¿Se mueven juntas? Cambios motrices, cognitivos, matemáticos y prelectores en el último año de preescolar

Do they move together? Motor, cognitive, mathematical and pre-reading changes in the final preschool year

Autor

David Arnoldo García-Fernández [1]

[1] Universidad Autónoma de Chihuahua (México)

Autor de correspondencia:
David Arnoldo García-Fernández
dgarcia@uach.mx

Recibido: 16-10-26
Aceptado: 06-11-26

Cómo citar en APA

García-Fernández, D. A. (2026). ¿Se mueven juntas? Cambios motrices, cognitivos, matemáticos y prelectores en el último año de preescolar. *Retos, 85*, 315-328. https://doi.org/10.47197/retos.v85.120203

Resumen

Introducción: la motricidad y la cognición se relacionan en la primera infancia, pero se desconoce si cambian juntas durante un ciclo escolar.
Objetivo: analizar si los cambios en la motricidad gruesa y fina durante el último año de preescolar se asociaron con los cambios cognitivos, comunicativos, matemáticos, de razonamiento no verbal y de prelectura.
Metodología: estudio longitudinal observacional con 74 niños de tres jardines públicos de Chihuahua, México (edad media = 62.0 meses), evaluados al inicio y al final del ciclo con el Inventario de Desarrollo Battelle, la Escala de Psicomotricidad en Preescolar, el Test de Competencia Matemática Básica, las Matrices Progresivas Coloreadas de Raven y las Pruebas de Lectura. Se aplicaron correlaciones y regresiones ajustadas entre puntuaciones de cambio, y modelos de panel cruzado.
Resultados: el cambio en la motricidad fina se asoció con el cambio en el desarrollo cognitivo (β ajustado = .41) y en la comunicación (β ajustado = .40). Las asociaciones de la motricidad gruesa y la psicomotricidad global desaparecieron al corregir las comparaciones múltiples; los cambios motores no se asociaron con el razonamiento no verbal ni con la prelectura, y ningún dominio anticipó al otro.
Discusión: los resultados coincidieron con metaanálisis recientes que vinculan más la motricidad fina que la gruesa con las habilidades académico-cognitivas y son compatibles con los modelos de desarrollo mutualista.
Conclusiones: la motricidad fina y la cognición progresan juntas en el último año de preescolar, lo que respalda integrar actividades manipulativas con contenidos cognitivos y de lenguaje.

Palabras clave

Desarrollo cognitivo; educación preescolar; estudio longitudinal; matemáticas tempranas; motricidad fina.

Abstract

Introduction: motor and cognitive skills are related in early childhood, but little is known about whether their changes occur together over a school year.
Objective: to examine whether changes in gross and fine motor skills during the final preschool year were associated with changes in cognitive development, communication, early mathematics, non-verbal reasoning and pre-reading.
Methodology: an observational longitudinal study was conducted with 74 children from three public kindergartens in Chihuahua, Mexico (mean age = 62.0 months), assessed at the beginning and end of the school year with the Battelle Developmental Inventory, the Preschool Psychomotor Scale, the Test of Early Mathematics Ability, Raven's Coloured Progressive Matrices and the Reading Tests. Change-score correlations, adjusted regressions and cross-lagged panel models were estimated.
Results: change in fine motor skills was associated with change in cognitive development (adjusted β = .41) and communication (adjusted β = .40). Associations of gross motor skills and overall psychomotor performance did not survive multiple-comparison correction; motor changes were not associated with non-verbal reasoning or pre-reading, and neither domain predicted the other.
Discussion: the results agreed with recent meta-analyses linking fine motor skills more strongly than gross motor skills to academic-cognitive skills and are consistent with mutualistic models of development.
Conclusions: fine motor skills and cognition develop together during the final preschool year, supporting the integration of manipulative activities with cognitive and language content.

Keywords

Cognitive development; early mathematics; fine motor skills; longitudinal study; preschool education.

Introducción

Los primeros años de vida son un periodo de cambio acelerado en el que las experiencias tempranas influyen en el aprendizaje, la salud y el bienestar a lo largo de la vida (Draper et al., 2024). En México, casi uno de cada cinco niños de 24 a 59 meses (19.3%) no alcanzaba un desarrollo adecuado en 2022, con mayor proporción entre quienes no asistían a programas de aprendizaje temprano (Vázquez-Salas et al., 2023). En Chihuahua, las familias señalan los horarios laborales y el desconocimiento de los beneficios de la actividad física como las principales barreras para promoverla en la primera infancia (Paz García et al., 2026). El último año de preescolar es un momento clave para preparar el ingreso a la primaria, y conocer cómo se relacionan los distintos dominios del desarrollo en esta etapa ayuda a orientar la práctica educativa.

Desde hace décadas se ha propuesto que el desarrollo motor y el cognitivo están estrechamente vinculados: ambos dependen de estructuras cerebrales comunes, como el cerebelo y la corteza prefrontal, y siguen cursos de maduración paralelos (Diamond, 2000). Los estudios empíricos han documentado relaciones entre las capacidades motrices y las cognitivas en preescolares, en particular con la coordinación corporal y la integración motriz fina (Katanić et al., 2025). En la misma línea, las habilidades motrices fundamentales se asocian con las funciones ejecutivas en preescolares (Han et al., 2022), y la coordinación óculo-manual es el principal predictor del control inhibitorio en escolares (Franco et al., 2026). Un metaanálisis reciente estimó una asociación pequeña pero consistente entre la competencia motriz y las funciones ejecutivas (r = .18; Bao et al., 2024).

La motricidad fina parece desempeñar un papel particular. Las habilidades motrices finas se asocian con las habilidades matemáticas en preescolares (Flores et al., 2023) y con la lectura y las matemáticas en la infancia (Li et al., 2025; Wang y Wang, 2024). En estudios longitudinales, la motricidad fina en el jardín de niños predice la lectura y la escritura en primer grado, aunque esta relación parece estar mediada por las funciones ejecutivas (Khoury-Metanis y Khateb, 2024), y algunos trabajos no encuentran un efecto propio una vez controladas las habilidades específicas de cada dominio (Malone et al., 2022). En preescolares con problemas de conducta externalizante, la motricidad fina predijo la preparación escolar por encima de las funciones ejecutivas (Karimi et al., 2025). Además, la motricidad fina predice el vocabulario receptivo y expresivo y las habilidades narrativas en niños de 3 a 6 años (Winter et al., 2024). En esta misma revista, una revisión concluyó que la escritura es una habilidad motriz fina con un marcado componente visomotor, que no se desarrolla de forma espontánea, sino que requiere maduración, experiencia e intervención educativa (Priyadi et al., 2024). El metaanálisis más amplio a la fecha, con 59 estudios y 40,806 participantes, encontró que la motricidad fina se asocia con las habilidades académico-cognitivas con más fuerza (r = .30) que la motricidad gruesa (r = .17; Karle et al., 2026).

La evidencia experimental sugiere que estas relaciones pueden ser, al menos en parte, causales. En un estudio aleatorizado por grupos con 185 preescolares, una intervención motriz mejoró las habilidades de control de objetos y las funciones ejecutivas, y los niños que más mejoraron en lo motor también mejoraron más en funciones ejecutivas (Capio et al., 2024). Una revisión sistemática de intervenciones motrices y de actividad física en preescolares encontró, asimismo, efectos favorables sobre habilidades cognitivas y académicas (Jylänki et al., 2022). De forma complementaria, una revisión sistemática reciente en educación inicial mostró que las actividades de expresión corporal aplicadas de manera sistemática mejoran la coordinación, el equilibrio, el esquema corporal y la habilidad motriz, con beneficios añadidos en la motivación, la autorregulación y la adaptación escolar (Sagñay Yánez et al., 2026). Los metaanálisis de intervenciones de actividad física en la primera infancia reportan efectos pequeños a moderados sobre la función cognitiva (g = 0.39; Jiang et al., 2026) y las funciones ejecutivas (Li et al., 2026; Liu et al., 2026).

Sin embargo, la mayor parte de la evidencia es transversal o examina si una habilidad en un momento predice otra en un momento posterior. Pocos estudios han analizado si los cambios intraindividuales en la motricidad y en la cognición ocurren juntos durante un mismo ciclo escolar, que es el periodo en el que actúan las decisiones pedagógicas. Además, la evidencia procede sobre todo de Europa, Norteamérica y Asia; en México, los estudios disponibles sobre psicomotricidad y aprendizaje en preescolar son escasos y suelen carecer de un análisis de las relaciones entre dominios (González-Bustos et al., 2024).

El objetivo de este estudio fue analizar si los cambios en la motricidad gruesa y fina durante el último año de preescolar se asociaban con los cambios en el desarrollo cognitivo, la comunicación, la competencia matemática, el razonamiento no verbal y la prelectura. Se plantearon tres hipótesis: (a) los cambios motores se asociarían positivamente con los cambios cognitivos y académicos; (b) estas asociaciones serían más fuertes para la motricidad fina que para la gruesa, y (c) de forma exploratoria, el nivel motor inicial anticiparía el cambio cognitivo posterior.

Método

Diseño

Se realizó un estudio longitudinal observacional con dos mediciones, una evaluación inicial y una final, al inicio y al final del ciclo escolar 2023-2024 (agosto de 2023 a junio de 2024), en tres jardines de niños públicos de Chihuahua, México. El jardín se incluyó como covariable en los análisis. El reporte sigue la declaración STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) para estudios observacionales (von Elm et al., 2007).

Participantes

Participaron 74 niños de tercer grado de preescolar de tres jardines públicos (jardín A: *n* = 24; jardín B: *n* = 29; jardín C: *n* = 21), con una edad media al inicio de 62.0 meses (*DE* = 3.9; intervalo = 49–68; *n* = 69 con edad registrada). De ellos, 33 eran niñas (44.6%) y 41 niños (55.4%). Criterios de inclusión: inscripción en tercer grado, consentimiento firmado y asentimiento del niño. Se excluyó a un niño con diagnóstico de síndrome de Down. Cada análisis incluyó a los niños con ambas mediciones de las variables implicadas, por lo que el tamaño de muestra varió entre 49 y 70 (Tablas 1 a 4).

Instrumentos

Inventario de Desarrollo Battelle

Se utilizó la adaptación española del Inventario de Desarrollo Battelle (Newborg et al., 1996). Se analizaron las puntuaciones típicas (media normativa = 100, *DE* = 15) de los subdominios motor grueso y motor fino y de los dominios cognitivo y de comunicación. El manual reporta una fiabilidad test-retest de .99 para la puntuación total (Newborg et al., 1996).

Escala de Psicomotricidad en Preescolar

La Escala de Psicomotricidad en Preescolar (EPP; de la Cruz y Mazaira, 1995) evalúa locomoción, posiciones, equilibrio, coordinación de piernas, brazos y manos, y esquema corporal. Se analizó la puntuación directa total.

Test de Competencia Matemática Básica

El TEMA-3 (Ginsburg y Baroody, 2007) evalúa conocimientos matemáticos formales e informales en niños de 3 a 8 años. Se analizó el Índice de Competencia Matemática (ICM; media normativa = 100, *DE* = 15).

Matrices Progresivas Coloreadas de Raven

Las Matrices Progresivas Coloreadas (Raven et al., 1993) evalúan el razonamiento no verbal mediante 36 elementos agrupados en las series A, AB y B. Se analizó la puntuación directa total (0–36).

Prelectura

La prelectura se evaluó con las *Pruebas de Lectura* (de la Cruz, 2002), un instrumento estandarizado para valorar el aprendizaje inicial de la lectura que se presenta en dos niveles de dificultad: el nivel 1, dirigido a niños de 5 a 6 años (tercer grado de educación infantil y primer grado de primaria), y el nivel 2, dirigido a niños de 7 a 8 años (segundo grado de primaria). En su construcción se consideraron los factores con mayor influencia en el aprendizaje de la lectura, como el lenguaje y la orientación espacio-temporal, y se incluyeron elementos para detectar los errores más frecuentes en niños con dificultades lectoras. Dada la edad de la muestra, se aplicó el nivel 1, que consta de dos partes: en la primera, el niño identifica entre una serie de dibujos y palabras impresas en el cuadernillo aquellos que corresponden a

las palabras que le dice el examinador; en la segunda, lee directamente del cuadernillo otra serie de elementos. La prueba admite aplicación colectiva (alrededor de 30 minutos para el nivel 1) y ofrece baremos en centiles y eneatipos por curso; en este estudio se administró de forma individual y, dado que los baremos proceden de población española, se analizó la puntuación directa total.

Procedimiento

Las evaluaciones se realizaron de forma individual en un espacio del jardín destinado para ello. La evaluación inicial se llevó a cabo en agosto de 2023 y la final en junio de 2024. Las aplicaron tres estudiantes de la maestría en psicomotricidad, capacitados en la administración de los instrumentos por el director del proyecto, técnico en psicomotricidad europeo y doctor en actividad física y deporte con tesis en neurodesarrollo infantil. Durante la depuración de los datos se identificó que, en el jardín A, la segunda aplicación de la EPP coincidía con la primera en 15 de los 16 niños evaluados; estas puntuaciones se conservaron en todos los análisis. Las puntuaciones del TEMA-3 inferiores a 40 se consideraron errores de captura y se trataron como datos faltantes.

Análisis estadístico

Los cambios entre mediciones se analizaron con la prueba *t* para muestras relacionadas y el tamaño del efecto *dz*. Las relaciones basales se estimaron con correlaciones de Spearman. Para cada niño se calculó la puntuación de cambio (final − inicial) en cada variable. La relación entre cambios se analizó de dos formas: (a) correlaciones de Spearman entre las puntuaciones de cambio motoras y cognitivas, y (b) regresiones lineales del cambio cognitivo sobre el cambio motor, ajustadas por las puntuaciones iniciales de ambas variables, la edad, el sexo y el jardín, con variables continuas estandarizadas para obtener coeficientes β.

Para explorar la precedencia temporal se estimaron modelos de panel cruzado de dos mediciones: la puntuación final de cada variable se regresó sobre su propia puntuación inicial y sobre la puntuación inicial de la otra variable, con las mismas covariables. Estos modelos no separan las diferencias estables entre niños de los cambios intraindividuales (Lucas, 2023; Mulder y Hamaker, 2021), por lo que se interpretaron como exploratorios. En cada familia de 15 pruebas (3 variables motoras × 5 cognitivas) se controló la tasa de falsos descubrimientos con el procedimiento de Benjamini y Hochberg (1995), y se reportan los valores *q* correspondientes. Los análisis se realizaron con Python 3.13 y las bibliotecas pandas 3.0, NumPy 2.5 y SciPy 1.18.

Consideraciones éticas

El estudio no fue sometido a evaluación de un comité de ética en investigación. Consistió en la evaluación de habilidades motrices y cognitivas en el propio jardín de niños, considerada de riesgo mínimo, y se realizó con pruebas psicométricas estandarizadas de uso habitual en la práctica clínica y escolar. La Dirección General de Educación del estado de Chihuahua autorizó su realización. Antes de iniciar, se realizó una reunión informativa en la que se explicaron a los padres los objetivos, los procedimientos, las posibles molestias y el derecho a retirarse en cualquier momento sin consecuencias. Los padres firmaron el consentimiento informado y los niños otorgaron su asentimiento tras recibir una explicación adaptada a su edad; ambos constan en un documento firmado por los padres. Los niños pudieron abandonar cualquier evaluación cuando lo desearon. Se garantizó la confidencialidad de los datos y el anonimato de los participantes. El estudio se llevó a cabo de conformidad con la Declaración de Helsinki (World Medical Association, 2025) y con las Normas de Ética en la Investigación en Ciencias del Deporte y del Ejercicio (Harriss et al., 2022).

Resultados

Cambios durante el ciclo escolar

Todas las variables aumentaron entre la medición inicial y la final (Tabla 1). Los mayores cambios se observaron en la EPP (*dz* = 1.02), la motricidad gruesa (*dz* = 0.73), la prelectura (*dz* = 0.66) y la motricidad fina (*dz* = 0.62). Los cambios fueron menores en el dominio cognitivo del Battelle (*dz* = 0.25, *p* = .051) y en el razonamiento no verbal (*dz* = 0.26, *p* = .036).

Tabla 1. Puntuaciones al inicio y al final del ciclo escolar

Variable	*n*	Inicio *M* (*DE*)	Final *M* (*DE*)	*t*	*p*	*dz*
EPP total	64	63.5 (9.1)	72.5 (5.5)	t(63) = 8.18	< .001	1.02
Battelle motora gruesa	64	93.9 (18.9)	108.6 (8.5)	t(63) = 5.88	< .001	0.73
Battelle motora fina	64	89.1 (17.3)	101.9 (19.1)	t(63) = 4.93	< .001	0.62
Battelle cognitiva	64	92.3 (17.2)	96.7 (14.9)	t(63) = 1.99	.051	0.25
Battelle comunicación	64	92.5 (18.1)	99.1 (16.2)	t(63) = 3.06	.003	0.38
TEMA-3 (ICM)	53	79.5 (16.3)	87.2 (16.6)	t(52) = 4.19	< .001	0.58
Raven CPM	68	14.0 (3.7)	15.1 (4.5)	t(67) = 2.14	.036	0.26
Prelectura	70	16.6 (4.6)	20.2 (5.2)	t(69) = 5.48	< .001	0.66

Nota: Battelle = Inventario de Desarrollo Battelle (puntuaciones típicas); EPP = Escala de Psicomotricidad en Preescolar (puntuación directa); TEMA-3 (ICM) = Índice de Competencia Matemática; Raven CPM = Matrices Progresivas Coloreadas (puntuación directa). En el jardín A, la EPP final coincidió con la inicial en 15 de 16 niños (véase el apartado Procedimiento).
Fuente: elaboración propia.

Relaciones al inicio del ciclo

Al inicio, la motricidad fina mostró correlaciones altas con el desarrollo cognitivo (ρ = .55) y la comunicación (ρ = .59), mientras que la motricidad gruesa mostró correlaciones moderadas (ρ = .38 en ambos casos; Tabla 2). La EPP se correlacionó con la comunicación (ρ = .39), el desarrollo cognitivo (ρ = .33) y el razonamiento no verbal (ρ = .31). La competencia matemática se correlacionó con el desarrollo cognitivo (ρ = .51), el razonamiento no verbal (ρ = .35) y la comunicación (ρ = .32), pero no con las variables motoras.

Tabla 2. Correlaciones de Spearman entre las variables al inicio del ciclo escolar

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8
1. EPP total	—							
2. Battelle motora gruesa	.19	—						
3. Battelle motora fina	.32**	.51**	—					
4. Battelle cognitiva	.33**	.38**	.55**	—				
5. Battelle comunicación	.39**	.38**	.59**	.67**	—			
6. TEMA-3 (ICM)	.25	.14	.27	.51**	.32*	—		
7. Raven CPM	.31*	.02	.23	.31*	.29*	.35*	—	
8. Prelectura	.16	.08	.24*	.28*	.24	.16	.31*	—

Nota: *n* entre 52 y 68 según el par de variables. EPP = Escala de Psicomotricidad en Preescolar; ICM = Índice de Competencia Matemática; Raven CPM = Matrices Progresivas *p < .05. **p < .01.
Fuente: elaboración propia.

Relación entre los cambios motores y cognitivos

El cambio en la motricidad fina se asoció con el cambio en el desarrollo cognitivo (ρ = .39, q = .011) y en la comunicación (ρ = .47, q = .001), y ambas asociaciones se mantuvieron tras ajustar por las puntuaciones iniciales, la edad, el sexo y el jardín (cognitivo: β = .41, IC 95% [.17, .65], p = .001, q = .010; comunicación: β = .40, IC 95% [.16, .63], p = .001, q = .010; Tabla 3 y Figura 1). El cambio en la motricidad gruesa se correlacionó con el cambio cognitivo (ρ = .31, p = .012), aunque la correlación no superó el control de la tasa de falsos descubrimientos (q = .060); en los modelos ajustados, sus asociaciones con el cambio cognitivo (β = .55, IC 95% [.08, 1.02], p = .022) y con la comunicación (β = .50, IC 95% [.04, .97], p = .034) fueron significativas sin corrección, pero no tras ella (q = .103).

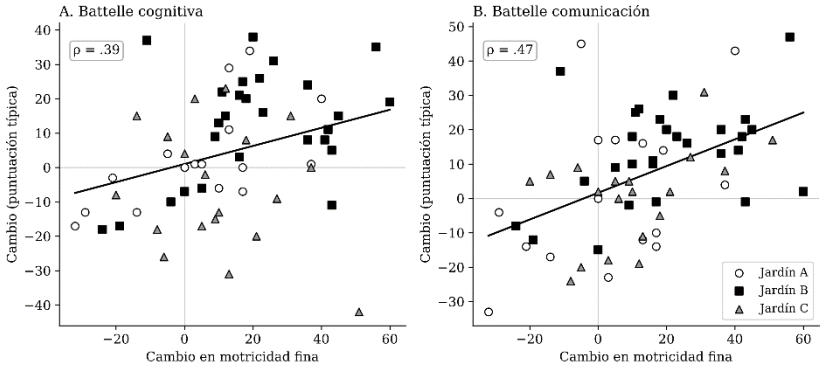
El cambio en la EPP no se correlacionó significativamente con ningún cambio cognitivo (ρ entre −.07 y .28; q ≥ .131). En los modelos ajustados, solo su asociación con la competencia matemática fue significativa sin corrección (β = .59, IC 95% [.06, 1.12], p = .030, n = 51), y no se mantuvo tras controlar la tasa de falsos descubrimientos (q = .103). Ningún cambio motor se asoció con el cambio en el razonamiento no verbal ni en la prelectura (ρ entre −.19 y .08).

Tabla 3. Asociaciones entre el cambio motor y el cambio cognitivo durante el ciclo escolar

Cambio motor	Cambio cognitivo	*n*	ρ	*q*	β ajustado [IC 95%]	*p*	*q*
EPP total	Battelle cognitiva	61	.19	.254	.36 [−.03, .74]	.070	.150
EPP total	Battelle comunicación	61	.24	.155	.30 [−.08, .67]	.119	.223
EPP total	TEMA-3 (ICM)	51	.28	.131	.59 [.06, 1.12]	.030	.103
EPP total	Raven CPM	63	.08	.670	.08 [−.41, .58]	.742	.742
EPP total	Prelectura	64	−.07	.670	.26 [−.17, .70]	.231	.380
Battelle motora gruesa	Battelle cognitiva	64	.31	.060	.55 [.08, 1.02]	.022	.103
Battelle motora gruesa	Battelle comunicación	64	.26	.131	.50 [.04, .97]	.034	.103
Battelle motora gruesa	TEMA-3 (ICM)	49	.17	.335	.36 [−.34, 1.07]	.303	.413
Battelle motora gruesa	Raven CPM	62	−.18	.254	.10 [−.50, .71]	.731	.742
Battelle motora gruesa	Prelectura	63	.00	.986	.18 [−.37, .73]	.523	.653
Battelle motora fina	Battelle cognitiva	64	.39	.011	.41 [.17, .65]	.001	.010
Battelle motora fina	Battelle comunicación	64	.47	.001	.40 [.16, .63]	.001	.010
Battelle motora fina	TEMA-3 (ICM)	49	.20	.254	.36 [.00, .72]	.051	.129
Battelle motora fina	Raven CPM	62	−.19	.254	.09 [−.23, .41]	.567	.654
Battelle motora fina	Prelectura	63	−.06	.670	.16 [−.12, .44]	.254	.380

Nota: ρ = correlación de Spearman entre puntuaciones de cambio (final − inicial). β = coeficiente estandarizado del cambio motor en una regresión del cambio cognitivo ajustada por las puntuaciones iniciales de ambas variables, la edad, el sexo y el jardín. *q* = valor *p* ajustado por la tasa de falsos descubrimientos (Benjamini-Hochberg) dentro de cada familia de 15 pruebas.
Fuente: elaboración propia.

Figura 1. Relación entre el cambio en la motricidad fina y el cambio en los dominios cognitivo y de comunicación



Nota: Puntuaciones típicas del Inventario de Desarrollo Battelle (*n* = 64). Cada punto representa a un niño; la línea es el ajuste lineal. El cambio se calculó como puntuación final − puntuación inicial.
Fuente: elaboración propia.

Precedencia temporal

En los modelos de panel cruzado, ningún coeficiente sobrevivió al control de la tasa de falsos descubrimientos ($q \geq .142$; Tabla 4). Sin corrección, el nivel inicial de motricidad fina anticipó la puntuación final en razonamiento no verbal (β = .30, $p = .025$) y, en el límite de la significación, en prelectura (β = .29, $p = .050$), mientras que algunos indicadores cognitivos iniciales anticiparon las puntuaciones motoras finales, por ejemplo el desarrollo cognitivo sobre la motricidad fina (β = .29, $p = .035$) y el razonamiento no verbal sobre la EPP (β = .32, $p = .009$). En conjunto, los datos no permiten establecer que un dominio preceda al otro.

Tabla 4. Modelos de panel cruzado entre variables motoras y cognitivas

Variable motora	Variable cognitiva	*n*	Motor → cognitivo β [IC 95%]	*p*	Cognitivo → motor β [IC 95%]	*p*
EPP total	Battelle cognitiva	61	−.05 [−.34, .23]	.706	.22 [−.03, .46]	.084
EPP total	Battelle comunicación	61	.04 [−.23, .32]	.753	.13 [−.16, .43]	.373
EPP total	TEMA-3 (ICM)	51	−.08 [−.33, .17]	.535	.14 [−.10, .39]	.241
EPP total	Raven CPM	63	.01 [−.26, .29]	.921	.32 [.08, .56]	.009
EPP total	Prelectura	64	.00 [−.30, .30]	.988	.12 [−.11, .34]	.310
Battelle motora gruesa	Battelle cognitiva	64	−.02 [−.30, .26]	.903	.10 [−.20, .39]	.516
Battelle motora gruesa	Battelle comunicación	64	.11 [−.13, .36]	.362	.15 [−.17, .48]	.352
Battelle motora gruesa	TEMA-3 (ICM)	49	−.06 [−.30, .18]	.601	.17 [−.14, .47]	.268
Battelle motora gruesa	Raven CPM	62	.19 [−.08, .46]	.166	.12 [−.18, .42]	.426
Battelle motora gruesa	Prelectura	63	.02 [−.27, .32]	.866	.13 [−.14, .40]	.322
Battelle motora fina	Battelle cognitiva	64	.07 [−.23, .37]	.641	.29 [.02, .56]	.035
Battelle motora fina	Battelle comunicación	64	−.09 [−.38, .19]	.506	.28 [−.03, .60]	.079
Battelle motora fina	TEMA-3 (ICM)	49	−.08 [−.33, .16]	.485	.28 [.00, .55]	.049
Battelle motora fina	Raven CPM	62	.30 [.04, .55]	.025	.14 [−.12, .40]	.278
Battelle motora fina	Prelectura	63	.29 [.00, .58]	.050	.19 [−.05, .43]	.124

Nota: Coeficientes estandarizados de la puntuación inicial de una variable sobre la puntuación final de la otra, ajustados por la puntuación inicial de la variable dependiente, la edad, el sexo y el jardín. Ningún coeficiente fue significativo tras el control de la tasa de falsos descubrimientos ($q \geq .142$).
Fuente: elaboración propia.

Discusión

Este estudio analizó si los cambios en la motricidad y en el desarrollo cognitivo ocurren juntos durante el último año de preescolar. El hallazgo principal es que los niños que más avanzaron en motricidad fina también avanzaron más en su desarrollo cognitivo y en la comunicación, y que esta relación se mantuvo al ajustar por el nivel inicial, la edad, el sexo y el jardín y tras controlar las comparaciones múltiples. Las asociaciones de la motricidad gruesa con el desarrollo cognitivo y la comunicación, y de la EPP con la competencia matemática, fueron significativas sin corrección, pero no se mantuvieron tras ella. Los avances motores no se relacionaron con los avances en razonamiento no verbal ni en prelectura.

El predominio de la motricidad fina coincide con la evidencia previa. El metaanálisis de Karle et al. (2026) encontró que la motricidad fina se asocia con las habilidades académico-cognitivas casi el doble que la gruesa, y los estudios longitudinales han mostrado que la motricidad fina predice el rendimiento en lectura y matemáticas (Khoury-Metanis y Khateb, 2024; Li et al., 2025) y el lenguaje (Winter et al., 2024). Nuestros datos agregan que la relación no solo se observa entre niveles, sino también entre cambios dentro de un mismo ciclo escolar: los niños progresan en ambos dominios a la vez. Este patrón es compatible con el trabajo de Kim et al. (2018), quienes siguieron durante dos ciclos escolares a 135 niños de jardín y 119 de primer grado y describieron relaciones dinámicas entre los procesos motores, cognitivos y matemáticos, cuyas influencias mutuas fueron más intensas en el jardín de niños que en grados posteriores; ello sitúa la etapa aquí estudiada como un periodo de acoplamiento particularmente estrecho entre dominios. Una explicación posible es que las actividades manipulativas, como trazar, recortar, ensamblar o contar objetos, exigen al mismo tiempo control motor, atención, planificación y lenguaje, de modo que la práctica en un dominio implica práctica en el otro (Diamond, 2000). No obstante, no todos los estudios encuentran asociaciones de esta magnitud: en niños de 6 años, la motricidad fina mostró correlaciones débiles con las funciones ejecutivas (Zhilyaeva et al., 2025).

Que los cambios ocurran de forma simultánea, sin que un dominio anticipe con claridad al otro, encaja con los modelos mutualistas del desarrollo, según los cuales distintas capacidades se refuerzan recíprocamente a lo largo del tiempo en lugar de depender de una única causa común. En 227 niños de 6 a 8 años, Kievit et al. (2019) encontraron que el vocabulario y el razonamiento se potenciaban mutuamente y que este acoplamiento era más fuerte en los niños más pequeños. Aunque ese trabajo no incluyó variables motoras, sugiere que en los primeros años los dominios del desarrollo están especialmente interconectados, lo que ayudaría a explicar por qué el progreso motor fino se acompaña de progreso cognitivo y comunicativo. Desde una perspectiva neurofuncional, un estudio reciente con electroencefalografía de alta densidad mostró que escribir a mano, a diferencia de teclear, genera patrones amplios de conectividad en regiones parietales y centrales en las bandas theta y alfa, que los autores vinculan con la memoria y la codificación de información nueva (Van der Weel y Van der Meer, 2024). Aunque se realizó con adultos jóvenes, este hallazgo respalda la idea de que los movimientos finos dirigidos a una

meta reclutan redes sensoriomotoras y cognitivas amplias, en línea con la interrelación entre el cerebelo y la corteza prefrontal propuesta por Diamond (2000).

La asociación con la comunicación fue, junto con la del desarrollo cognitivo, la más sólida del estudio, lo que coincide con la relación entre motricidad fina y vocabulario y narración descrita por Winter et al. (2024). La relación de la EPP con la competencia matemática fue significativa en el modelo ajustado sin corrección (β = .59), en línea con la revisión de Flores et al. (2023), pero se basó en 51 niños y no superó el control de comparaciones múltiples, por lo que requiere confirmarse en muestras más amplias. Algo similar ocurrió con la motricidad gruesa, cuya asociación con el desarrollo cognitivo y la comunicación fue más débil e inestable que la de la motricidad fina, lo que concuerda con el predominio de esta última descrito por Karle et al. (2026). La falta de una asociación sólida entre el cambio motor fino y el cambio en la competencia matemática global puede deberse a que esta relación depende del tipo de tarea: en 153 preescolares, la motricidad fina se relacionó con el conteo con los dedos y el cálculo, pero no con la estimación en la recta numérica, mientras que la gnosia digital se relacionó solo con la representación de cantidades con los dedos (Fischer et al., 2022). Asimismo, Kim et al. (2018) mostraron que la coordinación motora fina influye en las matemáticas de forma indirecta, a través de la integración visomotora. Un índice global como el ICM del TEMA-3, que combina tareas con exigencias motoras muy distintas, y una medida motora fina general como la del Battelle podrían, por tanto, diluir relaciones que son más específicas.

Los modelos de panel cruzado no permitieron establecer la dirección de la relación. Algunos coeficientes sin corregir apuntaban en ambas direcciones (el nivel inicial de motricidad fina anticipaba el razonamiento no verbal y el nivel cognitivo inicial anticipaba el progreso motor), pero ninguno sobrevivió al control de comparaciones múltiples. Esto concuerda con las limitaciones de los diseños con dos mediciones (Lucas, 2023) y con la propuesta de que motricidad y cognición se desarrollan de forma recíproca (Diamond, 2000). Los modelos bivariados de puntuaciones de cambio latente permiten estimar al mismo tiempo el acoplamiento entre dominios y la dinámica propia de cada uno, siempre que se disponga de tres o más mediciones (Kievit et al., 2018), y constituyen el paso natural para estudios futuros. La evidencia experimental, como la de Capio et al. (2024), sigue siendo la vía más sólida para establecer causalidad.

Una alternativa que debe considerarse es la varianza compartida por el método. La motricidad fina y los dominios cognitivo y de comunicación se midieron con el mismo instrumento y, probablemente, por el mismo evaluador, lo que puede inflar sus correlaciones (Podsakoff et al., 2024). Que la EPP, un instrumento distinto, mostrara asociaciones más débiles es compatible con esta posibilidad, aunque también puede reflejar que, en uno de los jardines, sus puntuaciones finales repitieron las iniciales en casi todos los niños, lo que anula el cambio observado en ese grupo y atenúa sus correlaciones. La ausencia de relación con el razonamiento no verbal y la prelectura puede reflejar que estas pruebas cambiaron poco o que sus puntuaciones de cambio tienen menor fiabilidad (Gu et al., 2021). Además, la contribución de la motricidad fina a la lectura inicial parece depender de las funciones ejecutivas y de las habilidades específicas del dominio lector (Khoury-Metanis y Khateb, 2024; Malone et al., 2022). A ello se suma que, según una revisión de alcance reciente sobre 14 instrumentos para evaluar la motricidad fina en preescolares con desarrollo típico, la mayoría carece de evidencias de validez suficientes en esta población, no existe un estándar de referencia y solo el Beery VMI y el MABC han recibido una validación exhaustiva (Zhang et al., 2025). Combinar estas pruebas con medidas cognitivas aplicadas por evaluadores independientes reduciría la varianza compartida y permitiría distinguir la destreza manual de la integración visomotora.

Evidencia experimental reciente y factores contextuales

Los ensayos más recientes aportan matices sobre la posible causalidad de estas relaciones. En 45 niños alemanes de 5 a 6 años, un programa de cuatro semanas centrado exclusivamente en la destreza manual produjo mejoras individuales fiables en la memoria de trabajo verbal y en la atención selectiva en una proporción de niños mayor que en el grupo control, pero no mejoró la inhibición, la flexibilidad cognitiva ni las habilidades precursoras de las matemáticas (Stuhr et al., 2025). De forma similar, una intervención de 12 semanas basada en habilidades motrices fundamentales mejoró la memoria de trabajo, pero no el control inhibitorio ni la flexibilidad cognitiva, en 80 preescolares chinos (Hao et al., 2025), y un entrenamiento cognitivo-motor combinado mejoró las funciones ejecutivas y la capacidad de doble tarea en niños de 5 a 6 años (Laatar et al., 2026). En el plano agregado, un metaanálisis de intervenciones de

actividad física con exigencia cognitiva estimó un efecto pequeño a moderado sobre las funciones ejecutivas (DME = 0.32), mayor en los programas basados en habilidades motrices fundamentales (DME = 0.49) y en los aplicados más de dos veces por semana (DME = 0.89), aunque con una heterogeneidad muy alta (Mao et al., 2024). En conjunto, estos estudios indican que la práctica motora puede transferirse a algunos procesos cognitivos, sobre todo a la memoria de trabajo y la atención, pero que esa transferencia es selectiva y varía entre niños. Este patrón concuerda con lo observado aquí: asociaciones con dominios amplios, como el cognitivo y el comunicativo, y ausencia de relación con medidas más específicas, como el razonamiento no verbal y la prelectura.

Otro factor emergente es la exposición a pantallas. En un estudio longitudinal con 141 preescolares, un mayor uso de medios con pantalla anticipó un peor desarrollo posterior de la motricidad fina, incluso tras controlar la escolaridad de los padres, la memoria de trabajo y el vocabulario (Martzog y Suggate, 2022). Si la motricidad fina progresa junto con la cognición y el lenguaje, como sugieren nuestros datos, la sustitución de actividades manipulativas por el uso pasivo de pantallas podría tener consecuencias que van más allá de lo motor. Este aspecto no se midió en el presente estudio y merece atención en México, donde casi uno de cada cinco niños de 24 a 59 meses no alcanza un desarrollo adecuado (Vázquez-Salas et al., 2023). Además, los déficits motores finos pueden ser frecuentes en grupos vulnerables: en 237 preescolares con problemas de conducta externalizante, alrededor del 59% mostró déficits limítrofes o significativos en la manipulación, y las puntuaciones motoras finas se asociaron con la preparación escolar (Karimi et al., 2026). Ello apoya incluir la motricidad fina en el tamizaje del desarrollo al final del preescolar.

Implicaciones educativas

Desde el punto de vista educativo, los resultados respaldan propuestas que integren actividades de motricidad fina con contenidos cognitivos y de lenguaje en el preescolar, en lugar de tratarlos como áreas separadas. Este enfoque es coherente con la evidencia de que las intervenciones motrices mejoran la función cognitiva y las funciones ejecutivas en la primera infancia (Jiang et al., 2026; Li et al., 2026; Liu et al., 2026) y de que los programas de intervención en preescolar mejoran las habilidades motrices fundamentales (Fernández-Valero et al., 2023). Los programas basados en juegos sociomotrices o en juego motor con exigencias de autorregulación también han mejorado las funciones ejecutivas y la autorregulación de preescolares (Bedoya Salazar et al., 2024; Ibrahim et al., 2025).

La integración, más que la simple suma de actividades, parece ser la clave. En un ensayo aleatorizado por grupos con 120 preescolares, quienes aprendieron contenidos numéricos mediante movimientos relacionados con la tarea superaron a quienes realizaron actividad física no integrada, a quienes solo observaron los movimientos y a quienes recibieron enseñanza convencional sedentaria (Mavilidi et al., 2018). El uso de materiales manipulativos en la enseñanza de las matemáticas también muestra efectos pequeños a moderados frente a la instrucción basada solo en símbolos abstractos (Carbonneau et al., 2013). En cambio, añadir actividades de alfabetización física sin instrucción motriz específica mejoró solo algunas habilidades motrices finas y gruesas en un ensayo de seis meses con 314 preescolares (Telford et al., 2022). En la práctica, esto sugiere planificar sesiones breves y frecuentes, idealmente más de dos por semana (Mao et al., 2024), en las que el trazo, el recorte, el ensamblaje o el conteo con objetos se vinculen de forma explícita con el vocabulario, la narración y el contenido numérico, y preservar la práctica de la escritura a mano frente al uso de dispositivos digitales (Van der Weel y Van der Meer, 2024).

Limitaciones y fortalezas

El estudio tiene limitaciones. Solo hubo dos mediciones, lo que impide separar las diferencias estables entre niños de los cambios intraindividuales y establecer la dirección de las relaciones. La muestra fue pequeña y procede de solo tres jardines; aunque el jardín se incluyó como covariable, las relaciones exploradas por jardín no fueron homogéneas (por ejemplo, entre motricidad fina y desarrollo cognitivo, $\rho = .63$, .30 y −.13 en los jardines A, B y C), por lo que no puede descartarse que dependan del contexto. En el jardín A, la EPP final coincidió con la inicial en 15 de 16 niños, lo que probablemente refleja un error de registro; estas puntuaciones se conservaron en los análisis, lo que puede haber subestimado el cambio en la EPP y sus asociaciones. Las puntuaciones de cambio tienen error de medida y la varianza compartida por el método puede haber inflado algunas asociaciones. Tampoco se midieron las funciones

ejecutivas, el nivel socioeconómico de las familias ni el tiempo de pantalla, que podrían mediar o confundir las relaciones observadas (Khoury-Metanis y Khateb, 2024; Martzog y Suggate, 2022), y la medida de motricidad fina del Battelle no figura entre los instrumentos con mayor evidencia de validez en preescolares con desarrollo típico (Zhang et al., 2025). Entre las fortalezas destacan el uso de varios instrumentos estandarizados, el análisis de cambios dentro de un mismo ciclo escolar, el ajuste por el nivel inicial y el control de comparaciones múltiples.

Conclusiones

Este estudio analizó si los cambios en la motricidad gruesa y fina durante el último año de preescolar se asociaban con los cambios cognitivos, comunicativos, matemáticos, de razonamiento no verbal y de prelectura. Los resultados permiten concluir que los niños que más progresaron en motricidad fina fueron también quienes más progresaron en su desarrollo cognitivo ($\beta = .41$) y en la comunicación ($\beta = .40$), con independencia de su nivel inicial, la edad, el sexo y el jardín al que asistían, y que estas asociaciones se mantuvieron tras controlar las comparaciones múltiples. En consecuencia, la primera hipótesis se confirmó de forma parcial y la segunda se confirmó: la motricidad fina, y no la gruesa, fue el dominio motor que acompañó de manera consistente el progreso cognitivo y comunicativo.

Las asociaciones de la motricidad gruesa y de la psicomotricidad global con el desarrollo cognitivo, la comunicación y la competencia matemática no se mantuvieron tras controlar las comparaciones múltiples, y los cambios motores no se relacionaron con los cambios en razonamiento no verbal ni en prelectura. Tampoco se confirmó la tercera hipótesis, ya que los modelos de panel cruzado no mostraron que el nivel motor inicial anticipara el cambio cognitivo, ni a la inversa. Los datos describen, por tanto, un progreso simultáneo de ambos dominios y no permiten afirmar una relación causal.

La principal aportación del estudio es mostrar que la relación entre motricidad fina y cognición no solo se observa al comparar a niños con distinto nivel, sino que se manifiesta en el cambio que cada niño experimenta a lo largo de un ciclo escolar, que es la escala temporal en la que se toman las decisiones pedagógicas. Además, se trata de evidencia procedente de jardines públicos del norte de México, un contexto poco representado en la investigación sobre desarrollo motor y cognitivo.

Para los profesionales de la educación física y la psicomotricidad en la educación infantil, estos resultados indican que la motricidad fina merece un lugar propio en la planificación, junto con el trabajo de las habilidades motrices fundamentales que suele predominar en las sesiones. Se recomienda diseñar tareas manipulativas, como trazar, recortar, ensartar, ensamblar, contar o clasificar objetos, que se vinculen de forma explícita con el vocabulario, la narración y el contenido numérico, y valorar la motricidad fina al inicio y al final del ciclo como un indicador del progreso global del niño.

Futuros estudios deberían incluir tres o más mediciones, evaluadores independientes para cada dominio y controles de calidad en el registro de los datos, así como diseños experimentales que pongan a prueba si los programas de motricidad fina integrados en el aula mejoran el desarrollo cognitivo y comunicativo de los preescolares mexicanos.

Financiación

Esta investigación no recibió financiamiento específico.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de interés.

Declaración de uso de inteligencia artificial

Durante la preparación de este manuscrito se utilizó Claude (Anthropic, 2026) como apoyo en la redacción y la revisión de estilo de los apartados introducción, discusión y conclusiones. El autor revisó, verificó y asume la responsabilidad total del contenido.

Afiliación de los autores

David Arnoldo García-Fernández: Universidad Autónoma de Chihuahua (México).

Referencias

Anthropic. (2026). Claude (versión Sonnet 5) [Modelo de lenguaje grande]. https://claude.ai

Bao, R., Wade, L., Leahy, A. A., Owen, K. B., Hillman, C. H., Jaakkola, T., & Lubans, D. R. (2024). Associations between motor competence and executive functions in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine, 54*(8), 2141–2156. https://doi.org/10.1007/s40279-024-02040-1

Bedoya Salazar, D. M., Mazuera Quiceno, C. A., & Arteaga, Á. P. (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.v54.100575

Benjamini, Y., & Hochberg, Y. (1995). Controlling the false discovery rate: A practical and powerful approach to multiple testing. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological), 57*(1), 289–300. https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1995.tb02031.x

Capio, C. M., Mendoza, N. B., Jones, R. A., Masters, R. S. W., & Lee, K. (2024). The contributions of motor skill proficiency to cognitive and social development in early childhood. *Scientific Reports, 14*, Artículo 27956. https://doi.org/10.1038/s41598-024-79538-1

Carbonneau, K. J., Marley, S. C., & Selig, J. P. (2013). A meta-analysis of the efficacy of teaching mathematics with concrete manipulatives. *Journal of Educational Psychology, 105*(2), 380–400. https://doi.org/10.1037/a0031084

de la Cruz, M. V. (2002). *Pruebas de lectura: Niveles 1 y 2*. TEA Ediciones.

de la Cruz, M. V., & Mazaira, M. C. (1995). *EPP: Escala de evaluación de la psicomotricidad en preescolar* (2.ª ed.). TEA Ediciones.

Diamond, A. (2000). Close interrelation of motor development and cognitive development and of the cerebellum and prefrontal cortex. *Child Development, 71*(1), 44–56. https://doi.org/10.1111/1467-8624.00117

Draper, C. E., Yousafzai, A. K., McCoy, D. C., Cuartas, J., Obradović, J., Bhopal, S., Fisher, J., Jeong, J., Klingberg, S., Milner, K., Pisani, L., Roy, A., Seiden, J., Sudfeld, C. R., Wrottesley, S. V., Fink, G., Nores, M., Tremblay, M. S., & Okely, A. D. (2024). The next 1000 days: Building on early investments for the health and development of young children. *The Lancet, 404*(10467), 2094–2116. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01389-8

Fernández-Valero, P. B., Soto-Sánchez, J., & Muñoz Lara, M. (2023). Efectos de intervenciones sobre las habilidades motoras fundamentales y actividad física en preescolares: Revisión sistemática. *Retos, 48*, 94–100. https://doi.org/10.47197/retos.v48.96549

Fischer, U., Suggate, S. P., & Stoeger, H. (2022). Fine motor skills and finger gnosia contribute to preschool children's numerical competencies. *Acta Psychologica, 226*, Artículo 103576. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2022.103576

Flores, P., Coelho, E., Mourão-Carvalhal, M. I., & Forte, P. (2023). Association between motor and math skills in preschool children with typical development: Systematic review. *Frontiers in Psychology, 14*, Artículo 1105391. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1105391

Franco, S., da Rocha Fernandes, V., Teixeira Guimarães, T., & Camaz Deslandes, A. (2026). Relación entre los componentes de la aptitud física, las funciones ejecutivas y las habilidades socioemocionales en niños en edad escolar. *Retos, 83*, 697–710. https://doi.org/10.47197/retos.v83.119799

Ginsburg, H. P., & Baroody, A. J. (2007). *TEMA-3: Test de competencia matemática básica* (M. C. Núñez del Río e I. Lozano Guerra, Adapts.). TEA Ediciones. (Obra original publicada en 2003)

González-Bustos, J. B., Cervantes-Hernández, N., Domínguez-Esparza, S., Quintana-Mendias, E., & Molina-Jacquez, R. G. (2024). La psicomotricidad en el proceso de lecto escritura en niños de preescolar. *Revista Mexicana de Ciencias de la Cultura Física, 3*(7), 20–30. https://doi.org/10.54167/rmccf.v3i7.1414

Gu, Z., Emons, W. H. M., & Sijtsma, K. (2021). Estimating difference-score reliability in pretest-posttest settings. *Journal of Educational and Behavioral Statistics, 46*(5), 592–610. https://doi.org/10.3102/1076998620986948

Han, X., Zhao, M., Kong, Z., & Xie, J. (2022). Association between fundamental motor skills and executive function in preschool children: A cross-sectional study. *Frontiers in Psychology, 13*, Artículo 978994. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.978994

Hao, Y., Kong, L., Wang, X., & Yu, X. (2025). The impact of structured motor learning intervention on preschool children's executive functions. *Scientific Reports, 15*, Artículo 18167. https://doi.org/10.1038/s41598-025-01385-5

Harriss, D. J., Jones, C., & MacSween, A. (2022). Ethical standards in sport and exercise science research: 2022 update. *International Journal of Sports Medicine, 43*(13), 1065–1070. https://doi.org/10.1055/a-1957-2356

Ibrahim, A., Jasim, A. G., Hawar, A. B., Ghaeb, Y. F., & Alsamarae, M. S. K. (2025). Efecto del juego motor con inversión visual inspirado en el HTKS-R sobre la autorregulación y las habilidades motoras en niños en edad preescolar. *Retos, 73*, 1145–1155. https://doi.org/10.47197/retos.v73.117771

Jiang, S., Zeng, N., Ng, J. Y. Y., Chong, K. H., Zeng, T., Leung, S. K. Y., & Ha, A. S. (2026). Effects of physical activity interventions on fundamental movement skills and cognitive function in early childhood: A systematic review and network meta-analysis. *Journal of Sport and Health Science, 15*, Artículo 101085. https://doi.org/10.1016/j.jshs.2025.101085

Jylänki, P., Mbay, T., Hakkarainen, A., Sääkslahti, A., & Aunio, P. (2022). The effects of motor skill and physical activity interventions on preschoolers' cognitive and academic skills: A systematic review. *Preventive Medicine, 155*, Artículo 106948. https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2021.106948

Karimi, A., Contino, K., Poznanski, B., Flores, H., Hart, K. C., & Nelson, E. L. (2026). The prevalence of fine motor skill deficits in preschoolers with externalizing behavior problems: Implications for early screening and school readiness. *Perceptual and Motor Skills*. Publicación anticipada en línea. https://doi.org/10.1177/00315125261446366

Karimi, A., Poznanski, B., Hart, K. C., & Nelson, E. L. (2025). Fine motor skills, executive function, and school readiness in preschoolers with externalizing behavior problems. *Behavioral Sciences, 15*(5), Artículo 708. https://doi.org/10.3390/bs15050708

Karle, V. L., Suggate, S. P., Winter, R. E., & Stoeger, H. (2026). When fine is large and gross is small: A meta-analysis of links between fine and gross motor skills with academic-cognitive skills. *Educational Psychology Review, 38*(1), Artículo 73. https://doi.org/10.1007/s10648-026-10161-4

Katanić, B., Aleksić Veljković, A., Radaković, R., Mujanović, R., & Prvulović, N. (2025). The association between motor abilities and movement skills with cognitive abilities in preschool children. *Retos, 65*, 579–588. https://doi.org/10.47197/retos.v65.111375

Khoury-Metanis, A., & Khateb, A. (2024). Executive functions mediate fine motor skills' contribution to literacy achievement: A longitudinal study of Arabic-speaking children. *Reading and Writing, 37*(3), 731–755. https://doi.org/10.1007/s11145-023-10429-z

Kievit, R. A., Brandmaier, A. M., Ziegler, G., van Harmelen, A.-L., de Mooij, S. M. M., Moutoussis, M., Goodyer, I. M., Bullmore, E., Jones, P. B., Fonagy, P., Lindenberger, U., & Dolan, R. J. (2018). Developmental cognitive neuroscience using latent change score models: A tutorial and applications. *Developmental Cognitive Neuroscience, 33*, 99–117. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.11.007

Kievit, R. A., Hofman, A. D., & Nation, K. (2019). Mutualistic coupling between vocabulary and reasoning in young children: A replication and extension of the study by Kievit et al. (2017). *Psychological Science, 30*(8), 1245–1252. https://doi.org/10.1177/0956797619841265

Kim, H., Duran, C. A. K., Cameron, C. E., & Grissmer, D. (2018). Developmental relations among motor and cognitive processes and mathematics skills. *Child Development, 89*(2), 476–494. https://doi.org/10.1111/cdev.12752

Laatar, R., Harrabi, M. A., Touil, A., Borji, R., Rebai, H., & Sahli, S. (2026). Cognitive–motor training promotes dual-task skills and executive functions in preschool children: A randomized controlled trial. *Sport Sciences for Health, 22*, 251. https://doi.org/10.1007/s11332-026-01838-y

Li, Y., Ler, H. Y., Zhang, D., & Su, L. (2026). Fundamental motor skill interventions significantly improve executive functions and social–emotional competence in preschoolers: A meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 16*, Artículo 1721589. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1721589

Li, Y., Wu, X., Ye, D., Zuo, J., & Liu, L. (2025). Research progress on the relationship between fine motor skills and academic ability in children: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Sports and Active Living, 6*, Artículo 1386967. https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1386967

Liu, W., Wang, Z., Yi, J., & Li, X. (2026). The effects of physical activity on executive function in preschool children: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Frontiers in Psychology, 17*, Artículo 1882118. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2026.1882118

Lucas, R. E. (2023). Why the cross-lagged panel model is almost never the right choice. *Advances in Methods and Practices in Psychological Science, 6*(1), Artículo 25152459231158378. https://doi.org/10.1177/25152459231158378

Malone, S. A., Pritchard, V. E., & Hulme, C. (2022). Domain-specific skills, but not fine-motor or executive function, predict later arithmetic and reading in children. *Learning and Individual Differences, 95*, Artículo 102141. https://doi.org/10.1016/j.lindif.2022.102141

Mao, F., Huang, F., Zhao, S., & Fang, Q. (2024). Effects of cognitively engaging physical activity interventions on executive function in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 15*, Artículo 1454447. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1454447

Martzog, P., & Suggate, S. P. (2022). Screen media are associated with fine motor skill development in preschool children. *Early Childhood Research Quarterly, 60*, 363–373. https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2022.03.010

Mavilidi, M. F., Okely, A. D., Chandler, P., Domazet, S. L., & Paas, F. (2018). Immediate and delayed effects of integrating physical activity into preschool children's learning of numeracy skills. *Journal of Experimental Child Psychology, 166*, 502–519. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2017.09.009

Mulder, J. D., & Hamaker, E. L. (2021). Three extensions of the random intercept cross-lagged panel model. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal, 28*(4), 638–648. https://doi.org/10.1080/10705511.2020.1784738

Newborg, J., Stock, J. R., & Wnek, L. (1996). *Inventario de Desarrollo Battelle* (M. V. de la Cruz y M. González, Adapts.). TEA Ediciones. (Obra original publicada en 1984)

Paz García, D. S., Jiménez Lira, C., Benavides Pando, E. V., Susperreguy, M. I., Gashaj, V., Blanco Vega, H., Mondaca Fernández, F., & Soto Valenzuela, M. C. (2026). Parental perceptions and family role in promoting physical activity in early childhood: A qualitative study. *Sportis. Scientific Journal of School Sport, Physical Education and Psychomotricity, 12*(1), 1–21. https://doi.org/10.17979/sportis.2026.12.1.12119

Podsakoff, P. M., Podsakoff, N. P., Williams, L. J., Huang, C., & Yang, J. (2024). Common method bias: It's bad, it's complex, it's widespread, and it's not easy to fix. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior, 11*, 17–61. https://doi.org/10.1146/annurev-orgpsych-110721-040030

Priyadi, A. T., Wati, I. D. P., Amir, A., Siringo-ringo, T. G., Yuliana, Y. G. S., Khory, F. D., Sasataman B, P., Ghasya, D. A. V., Dafun, P. B., Jr., & Haetemi, M. (2024). ¿Cómo son las habilidades motrices y la preparación para la escritura en los niños? Una revisión bibliográfica. *Retos, 61*, 141–147. https://doi.org/10.47197/retos.v61.109558

Raven, J. C., Court, J. H., & Raven, J. (1993). *Test de matrices progresivas: Escalas coloreada, general y avanzada. Manual* (J. Piatigorsky, Trad.). Paidós.

Sagñay Yánez, R. G., Borja Cárdenas, B. B., & León-Reyes, B. B. (2026). Expresión corporal como predictor de psicomotricidad en Educación Inicial: Revisión sistemática. *Retos, 80*, 1202–1212. https://doi.org/10.47197/retos.v80.118783

Stuhr, C., Hughes, C. M. L., & Stöckel, T. (2025). Effectiveness of a manual dexterity training program to improve executive functioning in preschool children: An individual difference analysis. *Frontiers in Cognition, 4*, Artículo 1433759. https://doi.org/10.3389/fcogn.2025.1433759

Telford, R. M., Olive, L. S., & Telford, R. D. (2022). The effect of a 6-month physical literacy intervention on preschool children's gross and fine motor skill: The Active Early Learning randomised controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport, 25*(8), 655–660. https://doi.org/10.1016/j.jsams.2022.04.009

Van der Weel, F. R., & Van der Meer, A. L. H. (2024). Handwriting but not typewriting leads to widespread brain connectivity: A high-density EEG study with implications for the classroom. *Frontiers in Psychology, 14*, Artículo 1219945. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1219945

Vázquez-Salas, R. A., Villalobos, A., Pérez-Reyes, M. del R., Barrientos-Gutiérrez, T., & Hubert, C. (2023). Desarrollo infantil temprano, sus determinantes y disciplina en la niñez mexicana: Ensanut 2022. *Salud Pública de México, 65*(Supl. 1), s45–s54. https://doi.org/10.21149/14824

von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., & Vandenbroucke, J. P. (2007). The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: Guidelines for reporting observational studies. *The Lancet, 370*(9596), 1453–1457. https://doi.org/10.1016/S0140-6736(07)61602-X

Wang, L., & Wang, L. (2024). Relationships between motor skills and academic achievement in school-aged children and adolescents: A systematic review. *Children, 11*(3), Artículo 336. https://doi.org/10.3390/children11030336

Winter, R. E., Stoeger, H., & Suggate, S. P. (2024). Fine motor skills and their link to receptive vocabulary, expressive vocabulary, and narrative language skills. *First Language, 44*(3), 244–263. https://doi.org/10.1177/01427237241233084

World Medical Association. (2025). World Medical Association Declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human participants. *JAMA, 333*(1), 71–74. https://doi.org/10.1001/jama.2024.21972

Zhang, B., Lin, Z., & Li, C. (2025). Fine motor skills assessment instruments for preschool children with typical development: A scoping review. *Frontiers in Psychology, 16*, Artículo 1620235. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2025.1620235

Zhilyaeva, T. V., Tolstobrova, E. M., Silantyeva, O. M., Nasonova, U. A., Brak, I. V., Borisov, V. Yu., Taraday, Yu. M., & Borisova, A. M. (2025). Assessment of motor skills associations with executive functioning in children of senior preschool age. *Psychological Science and Education, 30*(3), 18–32. https://doi.org/10.17759/pse.2025300302

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

David Arnoldo García-Fernández dgarcia@uach.mx Autor/a