

RELIGACIÓN

R E V I S T A

Impacto de la práctica regular de actividad física en las funciones ejecutivas y el aprendizaje académico en estudiantes de educación básica

Impact of regular physical activity on executive functions and academic learning in elementary school students

Andrés Santiago Muñoz Pinto, Nancy Marcela Cárdenas Cordero

Resumen

La inactividad física en adolescente bloquea radicalmente los estímulos neurobiológicos esenciales para el desarrollo cognitivo. Frente a esta problemática, la presente investigación tuvo como objetivo analizar el impacto de la actividad física regular sobre las funciones ejecutivas y el aprendizaje académico de estudiantes de Educación General Básica (octavo, noveno y décimo año). Evaluamos a 85 estudiantes a través de un diseño cuasiexperimental intra – sujeto de medidas repetidas. La participación de ocho semanas, planteados en los principios de FITT, priorizó exigencias cardiovasculares moderadas a vigorosas ligadas a tareas de demanda cognitiva dual. En tanto, el perfil neuropsicológico se midió con pruebas estandarizadas (TMT, WISC-V y Stroop), el rendimiento se cuantificó a través de las calificaciones de las materias troncales. El análisis de los datos indicó tamaños de efecto amplios en la reducción del costo cognitivo y la optimización del control inhibitorio. Si bien el desempeño académico general no varió de forma inmediata y la memoria de trabajo mostró incrementos leves, se identificó interacción discrepante según el año escolar. Concretamente, los estudiantes de octavo año utilizaron la ganancia ejecutiva para amortiguar el estrés de la tracción curricular; por el contrario, los niveles superiores enfocaron esta mejora específicamente en sus promedios académicos. En definitiva, la regulación motriz planificada actúa como un promotor directo del desarrollo prefrontal. Estos resultados respaldan la viabilidad del modelo neuro motriz FITT – Ejecutivo para agrupar el sustrato fisiológico con el rigor académico.

Palabras clave: actividad física; funciones ejecutivas; adolescentes; rendimiento académico; educación básica

Andrés Santiago Muñoz Pinto

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | andres.munoz.22@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0002-8561-154X>

Nancy Marcela Cárdenas Cordero

Universidad Católica de Cuenca | Cuenca | Ecuador | ncardenas@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0003-7234-9308>

<http://doi.org/10.46652/rgn.v11i51.1672>
ISSN 2477-9083
Vol. 11 No. 51, julio-septiembre, 2026, e2601672
Quito, Ecuador

Enviado: enero 30, 2026
Aceptado: marzo 12, 2026
Publicado: abril 21, 2026
Publicación Continua



Abstract

Physical inactivity in adolescents radically blocks the neurobiological stimuli essential for cognitive development. Given this issue, the present study aimed to analyze the impact of regular physical activity on the executive functions and academic learning of middle school students (eighth, ninth, and tenth grades). We evaluated 85 students using a quantitative, quasi-experimental, intra-subject repeated-measures design. The eight-week intervention, grounded in FITT principles, prioritized moderate-to-vigorous cardiovascular demands coupled with dual-task cognitive demands. While the neuropsychological profile was assessed using standardized tests (TMT, WISC-V, and Stroop), academic performance was quantified through grades in core subjects. Data analysis indicated large effect sizes in the reduction of cognitive cost and the optimization of inhibitory control. Although overall academic performance did not change immediately and working memory showed only slight increases, a divergent interaction was identified according to school grade. Specifically, eighth-grade students utilized the executive gain to buffer the stress of the curricular transition; conversely, upper-grade students directed this improvement specifically toward their academic averages. Ultimately, planned motor regulation acts as a direct promoter of prefrontal development. These findings support the viability of the FITT-Executive Neuromotor Model to integrate the physiological substrate with academic rigor.

Keywords: physical activity; executive functions; adolescents; academic achievement; basic education

Introducción

Durante la etapa de la adolescencia, un estado crítico durante el desarrollo ontogenético humano, la plasticidad neuronal se eleva en su punto más alto, en este periodo, las experiencias ambientales forman ciertos enlaces sinápticos que en la etapa adulta sostendrán las capacidades cognitivas (Li et al., 2025). Según manifiesta Posso et al. (2023), la maduración de áreas prefrontales del cerebro está determinado en gran medida por las rutinas de vida, así como su entorno de la escuela.

Aun así, de manera frecuente la educación tradicional no ha considerado de manera significativa como los factores fisiológicos influyen en el desarrollo cerebral. Siendo la dinámica neurobiológica de los niños es de menor relevancia sobre la transmisión del contenido pasivo y estático (Haverkamp et al., 2024; Tocto, 2019). Esta desvinculación educativa omite que el sustrato biológico en el proceso de aprendizaje complejo es el sustento más determinante.

En el presente, es evidente una drástica disminución del movimiento corporal entre los jóvenes, enmarcado en un cambio de los estilos de vida. La era tecnológica actual, omnipresente en el uso de dispositivos electrónicos ligados a hábitos sedentarios, ha marginado considerablemente los pasatiempos recreativos y al deporte activo (Strain et al., 2024). Este modelo de vida genera consecuencias perjudiciales más allá de la salud de nuestro sistema cardiovascular y metabólico, limitando estímulos neurobiológicos cerebrales.

Por lo tanto, la falta de actividad física está considerado como un factor de riesgo que dificulta el desarrollo del potencial cognitivo de los jóvenes en las próximas etapas fundamentales (World Health Organization [WHO], 2022). A nivel mundial, los datos demandan estrategias inmediatas por parte de organismos de salud y educación. Estudios investigativos actuales, comparten cifras donde más del 80% de jóvenes adolescentes no practica las recomendaciones de actividad física mínimamente requeridas (Strain et al., 2024).

A nivel regional, Latinoamérica se ubica en un punto particular de vulnerabilidad respecto a esta epidemia de inactividad. Las complicaciones socioeconómicas sumado a la escasa infraestructura escolar-deportiva, restringe más las opciones de realizar actividades recreativas y físicas en espacios seguros y adecuados. Esta carencia de movilidad impacta de manera significativa en el entorno educativo, donde los alumnos están la mayor parte de su jornada en postura sedente mantenida.

A fin de contrarrestar esto, la OMS, recomienda un promedio de 60 minutos diarios de actividad física con una intensidad moderada a vigorosa (WHO, 2022). Sin embargo, entre la realidad diaria de las unidades educativas y las directrices de la OMS existe una profunda desconexión. Frecuentemente, la asignatura de Educación Física se ve reducido en tiempo de clases, frente a las demás materias consideradas netamente “académicas” (Latino & Tafuri, 2023).

Desde el punto de vista neurocientífico, la función cerebral es potentemente estimulado a través de la actividad física. El factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF), es responsable de impulsar la angiogénesis y la neurogénesis en la corteza prefrontal y el hipocampo (Ciria et al., 2024). Estos cambios estructurales contribuyen a la optimización eficaz de las redes neuronales y mejoran la transmisión sináptica durante el aprendizaje, lo cual nos da un indicador de que el sustrato fisiológico es principalmente del movimiento, y más no compite con la cognición (Li et al., 2025).

Como consecuencia directa de estos beneficios neurobiológicos, las funciones Ejecutivas (FE) figuran un lugar principal dentro de las capacidades cognitivas de los alumnos. Estas funciones actúan como un sistema para controlar múltiples tareas a la vez, planificar acciones enfocadas a metas puntuales en el aula, retener instrucciones complejas, dirigir la atención (Zhu et al., 2025).

De manera particular en alumnos de Educación General Básica, el progreso máximo de estas funciones ejecutivas es el indicador más relevante del aprendizaje académico. En este periodo de transición educativa, el nivel curricular se eleva, exigiendo flexibilidad cognitiva y mayor control inhibitorio para solucionar problemas lógicos y relacionar conceptos abstractos esenciales para el rendimiento académico.

El problema de la investigación radica en que, pese a la evidente unión neurobiológica entre la cognición y el movimiento, la red educativa vigente sigue gestionando el sedentarismo como una norma inofensiva. Se presenta un desconocimiento sobre como la inclusión y la privación de estímulos motores consecutivos impacta de manera cuantificable y directa en el rendimiento escolar de los estudiantes de octavo a décimo año de EGB.

En base a lo expuesto, la presente investigación plantea el objetivo principal: **Analizar el impacto de la práctica regular de actividad física sobre las funciones ejecutivas y el aprendizaje académico en estudiantes de octavo a décimo año de Educación General Básica**, proporcionando evidencia que fundamente la integración curricular del movimiento como estrategia pedagógica.

Marco teórico

El ejercicio físico regular como modulador Neurobiológico

El ejercicio físico se considera dentro de estudios científicos contemporáneos como un instrumento pedagógico fundamental en el proceso del desarrollo del cerebro adolescente, trascendiendo como un factor esencial en la salud metabólica. Durante esta etapa, el cerebro percibe una mielinización acelerada de la corteza prefrontal y una poda sináptica, las cuales se establece como etapas sensibles, donde las experiencias forman la estructura neuronal (Li et al., 2025).

En relación a la actividad física ocasional, el entrenamiento físico establecido, genera adaptaciones crónicas a través de mecanismos neurofisiológicos establecidos. Entre estos procesos resalta la liberación del Factor de Crecimiento Insulínico tipo 1 (IGF-1), así como, la regulación del Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF), proteínas esenciales que optimizan la plasticidad sináptica e impulsan la neurogénesis en el hipocampo (Ciria et al., 2024).

La calidad del movimiento y dosis adecuadas en la actividad física actúan conjuntamente como un perfecto estimulador cognitivo. Estudios actuales evidencian que la aplicación de programas educativos es más efectiva cuando se combina intensidades moderadas a vigorosa con demandas coordinativas, dando un enfoque denominado como ejercicio cognitivamente exigente (Haverkamp et al., 2024).

La inclusión de estas prácticas en la malla curricular, motiva a los alumnos a desarrollar información durante el movimiento, activando paralelamente las áreas prefrontales y las redes motoras. Sin embargo, informes actuales como la revista *The Lancet*, mencionan de una reducción considerable de la participación juvenil en programas estructurados, sugiriendo la necesidad inmediata de revalorizar las horas lectivas de ejercicio como una oportunidad neurocognitiva (Strain et al., 2024).

Funciones ejecutivas: el motor cognitivo del comportamiento educativo

Las funciones ejecutivas componen un conjunto de habilidades cognitivas, ubicadas principalmente en la corteza prefrontal. Este sistema principal permite a los jóvenes ejecutar múltiples tareas de forma simultánea, mantener instrucciones complejas, planificar su comportamiento enfocado en metas dentro del entorno académico y focalizar la atención. (Zhu et al., 2025).

En el transcurso de la etapa escolar de educación básica superior, dichas funciones son dependientes de los estímulos del medio y altamente flexibles. Una escasez en el proceso de desarrollo de la red ejecutiva complica de manera singular la memoria de trabajo y el control

inhibitorio, interacciones biológicas que son prerequisites obligatorios para la comprensión lectora y resolución de ejercicios matemáticos (Cámara – Martínez et al., 2023).

La inactividad física crónica en el entorno académico bloquea la maduración óptima de esta red neuronal ejecutiva. Esta escasez continua de estímulos motores y neurotróficos se establece clínicamente en una inferior autorregulación emocional ante la desmotivación académica, por lo que los estudiantes se bloquean ante la capacidad de adaptarse a las exigencias escolares (Westphal, 2022).

Impacto integrado en el aprendizaje académico de básica superior

El sedentarismo complica el rendimiento académico al bloquear al tejido cerebral de factores de crecimiento necesarios para la consolidación de la memoria. Estudios actuales determinan una correlación positiva y directa entre las altas tasas de falencias en asignaturas de gran complejidad cognitiva y los bajos niveles de aptitud motriz (Bedoya-Salazar et al., 2024).

La formación académica va más allá de una simple comprensión de contenidos, necesitando un sustrato neurobiológico muy eficaz. Los estudiantes de estas edades en estos periodos escolares se encuentran ante requerimientos de exploraciones que dependen netamente de la operatividad de las redes ejecutivas, las mismas que necesitan un mantenimiento continuo a nivel fisiológico. (Andrade-Suárez et al., 2022).

En virtud de esto, la actividad física debe generarse como una intervención neuro educativa indispensable. Su práctica rigurosa y sistemática no disminuye el tiempo al aprendizaje lectivo, sino que mejora significativamente el rendimiento general al formar biológicamente al cerebro de los jóvenes para relacionar, procesar y retener la información académica con un mejor desempeño (Macías Giler, 2025).

Metodología

La presente investigación estableció un enfoque cuantitativo mediante un diseño pre – experimental de un solo grupo con datos de evaluación pre y post test. Esta metodología se estableció en la necesidad exigente de mantener la validez ecológica dentro del ambiente educativo real. La exclusión aleatoria de estudiantes para conformar un grupo de control vulneraba principios de equidad dentro de los valores de la institución. Por tal razón, el diseño intra – sujeto de medidas repetitivas permitió que el total de estudiantes del estudio se beneficiara del currículo de ejercicio físico, centrando el análisis estadístico en la dimensión del cambio académico y cognitivo en el transcurso del tiempo.

La población de estudio comprendió a los alumnos que accedieron ser parte del estudio del total matriculados en Educación General Básica (octavo, noveno, décimo) de una Unidad Educativa de Ambato, Ecuador. Se aplicó un muestreo no probabilístico por conveniencia (de

tipo censal institucional), se incorporó a 90 adolescentes de entre los 12 a 15 años de edad. Esta selección se justifica en el requerimiento de aplicar el programa curricular a clases consolidadas y en la accesibilidad del alumnado, manteniendo un funcionamiento natural del grupo escolar. Los criterios de inclusión exigieron una asistencia regular a clases, así como ausencia de discapacidades motoras o diagnósticos clínicos previos en relación a trastornos del neurodesarrollo que pudieran limitar la ejecución autónoma de pruebas cognitivas y motoras. Es relevante mencionar que, al ser una cohorte proveniente de un solo establecimiento, la muestra presentó una homogeneidad en su estatus socioeconómico, por lo que no requirió un control específico de esta variable. Sin embargo, no se consideraron variables antropométricas de base, como el índice de masa corporal (IMC), centrando la atención en la ejecución motriz y cognitiva.

En el transcurso de la investigación, se registró una mortalidad experimental del 5.5%, lo que significó la exclusión de 5 adolescentes del post test. Por causas de: dos lesiones extraescolares, dos inasistencias por motivos personales y una ausencia por viaje deportivo internacional, no relacionados al estudio. Por esta razón, la muestra final que se analizó estuvo formado por $n=85$ alumnos. Para garantizar la fiabilidad de la inferencia sobre el grupo, se ejecutó un análisis de poder estadístico a priori mediante el software G-power (v. 3.1.9.7). Estableciendo un tamaño del efecto moderado de ($f=0.25$), con un margen de error $=0.5$ y un poder estadístico de $1-\beta = .80$ para un análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas, el tamaño mínimo requerido era de 46 participantes. Lo que confirmo que el presente estudio tiene una potencia estadística superior al 95%.

Para efectos de este estudio se alineó a principios éticos de las investigaciones médicas en seres humanos promulgados en la declaración de Helsinki. Se consideró la aprobación del comité directivo y académico (CAAD) de la Unidad Educativa, garantizando de esta manera el acceso legítimo a las horas lectivas como a los registros de calificaciones de los estudiantes motivo de estudio. De la misma manera todos los adolescentes firmaron un acta de asentimiento informado, la cual fue respaldada con el consentimiento informado firmados por sus representantes legales. Los documentos y base de datos fueron codificados alfanuméricamente asegurando así la confidencialidad de la muestra y disminuyendo sesgos de aceptación social durante el análisis.

La línea base (nivel basal) se midió mediante el Physical Activity Questionnaire for Adolescents (PAQ-A) (Kowalski et., 1997), una herramienta de informe personal que mantiene una alta fiabilidad y validez en el marco de la población escolar latinoamericana (Santi- María et al., 2022). En la presente muestra de estudio, el cuestionario demostró una consistencia interna sólida, obteniendo un coeficiente Alfa de Cronbach de $\text{Alpha}=.82$. En cambio, las funciones ejecutivas y el perfil neuropsicológico se evaluaron a través de tres pruebas clínicas estandarizadas. La flexibilidad cognitiva y el costo de alternancia se evaluó mediante Train Making Test (TMT, parte A y B) (Arango – Lasprilla et al., 2015); la memoria de trabajo activa se valoró utilizando la sub prueba de Retención de dígitos (orden directo e inverso) de la Escala de Inteligencia de Wechsler para niños, WISC-V (Wechsler, 2015); el control inhibitorio y la resistencia a la interferencia se evaluaron con el Stroop Color and Ward Test (Golden, 2021).

El rendimiento académico se implementó como una variable objetiva, obteniendo el promedio exacto de las calificaciones oficiales en las asignaturas troncales de: Lengua y literatura, matemáticas y Ciencias Naturales. Estos se consideraron de los parciales académicos inmediatamente previo y después de las intervenciones, se obtuvieron directamente del sistema de la coordinación del programa académico de la institución con la finalidad de evitar cualquier sesgo de autoinforme.

En el desarrollo del trabajo de campo se planteó ejecutar en 3 fases de manera continua. Fase 1 (PRE TEST) se llevó a cabo durante la segunda semana de diciembre de 2025, en este espacio se aplicó la evaluación neurocognitiva integral en un horario matutino, con la finalidad de prevenir una fatiga escolar acumulada. La fase comprendió la ejecución del “Programa de Actividad Física Curricular”, constituido por ocho semanas activas: cuatro semanas de enero y tres de febrero de 2026. El mismo se implementó dentro de las seis horas pedagógicas reglamentarias destinadas a Educación física y para la salud y deportes.

El protocolo de intervención se diseñó considerando los principios de FITT (Frecuencia, Intensidad, Tiempo, Tipo). Estructuralmente, se priorizó juegos socio motrices y tareas aeróbicas, calificados por una alta demanda cognitiva, requiriendo respuestas inhibitorias rápidas y toma de decisiones continuas (Dual Task). La regulación de la carga física se planteó de la siguiente manera: la frecuencia se estableció en tres veces por semana, dentro del horario de clases; por sesión un tiempo activo de 35 minutos (sin considerar etapas de calentamiento y vuelta a la calma); el objetivo de intensidad de moderada a vigorosa (MVPA). Las tareas consideradas limitaron circuitos de tarea dual y movimientos cíclicos automatizados en deportes de invasión, requiriendo la anticipación motriz y la resolución inmediata de conflictos espaciales. Para respaldar la fidelidad de la aplicación del programa, de tal manera que se garantice el cumplimiento total de la dosificación establecida y la adecuada ejecución de los estímulos en cada microciclo, las sesiones fueron supervisadas y en algunas dirigidas por el investigador principal. Finalmente, la Fase 3 (POST TEST) se desarrolló a finales de febrero de 2026, empleando la totalidad de la valoración neurocognitiva integral dentro de las mismas condiciones a la evaluación inicial.

En el análisis de datos la depuración de estos y el procesamiento se lo realizó con el paquete estadístico IBM SPSS (versión 28.0). La asimetría poblacional, la normalidad de las variables y la homogeneidad de variancias se verificaron a través de la prueba de Kolmogorov – Smirnov con corrección de significancia de Lilliefors, respectivamente. Para determinar el impacto de la intervención física y contrarrestar las diferencias sociodemográficas subyacentes, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA). El factor intra – sujeto principal fue el tiempo (PRE TEST Y POST TEST), y los factores inter – sujetos fueron el sexo (Hombre/ Mujer) y el grado escolar (octavo, noveno, décimo).

Dado que se presentaron interacciones estadísticamente significativas, se emplearon pruebas de post-hoc con ajuste corrector de Bonferroni. El tamaño del efecto de las variaciones de ANOVA se midió a través de la eta cuadrado parcial (η_p^2), interpretando valores de .01, .06 y .14 como efectos de magnitud pequeña, mediana y grande. Para calcular el tamaño del cambio estandarizado intra – sujeto, se utilizó la d_z de Cohen para medidas repetidas. Este estadístico se obtuvo

dividiendo la diferencia de las medias entre el post test y pre test por la desviación estándar de las diferencias (SDdiferencias), asegurando un ajuste conciso para diseños dependientes. Finalmente, las correlaciones entre la mejora del rendimiento académico y la ganancia ejecutiva se obtuvieron mediante correlación de Pearson, marcando a priori un nivel de significancia estadística de $< .05$ para todas las pruebas.

Resultados

Previo a la realización de los contrastes inferenciales, se validó el cumplimiento de los supuestos paramétricos en la muestra final ($n=85$). La prueba de Kolmogorov – Smirnov, medida con la corrección de Lilliefors, ratificó que la distribución de variables dependientes no dilató significativamente de la normalidad de ($p >.05$). De la misma manera, el estadístico de Levene garantizó la homogeneidad de varianzas, sustentando el análisis de varianza. Es relevante manifestar que la retención de 85 adolescentes supero ampliamente el umbral mínimo de 45 participantes calculado en el (G-Power), respaldando una potencia superior al 95% para detección de efectos verdaderos.

El análisis del efecto factor intra – sujeto (TIEMPO) reveló que el programa de actividad física estimulo cambios estadísticamente relevantes en el perfil motor y neuropsicológico de los estudiantes. En base a la interpretación de los criterios de Cohen (1988), la implementación del programa evidenció tamaños de efecto de magnitud moderada en la reducción del costo cognitivo valorado por Trail Making Test ($d_z = -0.62$) y en el aumento del nivel de actividad física general ($d_z = 0.47$). De la misma manera, se identificó un efecto de pequeña dimensión a moderada en la optimización del control inhibitorio ($d_z = -0.40$). La memoria de trabajo activa demostró un aumento no relevante ($p = .15$), con un efecto menor ($d_z = 0.16$), confirmado la resistencia fisiológica de esta función al cambio en periodos cortos. A nivel global, el rendimiento académico no presentó variaciones inmediatas importantes ($p = .490$). Los estadísticos descriptivos y de contraste se detallan en la tabla 1.

Tabla 1. Datos brutos

Variable	Pre-test M (DE)	Post-test M (DE)	t(84)	p	dz de Cohen
Actividad Física (PAQ-A)	2.77 (0.21)	2.85 (0.26)	4,38	< 0,01	0,47
Control Inhibitorio (Stroop)	2.74 (1.36)	2.61 (1.37)	-3,66	< 0,001	-0,40
Costo Cognitivo (TMT)	37.58 (4.14)	36.28 (4.45)	-5,72	<0.001	-0,62
Memoria de Trabajo (WISC-V)	7.22 (1.59)	7.32 (1.73)	1.47	0.15	0,16
Rendimiento Académico	8.50 (0.81)	8.58 (0.68)	0.69	.490	0.08

Fuente: elaboración propia.

Nota. N= 85. M= Media; DE= Desviación Estándar. Para el TMT, datos menos indican mayor velocidad de procesamiento. Se omite el cero a la izquierda en los datos de probabilidad conforme APA 7.

Para comprobar si los beneficios se aplazaban en función del perfil del estudiante, se aplicó el modelo de ANOVA mixto. El vínculo entre el factor inter – sujeto (sexo) y el tiempo careció de significancia estadística para el total de las variables valoradas. (todas las $p > .05$), mostrando que la intervención motriz produjo beneficios cognitivos proporcionales tanto en mujeres como en varones.

Por otra parte, se detectó una conexión estadísticamente significativa entre el grado escolar y el tiempo, de manera puntual en el rendimiento académico, $F(2,82) = 3.97$, $p = .023$, $\eta^2 = .09$. Esta medida del efecto dimensión mediana estableció examinar los contrastes post – hoc. La separación de las trayectorias demostró comportamientos dispares: el grupo de octavo año sufrió un retroceso en su promedio (de $M = 8.95$ a $M = 8.53$). Mientras que el grupo de noveno año experimentó un incremento académico significativo (de $M = 8.08$ a $M = 8.57$), la cohorte de décimo año tuvo una ligera mejora (de $M = 8.56$ a $M = 8.61$). El curso de las variables ejecutivas y motoras mejoraron de manera idéntica sin estar alteradas por el año escolar.

En el análisis de la correlación lineal directa entre las puntuaciones de cambio (Δ Post test menos Pre test) en la muestra común, las correlaciones no demostraron una solidez estadística. (Tabla 2). Aun así, al separar los datos para aislar la varianza provocada por la transición escolar de estudiantes de octavo año, el resultado centrado en la submuestra de mayor maduración biológica (noveno y décimo año, $n = 66$) reveló una correlación positiva y significativa entre el incremento del rendimiento académico ($r = .293$, $p = .017$) y optimización de la flexibilidad cognitiva (Δ TMT). Lo que demuestra la reducción del costo cognitivo se trasladó de manera efectiva en un alto grado académico para los niveles superiores.

Tabla 2. Matriz de correlaciones de Pearson entre Puntuaciones de cambio (Δ)

	(PAQ-A)	(Stroop)	(TMT)	(WISC-V)	Rendimiento Académico
Actividad Física (PAQ-A)	1,00				
Control Inhibitorio (Stroop)	-0,01	1,00			
Costo Cognitivo (TMT)	-0,07	0,05	1,00		
Memoria de Trabajo (WISC-V)	-0,21	0,13	0,06	1,00	
Rendimiento Académico	-0,02	-0,15	0,24	0,13	1,00

Fuente: elaboración propia.

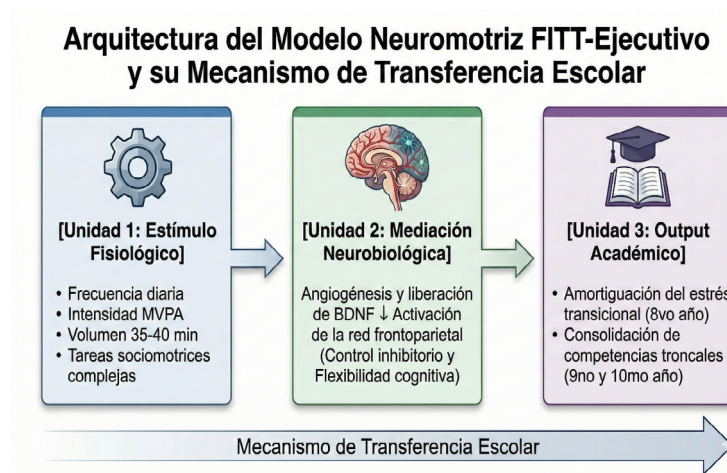
Nota. $N = 85$. Los coeficientes reflejan la interdependencia del cambio neto por participante. Ningún dato en el grupo general alcanzó significación estadística ($p > .05$).

Propuesta

Basándonos en los datos empíricos obtenidos, se plantea una estructura una propuesta de intervención pedagógica orientada a disminuir la actividad física y desarrollar redes cognitivas en

el entorno escolar. Este modelo estructurado va más allá de una visión biosanitaria tradicional de Educación Física, implementando el ejercicio como un estímulo neurotrófico directo. La figura 1 explica la construcción de este Modelo Neuro motriz FITT – Ejecutivo, el cual se fundamenta en el impacto escalonado desde la dosificación metabólica hasta la transferencia académica.

Figura 1. Construcción del modelo neuro motriz FITT y su mecanismo de transferencia escolar.



Fuente: elaboración propia.

El diseño estructural de esta propuesta se fundamenta en tres componentes interdependientes, justificado por los datos derivados del grupo del presente estudio ($n= 85$) y la neurociencia cognitiva.

Componente 1 la dosificación fisiológica: la distribución de la carga física no es parcial, sino esta responde a umbrales de activación neurotrófica. El modelo plantea una intensidad de moderada a vigorosa (MVPA) aproximadamente de 35 a 40 minutos de compromiso de movilidad. La evidencia indica que este umbral metabólico específico es el responsable de liberar la síntesis del Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF), impulsando la angiogénesis cerebral, permitiendo la plasticidad sináptica en la corteza pre frontal y el hipocampo (Erickson et al., 2015).

Establecer ejercicio leve en un nivel inferior a esta intensidad, no alcanza el estrés fisiológico requerido para inducir estas cascadas moleculares, lo que argumenta la exigencia cardiovascular sostenida en los microciclos aplicados. De esta manera, la dosificación FITT actúa como desencadenante biológico primario que prepara al sustrato neural para el aprendizaje. Evidenciada en la mejora sustancial del grupo en relación a la actividad física de la muestra.

Componente 2 exigencia de la conducta motriz y tarea DUAL: Este explica el tipo de ejercicio (parámetro T del modelo FITT). La propuesta bloquea movimientos cíclicos automatizados para prevalecer juegos con conducta motriz, circuitos de tarea dual (Dual - Task) y deportes de invasión. Apoyado en la hipótesis de estimulación cognitiva (Pesce, 2012), este modelo de actividades exige

al sistema nervioso a coordinar la resolución de conflictos espaciales simultáneamente con el esfuerzo físico, el cumplimiento de reglas rotativas y la anticipación.

Esta superposición de trabajos activa las mismas redes frontoparietales que el estudiante usa en las materias que requieren una alta demanda lógica. Al obligar al cerebro a bloquear impulsos motores intrascendentes en el juego, se entrena específicamente la flexibilidad cognitiva y el control inhibitorio, revelado en los tamaños del efecto masivo identificados para el Stroop y el TMT. Al mismo tiempo, aunque los valores demostraron que la memoria de trabajo activo (WISC-V) refiere una alta resistencia fisiológica al cambio en periodos cortos, la conservación persistente de reglas en la tarea dual se establece como el estímulo base que, mantenido en protocolos superiores a ocho semanas, podría afianzar esta función.

Componente 3 modulación y transferencia académica: El último modelo se enfoca en la aplicabilidad áulica. El aumento de las funciones ejecutivas no opera en el vacío, sino que actúa como el sustrato cognitivo que permite procesar y decodificar la enseñanza académica (Diamond, 2013). La propuesta plantea un resultado dual es dependiente de la trayectoria de maduración neurobiológica. Por una parte, en periodos de cambios académicos agudos como el ingreso a octavo año, la eficiencia ejecutiva actúa como un mitigador cognitivo que evita complicaciones académicas mayores frente a las nuevas exigencias curriculares, así como la carga de estrés. A su vez, en periodos de mayor consolidación biológica (noveno y décimo año), el control inhibitorio eficaz se visualiza directamente en las aulas. Lo que permite a los alumnos filtrar los estímulos distractores en su entorno y mantener la atención focalizada, lo que concluye una la mejora estadísticamente comprobada de sus calificaciones en las asignaturas troncales.

Conclusiones

Los resultados de este estudio investigativo revelan que la intervención de un programa de actividad física sustentado en el modelo de FITT y tareas motrices de resolución compleja, producen cambios positivos en el perfil neurocognitivo de los estudiantes. El trabajo cardiovascular de intensidad moderada a vigorosa, al combinarse con una alta demanda de toma de decisiones paralelas (tarea dual), produjo resultados de mejoras de magnitud moderada en la flexibilidad cognitiva como en el control inhibitorio de la muestra. Sin embargo, la memoria de trabajo permaneció estable, lo que propone que el afianzamiento neuroplástico de esta función ejecutiva una demanda una exposición constante a los estímulos motrices. En hechos prácticos, esto re plantea el rol de las clases de Educación Física y de deportes escolares, sobrepasa el concepto tradicional de planteamiento recreativo, para establecerse como un promotor directo del desarrollo prefrontal.

Al analizar la transferencia estos beneficios cognitivos hacia el rendimiento escolar, los datos refutan la hipótesis de un impacto académico inmediato y generalizado. El vínculo observado con el grado escolar demuestra que los beneficios neurobiológicos están limitados por el contexto de transición educativa. Para los alumnos de octavo año, la mejora ejecutiva funcionó como un

mecanismo de contención frente a las nuevas exigencias curriculares, previniendo un impacto negativo en sus calificaciones. Por el contrario, los estudiantes de noveno y décimo año al poseer una mejor adaptación al entorno y una mayor madurez biológica, consiguieron orientar la optimización de su flexibilidad cognitiva hacia una mejora directa y correlacionaron con sus calificaciones académicas de sus materias troncales.

Estas evidencias validan la congruencia y eficacia del Modelo Neuro Motriz FITT-Ejecutivo como una planificación pedagógica viable y de bajo costo para las instituciones educativas. Continuar con esta separación habitual entre el trabajo cognitivo en el currículo y el entrenamiento motor limita el potencial de aprendizaje de los estudiantes, ya que una eficacia de las funciones ejecutivas requiere del estado metabólico general (Álvarez – Bueno et al., 2022). Se propone que posteriores investigaciones en este contexto, repliquen este diseño metodológico a través de estudios longitudinales que incorporen marcadores neuroquímicos, lo que determinará una mayor exactitud en las vías fisiológicas que enlazan el éxito académico con el movimiento humano.

Referencias

- Álvarez-Bueno, C., Pesce, C., Cavero-Redondo, I., Sanchez-Lopez, M., Pardo-Guijarro, M. J., & Martínez-Vizcaíno, V. (2022). The effect of physical activity interventions on children's cognition and metacognition: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 61(3), 365-378. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2021.07.007>
- Andrades-Suárez, K., Faúndez-Casanova, C., Carreño-Cariceo, J., López-Tapia, M., Sobarzo-Espinoza, F., & Valderrama-Ponce, C. (2022). Relación entre actividad física, rendimiento académico y funciones ejecutivas en adolescentes. *Revista Ciencias de la Actividad Física UCM*, 23(2), 1-10. <https://doi.org/10.29035/rcaf.23.2.4>
- Arango-Lasprilla, J. C., Rivera, D., Garza, M. T., Saracosti, M., & Olabarrieta-Landa, L. (2015). Trail Making Test: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*, 37(1), 39-58. <https://doi.org/10.3233/NRE-151240>
- Bedoya-Salazar, D. M., Mazuera-Quiceno, C., & Arteaga, Á. (2024). Programa pedagógico basado en juegos sociomotrices para el desarrollo de las funciones ejecutivas en preescolares. *Retos*, 54, 715-720. <https://doi.org/10.47197/retos.v54.103323>
- Cámara-Martínez, A., Suárez-Manzano, S., Martínez-López, E. J., & Ruiz-Ariza, A. (2023). Effect of an integrated active-lessons programme on vocabulary and narrative comprehension in pre-school children. *Educational Psychology*, 43(1), 1-18. <https://doi.org/10.1080/01443410.2023.2170319>
- Ciria, L. F., Román-Caballero, R., Vadillo, M. A., & Sanjuan, P. (2023). An umbrella review of randomized control trials on the effects of physical exercise on cognition. *Nature Human Behaviour*, 7(8), 1279-1296. <https://doi.org/10.1038/s41562-023-01554-4>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- Erickson, K. I., Hillman, C. H., & Kramer, A. F. (2015). Physical activity, brain, and cognition. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 4, 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2015.01.005>
- Golden, C. J. (2001). *Stroop Color and Word Test: A manual for clinical and experimental uses*. Stoelting Co.
- Haverkamp, B. F., Wiersma, R., Ewing, K., van der Kamp, J., & Smits-Engelsman, B. C. M. (2020). Acute and chronic effects of cognitively engaging physical activity on executive functions in children: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(12), 1168-1175. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.04.012>
- Kowalski, K. C., Crocker, P. R., & Faulkner, R. A. (1997). Validation of the Physical Activity Questionnaire for Older Children. *Pediatric Exercise Science*, 9(2), 174-186. <https://doi.org/10.1123/pes.9.2.174>
- Li, F., Chen, J., & Baker, J. S. (2023). Effects of physical activity on brain structure and function in children and adolescents. *Frontiers in Psychology*, 14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1146241>
- Macías Giler, Y. R. (2025). Importancia de la educación física en el desarrollo integral del estudiante de Educación General Básica. *Revista Científica de Innovación Educativa y Sociedad Actual "ALCON"*, 5(3), 310-322. <https://soeici.org/index.php/alcon/article/view/598>
- Pesce, C. (2012). Shifting the focus from quantitative to qualitative exercise characteristics in exercise and cognition research. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 34(6), 766-786. <https://doi.org/10.1123/jsep.34.6.766>
- Santi-María, M. S. (2022). *Confiabilidad y validez transcultural del cuestionario de actividad física PAQ-A en adolescentes latinoamericanos*.
- Strain, T., Wijndaele, K., Demuth, I., & Brage, S. (2024). National, regional, and global trends in insufficient physical activity among adults from 2000 to 2022: a pooled analysis of 507 population-based surveys with 5-7 million participants. *The Lancet Global Health*, 12(8), 1232-1243. [https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(24\)00150-5](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(24)00150-5)
- Wassenaar, T. M., Williamson, W., Johansen-Berg, H., Dawes, H., Roberts, N., Foster, C., & Sexton, C. E. (2022). A critical evaluation of systematic reviews assessing the effect of chronic physical activity on academic achievement, cognition and the brain in children and adolescents. *Translational Sports Medicine*, 5(1), 1-15. <https://doi.org/10.1155/2022/9844280>
- Wechsler, D. (2015). *Wechsler Intelligence Scale for Children*. NCS Pearson.
- Zhu, Y., Zhang, X., Li, H., & Wang, J. (2025). Effects of physical activity on executive function and its subdomains in children aged 5-6. *Frontiers in Psychology*, 16. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1651806>

Declaración

Conflicto de interés

No tenemos ningún conflicto de interés que declarar.

Financiamiento

Sin ayuda financiera de partes externas a este artículo.

Nota

El artículo es original y no ha sido publicado previamente.