled trial. *Preventive Medicine*, 106, 171-176. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2017.10.034>
- Rosenkranz, R. R., Lubans, D. R., Peralta, L. R., Bennie, A., Sanders, T., & Lonsdale, C. (2012). A cluster-randomized controlled trial of strategies to increase adolescents' physical activity and motivation during physical education lessons: the Motivating Active Learning in Physical Education (MALP) trial. *BMC Public Health*, 12, 834. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-12-834>
- Saluja, A. (2023). Education for social justice: A critique of national education policies of India. *Policy Futures in Education*, 21(2), 136-144. <https://doi.org/10.1177/14782103221089474>
- Santayana de Souza, M., Nobre, G. C., & Valentini, N. C. (2023). Effect of a motor skill-based intervention in the relationship of individual and contextual factors in children with and without Developmental Coordination Disorder from low-income families. *Psychology of Sport and Exercise*, 67, 102406. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102406>
- Santos, C. M. D. C., Pimenta, C. A. D. M., & Nobre, M. R. C. (2007). Estrategia PICO para la construcción de la pregunta de investigación y la búsqueda de evidencias. *Revista latino-americana de enfermería*, 15, 508-511. <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023>
- Schäfer, A., Holz, J., Leonhardt, T., Schroeder, U., Brauner, P., & Ziefle, M. (2013). From boring to scoring - a collaborative serious game for learning and practicing mathematical logic for computer science education. *Computer Science Education*, 23 (2), 87-111. <https://doi.org/10.1080/08993408.2013.778040>



- Schirmer, T., Bailey, A., Kerr, N., Walton, A., Ferrington, L., & Cecilio, M. E. (2023). Start small and let it build; a mixed-method evaluation of a school-based physical activity program, Kilometre Club. *BMC Public Health*, *23*(1), 137. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14927-7>
- Schulte, M. H. J., Kaag, A. M., Boendermaker, W. J., van den Brink, W., Goudriaan, A. E., & Wiers, R. W. (2019). The effect of N-acetylcysteine and working memory training on neural mechanisms of working memory and cue reactivity in regular cocaine users. *Psychiatry Research: Neuroimaging*, *287*, 56-59. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2019.03.011>
- Singh, A. S., Saliassi, E., van den Berg, V., Uijtdewilligen, L., de Groot, R. H. M., Jolles, J., Andersen, L., Bailey, R., Chang, Y., Diamond, A., Ericsson, I., Etnier, J., Fedewa, A., Hillman, C., McMorris, T., Pesce, C., Pühse, U., Tomporowski, P., & Chinapaw, M. J. M. (2019). Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel. *British Journal of Sports Medicine*, *53*(10), 640-647. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2017-098136>
- Solberg, R. B., Steene-Johannessen, J., Anderssen, S. A., Ekelund, U., Säfvenbom, R., Haugen, T., Berntesen, S., Åvitsland, A., Lerum, Ø., Resaland, G., & 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), 871. <https://doi.org/10.1186/s12889-021-10901-x>
- Song, H., Wang, J. J., Zhang, B., Shi, L., & Lau, P. W. C. (2023). Do acute and chronic physical activity interventions affect the cognitive function of preschool children? A meta-analysis. *Psychology of Sport and Exercise*, *67*, 102419. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2023.102419>
- Spooner, R. K., & Wilson, T. W. (2023). Spectral specificity of gamma-frequency transcranial alternating current stimulation over motor cortex during sequential movements. *Cerebral Cortex*, *33*(9), 5347-5360. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhac423>
- Su, W. C., Culotta, M., Mueller, J., Tsuzuki, D., Pelphrey, K., & Bhat, A. (2020). Differences in cortical activation patterns during action observation, action execution, and interpersonal synchrony between children with or without autism spectrum disorder (ASD): An fNIRS pilot study. *PloS one*, *15*(10), e0240301. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0240301>
- Sulaiman, N. S. B., Bin Sulaiman, H. A., Zulkifli, N., & Kadir, T. (2023). MMZ: A Study on the Implementation of Mathematical Game-based Learning Tool. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, *14*(1), 218-224. <http://dx.doi.org/10.14569/IJACSA.2023.0140125>
- Tarp, J., Domazet, S. L., Froberg, K., Hillman, C. H., Andersen, L. B., & Bugge, A. (2016). Effectiveness of a School-Based Physical Activity Intervention on Cognitive Performance in Danish Adolescents: LCoMotion-Learning, Cognition and Motion - A Cluster Randomized Controlled Trial. *Plos One*, *11*(6), e0158087. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0158087>
- Teraoka, E., Ferreira, H. J., Kirk, D., & Bardid, F. (2021). Affective Learning in Physical Education: A Systematic Review. *Journal of Teaching in Physical Education*, *40*(3), 460-473. <https://doi.org/10.1123/jtpe.2019-0164>
- Teslo, S., Thurston, M., Lerum, Ø., Brekke Mandelid, M., Sørnes Jenssen, 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*, 104113. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2023.104113>
- Tommiska, V., Lano, A., Kleemola, P., Klenberg, L., Lehtonen, L., Lopponen, T., Polsen, P., Tammela, O., Fellman, V., & Finnish, E. C. S. G. (2020). Analysis of neurodevelopmental outcomes of preadolescents born with extremely low weight revealed impairments in multiple developmental domains despite absence of cognitive impairment. *Health Science Reports*, *3*(3), 10, e180. <https://doi.org/10.1002/hsr2.180>
- Vetter, M., O'Connor, H., O'Dwyer, N., & Orr, R. (2018). Learning "Math on the Move": Effectiveness of a Combined Numeracy and Physical Activity Program for Primary School Children. *Journal of the International Society for Physical Activity and Health*, *15*(7), 492-498. <https://doi.org/10.1123/jpah.2017-0234>
- Vetter, M., O'Connor, H. T., O'Dwyer, N., Chau, J., & Orr, R. (2020). 'Maths on the move': Effectiveness of physically-active lessons for learning maths and increasing physical activity in primary school students. *Journal of science and medicine in sport*, *23*(8), 735-739. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.12.019>

- Viñuela, Y., & de Caso Fuertes, A. M. (2023). Improving motivation in pre-school education through the use of project-based learning and cooperative learning. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1094004>
- Wang, J., & Song, B. (2023). Impacts of Mobile-Game-Based Collaborative Prewriting on EFL Students' Individual Writing in Student-Centered Class Context. *Asia-Pacific Education Researcher*, 32(2), 227-238. <https://doi.org/10.1007/s40299-022-00645-6>
- Zabala-Vargas, S., Garcia-Mora, L., Arciniegas-Hernandez, E., Reina-Medrano, J., de Benito-Crosetti, B., & Darder-Mesquida, A. (2021). Strengthening Motivation in the Mathematical Engineering Teaching Processes - A Proposal from Gamification and Game-Based Learning. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 4-19. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.16163>

Datos de los/as autores/as y traductor/a:

Alexis Caniuqueo-Vargas	acaniuqueo@uct.cl	Autor
María Victoria Díaz-Franco	maría.díaz@uautonoma.cl	Autora
Patricio Lagos Rebolledo	plagos@uct.cl	Autor
Rodrigo Ojeda Nahuelcura	rojeda@uct.cl	Autor
Omar Aravena Kenigs	oaravena@uct.cl	Autor
Paula Alamos Vásquez	palamos@uct.cl	Autora
Claudio Hernández Mosqueira	chernandez@ubiobio.cl	Autor