

Efecto del entrenamiento cognitivo en la planificación en niños y niñas escolares

Carolina Robledo-Castro, Mg.^a

Gimena Rocío Ramírez-Suárez, Mg.^b

Luz Helena Rodríguez-Rodríguez, Mg.^c

Universidad del Tolima, Colombia

 crobledoc@ut.edu.co

Resumen

Las funciones ejecutivas, como la planificación secuencial, son procesos cognitivos esenciales para el comportamiento orientado a metas. Su desarrollo temprano es clave para el desempeño académico y cotidiano. Este estudio evaluó el efecto de un entrenamiento cognitivo computarizado de ocho semanas sobre la planificación secuencial, comparado con un entrenamiento de lápiz y papel. Se realizó un ensayo controlado aleatorizado con 57 estudiantes de grado tercero de instituciones educativas públicas, asignados a un grupo experimental (entrenamiento computarizado) y a un grupo control activo (entrenamiento de lápiz y papel). Los resultados indicaron que el entrenamiento computarizado produjo mejoras significativas en las habilidades de planificación en comparación con el grupo control. Estos hallazgos respaldan la implementación de programas digitales como estrategia eficaz para promover el desarrollo de funciones ejecutivas en general y de la planificación secuencial en particular.

Palabras clave

Cognición; desarrollo del niño; proceso de aprendizaje; función ejecutiva.

Tesaurus

Tesaurus de Ciencias Sociales de la Unesco.

Para citar este artículo

Robledo-Castro, C., Ramírez-Suárez, G. R., & Rodríguez-Rodríguez, L. H. (2025). Efecto del entrenamiento cognitivo en la planificación en niños y niñas escolares. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 23(3), 1-35. <https://doi.org/10.11600/rllcsnj.23.3.6960>

Historial

Recibido: 19.02.2025

Aceptado: 05.05.2025

Publicado: 19.08.2025

Información artículo

Este artículo se deriva del proyecto «Eficacia de un programa de entrenamiento y estimulación cognitiva a través de una plataforma digital para mejorar las funciones ejecutivas en los niños de grado tercero de la IE públicas de la comuna 1 de Ibagué» que se realizó entre abril de 2019 y Junio de 2024. Estudio adscrito al grupo de Currículo, Universidad y Sociedad, categorizado A1 en Minciencias. Financiación. Universidad del Tolima, con Código 50119. Área: ciencias sociales. Subárea: psicología, educación.

Effect of cognitive training on planning by school-aged children

Abstract

Executive functions like sequential planning are essential cognitive processes for goal-oriented behavior. Early development of these skills is crucial for academic performance and everyday life. This study evaluated the effect of an eight-week computerized cognitive training program on children's sequential planning skills compared to a traditional paper-and-pencil training program. A controlled trial was conducted with 57 Third Grade students from public schools. The children were randomly assigned to either an experimental group (computerized training) or an active control group (paper-and-pencil training). The results showed that the computerized training led to significant improvements in planning skills compared to the control group. These findings support the use of digital programs as an effective strategy to foster the development of executive functions.

Keywords

Cognition; child development; learning process; executive function.

Efeito do treinamento cognitivo no planejamento em crianças em idade escolar


Resumo

As funções executivas, como o planejamento sequencial, são processos cognitivos essenciais para um comportamento orientado a objetivos. O desenvolvimento precoce dessas habilidades é fundamental para o desempenho acadêmico e cotidiano. Este estudo avaliou o efeito de um treinamento cognitivo computadorizado de oito semanas no planejamento sequencial, comparado a um treinamento tradicional com papel e lápis. Foi realizado um ensaio controlado, envolvendo 57 alunos do terceiro ano de escolas públicas, atribuídos aleatoriamente a um grupo experimental (treinamento computadorizado) e a um grupo de controle ativo (treinamento com papel e lápis). Os resultados indicaram que o treinamento computadorizado gerou melhorias significativas nas habilidades de planejamento em comparação ao grupo de controle. Esses achados apoiam a implementação de programas digitais como uma estratégia eficaz para promover o desenvolvimento das funções executivas.

Palavras-chave

Cognição; desenvolvimento infantil; processo de aprendizagem; função executiva.

Información autoras

(a) Candidata a Doctora en Ciencias Cognitivas, Universidad Autónoma de Manizales. Magíster en Desarrollo Humano y Educación, Universidad de Manizales-Cinde. Psicóloga, Universidad Católica de Pereira.  [0000-0002-8494-5305](https://orcid.org/0000-0002-8494-5305). H5: 10. Correo electrónico: crobledoc@ut.edu.co

(b) Magíster en Gestión de la Tecnología Educativa, Universidad de Santander. Licenciada en Educación Especial, Corporación Universitaria Iberoamericana.  [0009-0004-8289-2969](https://orcid.org/0009-0004-8289-2969). H5: 0. Correo electrónico: gdraramirezs@ut.edu.co

(c) Magíster en Educación, Universidad del Tolima. Licenciada en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, Universidad del Tolima.  [0009-0008-5448-692X](https://orcid.org/0009-0008-5448-692X). H5: 8. Correo electrónico: lrodriguez@ut.edu.co

Introducción

Las funciones ejecutivas se constituyen en una temática de alto interés y relevancia, respaldada por una amplia producción intelectual que ha sido realizada en diferentes disciplinas. No obstante, aún no se ha llegado a un consenso entre los autores frente a su conceptualización y clasificación, considerando la existencia de más de 50 clasificaciones realizadas desde distintas estrategias manipulación de variables en contextos de experimentación, aplicación de pruebas psicométricas y de estudios con seres humanos (Cadavid-Ruiz *et al.*, 2008; Tirapu *et al.*, 2018).

Múltiples modelos han sido propuestos para explicar los componentes y dimensiones centrales de las funciones ejecutivas (Cadavid-Ruiz *et al.*, 2008; Robledo-Castro & Ramírez-Suárez, 2023). En varios de aquellos, la planificación ha sido considerada como uno de los procesos fundamentales del funcionamiento ejecutivo. Entre los modelos explicativos se destacan el modelo de los cuatro dominios de Lezak (1982), el modelo del sistema de control atencional de Posner y Petersen (1990), el modelo de síntesis trans-temporal de Fuster (2000), el modelo de resolución de problemas de Zelazo (1999) y el modelo de autorregulación propuesto por Anderson (2008). Sin embargo, el más ampliamente abordado en la literatura es el propuesto por Miyake *et al.* (2000), basado en análisis factorial. Este describe cómo los procesos ejecutivos adquieren roles especializados y, a su vez, interactúan de manera conjunta y complementaria en la resolución de tareas complejas. Este modelo identifica tres procesos ejecutivos centrales: memoria de trabajo, control inhibitorio y flexibilidad cognitiva. Según la literatura, a partir de estos, emergen funciones de orden superior como el razonamiento y la planificación (Diamond, 2013).

En una revisión reciente, Laureys *et al.* (2022) actualizaron el análisis factorial sugerido por Miyake *et al.* (2000), considerando la edad evolutiva como un factor determinante a la hora de definir la estructura factorial del funcionamiento ejecutivo. A partir de este trabajo, reconocieron a la planificación como un cuarto factor; este guardaría íntima dependencia con los tres factores anteriormente descritos. Los autores también indicaron que, durante la niñez, la estructura factorial sería más unidimensional, y que

sería a partir de los 12 años que se podría distinguir con mayor claridad el nivel de desarrollo de estos cuatro factores del funcionamiento ejecutivo.

A partir de estos planteamientos se puede afirmar la preeminencia de estas tres funciones en común: memoria de trabajo, inhibición y flexibilidad cognitiva, siendo esta última —junto con la planificación— considerada como una función de orden superior (Montuori *et al.*, 2023). Lo anterior, debido a que la flexibilidad cognitiva es la capacidad que tiene una persona para cambiar sus representaciones, modelos mentales y esquemas de acción y pensamiento, de manera que pueda alternar y plantear alternativas de respuesta frente a las demandas del entorno y pueda resolver problemas (Flores & Ostrosky, 2012; Lozano & Ostrosky, 2011). Por su parte, la planificación ha adquirido relevancia puesto que permite la generación y permanencia de secuencias de paso adecuadas para la resolución de una tarea o actividad específica (Injoque-Ricle *et al.*, 2017; Stelzer *et al.*, 2016); ello en tanto que es un proceso cognitivo que le permite a las personas generar nuevas iniciativas y concepciones necesarias para planificar acciones en las tareas de avance y de aproximación de una manera eficiente y estratégica (Díaz & Guevara, 2016; Schröer *et al.*, 2023).

Precisamente, en algunas clasificaciones de las funciones ejecutivas (Anderson, 2002, 2008; Diamond, 2012) se establece que la planificación es un componente integrativo de las demás; así mismo, que estas no operan de manera independiente, dado que, a la hora de planificar una actividad o tarea de manera eficaz, se hace necesario analizar alternativas posibles (flexibilidad cognitiva), elegir la adecuada, inhibir las otras (control inhibitorio) y mantener el plan generado a lo largo del tiempo (memoria de trabajo). De este modo, los esfuerzos por evaluar esta función ejecutiva requieren de actividades que impliquen un ejercicio consciente de resolución o toma de decisiones para alcanzar una meta, propósito o salida; ya sea laberintos para evaluar la memoria de trabajo visoespacial (Flores *et al.*, 2012) o tareas de planificación secuencial como la Torre de Londres (Injoque-Ricle *et al.*, 2017; Stelzer *et al.*, 2016), la Torre de Hanoi (Díaz *et al.*, 2012; Moreno & Guidetti, 2018; Puruncajas, 2024) o la pirámide de México (Betancur-Caro *et al.*, 2016).

Gracias a los avances de las neurociencias y de las ciencias cognitivas (Bausela, 2014; Robledo-Castro *et al.*, 2023), se puede afirmar que las funciones ejecutivas tienen una importancia central en la vida de las personas, tanto en su desarrollo personal como educativo (sobre todo, en el rendimiento académico y el logro de metas). Así, vale destacar que su desarrollo empieza en la infancia, pero su progreso se evidencia gradualmente a lo largo de los años (Hendry *et al.*, 2016), alcanzando su plenitud en la adultez (Ahmed

et al., 2024; Flores & Ostrosky, 2012). Precisamente, este desarrollo de las funciones ejecutivas se debe a la maduración de la corteza prefrontal, específicamente con las redes dorsolateral y ventromedial, que guardan conexiones con las áreas sensoriales y motoras del cerebro (Anderson, 2002; Redolar, 2013; Robledo-Castro & Ramírez-Suárez, 2023).

Para alcanzar la plena madurez de las funciones ejecutivas, la plasticidad cerebral y las experiencias vividas por cada persona desempeñan un papel fundamental en su estimulación. Por ende, resulta relevante promover un conjunto de experiencias y estrategias que faciliten un entorno enriquecedor durante los períodos críticos del desarrollo neurológico; estos pueden verse influenciados por factores genéticos, ambientales y contextuales (Diamond, 2013; Hackman *et al.*, 2015; Thériault-Couture *et al.*, 2025), lo que se convierte en un desafío importante para la escuela, la familia y la comunidad. Además, en la edad escolar estos procesos cognitivos muestran un despliegue acelerado y progresivo (Flores & Ostrosky, 2012), por lo que la estimulación cognitiva ha mostrado más efectividad en ese momento para transformar la base neuroanatómica de las funciones ejecutivas (Portellano, 2018, p. 118).

Múltiples estudios (Blair & Peters, 2007; Stelzer *et al.*, 2011) reafirman la importancia de las funciones ejecutiva en el éxito escolar, la consecución de metas, la regulación emocional y el desenvolvimiento cotidiano (Blair & Peters, 2007; Fonseca *et al.*, 2016; Stelzer *et al.*, 2011), mostrando su desarrollo como predictor del desenvolvimiento académico (Finch *et al.*, 2019; Montoya-Arenas *et al.*, 2018). La estimulación de las funciones ejecutivas refuerza la atención, el razonamiento, la memoria y repercute favorablemente en todos los aprendizajes escolares (Montuori *et al.*, 2024; Birtwistle *et al.*, 2025). Por tanto, contribuir al desarrollo de las funciones ejecutivas en los niñas y niños en edad escolar se ha convertido en una apuesta de gran potencial para fortalecer habilidades académicas en general y competencias matemáticas y lectoras en particular, con el propósito central de mejorar la calidad de vida del niño (Diamond, 2013; Birtwistle *et al.*, 2025).

Por otra parte, han surgido estudios que enfatizan la sensibilidad de las funciones ejecutivas a factores ambientales. Para empezar, se ha encontrado que niños que crecen en entornos con riesgos psicosociales (tales como violencia doméstica, abandono o deprivación afectiva), muestran desempeños inferiores, en contraste con aquellos infantes que viven en contextos más favorables (Deambrosio *et al.*, 2018; Ming *et al.*, 2021; Poon *et al.*, 2020). También se ha demostrado que el estatus socioeconómico familiar influye en la funciones ejecutivas, hallándose que los niños de entornos económicamente desfavorecidos tienen un desempeño inferior de sus funciones ejecutivas que niños con entornos

de mejores condiciones económicas (Hackman & Farah, 2009; Ming *et al.*, 2021; Poon *et al.*, 2020). Según los trabajos de Ming *et al.*, (2021) el estatus socioeconómico familiar se relaciona positivamente con el funcionamiento ejecutivo en general y con la planificación en particular (Hackman & Farah, 2009; Zhong-Hua & Wen-Gang, 2016). Estas diferencias también han sido soportadas por estudios de neuroimágenes diagnósticas con EEG y resonancia magnética (Hackman & Farah, 2009), los cuales han encontrado que dicho factor incide en la activación de PFC y de la estructura cortical (Hackman *et al.*, 2015).

Se ha observado que los contextos socioeconómicos vulnerables, en los que predomina la pobreza y la desigualdad social, las diferencias estructurales y funcionales en la corteza prefrontal parecen ser responsables de peores resultados en el funcionamiento ejecutivo (Hackman *et al.*, 2015). Incluso, se puede afirmar que estas brechas estructurales durante la infancia suelen persistir hasta la adultez (McNeilly *et al.*, 2022). Algunos estudios locales en Colombia, han corroborado estos hallazgos, encontrando que el nivel socioeconómico y la formación de los padres correlacionan significativamente con el desempeño de las funciones ejecutivas en niños de edad escolar (Cadavid-Ruiz, 2008).

Este panorama evidencia una brecha en el desarrollo cognitivo infantil, originada por las desigualdades socioeconómicas, que afecta particularmente el funcionamiento ejecutivo. En este contexto, la escuela desempeña un papel fundamental al ofrecer oportunidades que promuevan el desarrollo cognitivo y contribuyan a evitar que los niños crezcan con desventajas que comprometan su potencial (Robledo-Castro & Ramírez-Suárez, 2023). De este modo, se ha vuelto imperativo la creación y puesta en marcha de programas encaminados a potenciar las funciones ejecutivas (entre ellos, los entrenamientos cognitivos). Este tipo de intervenciones implican una serie de actividades orientadas a ejercitar y fortalecer las funciones ejecutivas, lo que posibilita mejores procesos de aprendizaje, por cuanto se valen de la plasticidad cerebral de la persona para mejorar la capacidad de resolución de problemas (Jolles & Crone, 2012). Estas intervenciones pueden emplearse, ya sea para recuperar funciones perdidas en casos de alteraciones neurológicas o para perfeccionar procesos cognitivos en individuos sanos y con neurodesarrollo regular o típico (Lubrini *et al.*, 2009; Rueda *et al.*, 2021).

Además de esto, los entrenamientos cognitivos buscan mejorar el funcionamiento cognitivo de manera directa o indirecta (Bahar-Fuchs *et al.*, 2013). Estos, si bien han sido desarrollados prioritariamente en entornos clínicos, en los últimos años se han logrado desarrollar en contextos escolares y familiares (Hong *et al.*, 2025; Ming *et al.*, 2021; Traverso, 2022). Precisamente, el entrenamiento cognitivo se realiza con mayor énfasis en la

niñez, para facilitar la adquisición de competencias y habilidades emergentes durante los primeros años de escolaridad (Castellanos-Ryan *et al.*, 2023).

De hecho, los programas de entrenamiento cognitivo se han constituido en herramientas esenciales para potenciar estas capacidades y, de este modo, reducir brechas de desempeño asociadas a las desigualdades sociales, sobre todo la pobreza (Fracchia *et al.*, 2022; Hermida *et al.*, 2019; Poon *et al.*, 2020; Soares *et al.*, 2020), situaciones adversas (Benki-Nugent & Boivin *et al.*, 2019; Spawton-Rice & Walker, 2022) y la presencia de un diagnóstico de discapacidad (Kim & Lee, 2021; Wu *et al.*, 2023). Su relevancia ha permitido la generación de experiencias investigativas sobre esta temática en Latinoamérica, por ejemplo, en Argentina (Hermida *et al.*, 2019), Chile (Lohndorf *et al.*, 2022) y Colombia (Ríos *et al.*, 2017).

Los programas de entrenamiento cognitivo consistían inicialmente en tareas basadas en lápiz y papel, las cuales incluían ejercicios manuales que abarcaban la escritura, el dibujo y la resolución de problemas en formatos impresos, diseñados desde una perspectiva ecológica y con aplicabilidad de carácter grupal. Estas metodologías fueron utilizadas a lo largo de décadas y demostraron su eficacia en niños en edad escolar (Georgopoulou *et al.*, 2023). No obstante, en los últimos años estos programas evolucionaron hacia el uso de tecnologías digitales, ampliando sus posibilidades de aplicación (Bahar-Fuchs *et al.*, 2013). De este modo, los programas computarizados abren oportunidades para aprovechar los aprendizajes adquiridos durante décadas de experiencia de programas tradicionales o basados en lápiz y papel (Maffoni *et al.*, 2024). Estos permiten una mayor personalización, adaptabilidad, retroalimentación inmediata y una mayor variedad de actividades basadas en videojuegos interactivos, aplicaciones, *software* inmersivo o no inmersivo, lo cual no se limita a un computador, sino que también puede emplearse en teléfonos móviles y tabletas (Irazoki *et al.*, 2020; Maffoni *et al.*, 2024; Wilson *et al.*, 2022).

Los programas computarizados permiten la recopilación y análisis detallado de datos a través de plataformas digitales, facilitando el monitoreo del progreso y la adaptación de los programas (Jak *et al.*, 2013; Robledo-Castro *et al.*, 2023). Así, han mostrado ser efectivos para fortalecer las funciones ejecutivas en contextos académicos y de la vida diaria (de Oliveira *et al.*, 2020; Holmes *et al.*, 2009; Kosta-Tsolaki *et al.*, 2017), aunque persisten discrepancias sobre su alcance real. En particular, no hay evidencia concluyente sobre la superioridad de los entrenamientos computarizados frente a los métodos tradicionales, ni sobre su eficacia en contextos educativos con niños de desarrollo típico.

De hecho, los estudios realizados por Georgopoulou *et al.* (2023) y Kosta-Tsolaki *et al.* (2017) en poblaciones con Alzheimer y deterioro cognitivo leve, han encontrado que, si bien el entrenamiento computarizado podría generar mejores efectos que el entrenamiento tradicional de lápiz y papel, estos resultados se observan en funciones ejecutivas específicas. Por ejemplo, los programas de lápiz y papel tienden a favorecer la atención visual, mientras que los programas computarizados pueden potenciar la memoria de trabajo; por lo no se puede confirmar de manera generalizada la superioridad de un programa sobre el otro. De este modo, se requiere generar propuestas investigativas que estudien con mayor detalle y organización (Maffoni *et al.*, 2024) el impacto de estos programas en entornos escolares, que no solo permitan integrar intervenciones educativas en los currículos escolares, también pueda contribuir al desarrollo integral de los niños.

Una revisión sistemática anterior sobre entrenamientos computarizados y sus efectos sobre las funciones ejecutivas encontró que el 66.7 % de los estudios incluyeron la memoria de trabajo como variable principal, mientras que solo el 12.3 % abordaron específicamente las habilidades de planificación (Robledo-Castro *et al.*, 2023). Dentro de este grupo reducido, varios estudios reportaron mejoras significativas en la planificación, tanto en niños con desarrollo típico (Gray, 2019) como en poblaciones con trastornos del neurodesarrollo o condiciones clínicas (Papanastasiou, 2020). Por ejemplo, se observaron efectos positivos en niños con TDAH (Bul *et al.*, 2018; DAVIS *et al.*, 2019; Simone *et al.*, 2018), trastorno bipolar (Passarotti *et al.*, 2020), niños sobrevivientes de malaria cerebral (Boivin, 2019; Ríos *et al.*, 2017), así como en niños con desarrollo típico en contextos de pobreza (Soares *et al.*, 2020; Wang *et al.*, 2019). En el contexto latinoamericano, algunos estudios también han reportado efectos positivos de los entrenamientos cognitivos basados en computadora sobre las habilidades de planificación secuencial en niños con desarrollo típico (Lavilla, 2024; Ríos *et al.*, 2017).

En este sentido, el presente estudio se pregunta por si un precario desenvolvimiento de las habilidades de planificación en los niños y niñas se convierte en una barrera para su aprendizaje, y siendo las experiencias tempranas tan importantes para la evolución del funcionamiento ejecutivo, un entrenamiento cognitivo integrado desde el contexto escolar podría contribuir a impulsar el desarrollo de las habilidades de planificación en niños y niñas con desarrollo normotípico de contextos socioeconómicos bajos.

Con base a este marco de referencia, el presente estudio se propuso evaluar los efectos de un entrenamiento cognitivo computarizado sobre las habilidades de planificación secuencial de los niños y niñas de grado tercero de estatus socioeconómico bajo de la

ciudad de Ibagué (Colombia), en comparación con un entrenamiento cognitivo de lápiz y papel. Este estudio buscó responder la pregunta: ¿qué efecto tiene un entrenamiento cognitivo computarizado *versus* un entrenamiento de lápiz y papel sobre la planificación en niños y niñas escolares de estatus socioeconómico bajo?

Método

Diseño

El estudio fue cuantitativo, inscribiéndose en el paradigma empírico-analítico; este último fundamenta su aproximación en la búsqueda de relaciones causales verificables mediante procedimientos sistemáticos, controlados y replicables. Desde esta perspectiva, se privilegia la medición objetiva de las variables, el control de sesgos y la validez interna de los hallazgos. En coherencia con este marco epistemológico, se adoptó un diseño experimental tipo ensayo controlado aleatorizado de corte transversal, orientado a evaluar la eficacia de una intervención cognitiva. La aleatorización de los participantes permitió minimizar el sesgo de selección y controlar posibles variables externas, ofreciendo así un entorno metodológico riguroso para establecer inferencias causales sólidas entre la intervención aplicada y los resultados obtenidos (Hariton & Locascio, 2018).

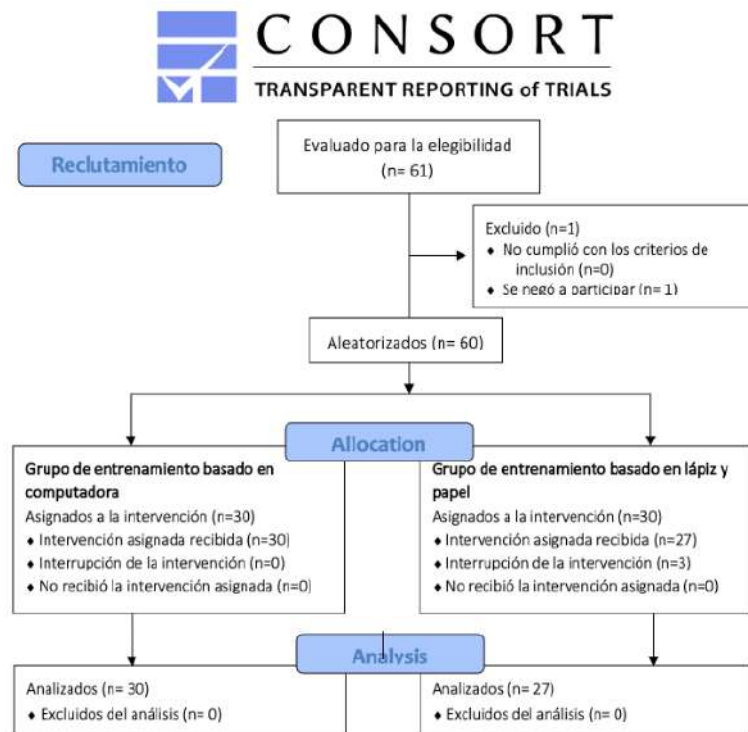
El diseño incluyó mediciones intra e intersujeto, mediante un esquema cruzado que comparó dos condiciones experimentales: un grupo experimental, el cual recibió entrenamiento cognitivo computarizado, y un grupo control activo, que participó en actividades cognitivas tradicionales con papel y lápiz. Este enfoque permitió examinar el efecto específico de cada intervención en el rendimiento individual de los participantes, así como contrastar la eficacia relativa entre ambas modalidades (Sedgwick, 2014). El protocolo del ensayo fue previamente registrado y siguió las directrices establecidas por la Declaración Consort (figura 1) para garantizar transparencia, reproducibilidad y rigor metodológico (Robledo-Castro *et al.*, 2024).

Participantes

La población objeto de estudio fueron niños con desarrollo neurotípico de grado tercero de primaria de instituciones educativas públicas de la ciudad de Ibagué (Colombia), de estatus socioeconómico bajo, los cuales fueron seleccionados a partir de un muestreo aleatorio estratificado, con base en los siguientes criterios de inclusión: 1) niños de ambos sexos; 2) que estén cursando grado tercero de primaria; 3) con edades entre 7 años

o meses y 9 años 11 meses. Como criterios de exclusión se establecieron: 1) niños con discapacidad sensorial no corregida; 2) niños con diagnóstico psiquiátrico o con trastorno del neurodesarrollo diagnosticado.

Figura 1
Diagrama Consort



Fueron invitados a participar 61 estudiantes que cumplían los criterios de elegibilidad. De ellos, 31 fueron asignados al grupo experimental y 30 al grupo control, mediante un proceso de aleatorización. La edad media global fue de 8.91 años ($DE = 0.84$), siendo 8.86 en el grupo experimental y 8.80 en el grupo control. Durante el desarrollo del estudio, cuatro participantes se retiraron voluntariamente, lo que resultó en una muestra final de 57 estudiantes: 30 en el grupo experimental y 27 en el grupo control.

Los estudiantes pertenecían a estratos socioeconómicos medio-bajo (33.6 %), bajo (61.4 %) y muy bajo (5 %), con proporciones similares entre ambos grupos. En cuanto al nivel educativo materno, el 55 % de las madres tenían educación secundaria, el 19 % formación técnica, el 15 % educación primaria y el 10 % educación universitaria. Respecto al acceso a dispositivos electrónicos, el 66 % de los participantes del grupo experimental y

el 63 % del grupo control contaban con dispositivos con conexión a internet, como teléfonos celulares, computadoras o tabletas.

Ambos grupos fueron evaluados simultáneamente en dos momentos, antes (pretest) y después (postest) de la intervención, lo que permitió realizar análisis intra e intersujetos para comparar los efectos de las intervenciones. Posteriormente, los grupos intercambiaron las intervenciones asignadas. El investigador a cargo de tomar las medidas en el pretest y postest estuvo ciego a la asignación.

Instrumentos

Para la evaluación de la capacidad de planificación se utilizó el test Torre de Londres (TOL), desarrollado por Tim Shallice (1982) y validado por Culbertson y Zillmer (2005). Esta prueba ha demostrado adecuados niveles de confiabilidad en poblaciones infantiles con desarrollo típico, con coeficientes alfa de Cronbach reportados entre 0.76 y 0.80 (Unterrainer, 2020). De manera complementaria, esta prueba también ha sido validada en contextos latinoamericanos como Argentina, en donde reportaron una confiabilidad aceptable ($\alpha = 0.72$; Injoque-Ricle & Burin, 2011) y en Uruguay (Dansilio *et al.*, 2010), mostrando niveles adecuados de validez de criterio al compararla con otras pruebas similares (test de matrices progresivas de Raven y test de anticipación visual de Brixton), a pesar de haber obtenido un alfa de Cronbach de .40.

Esta prueba evalúa la capacidad de planificación y resolución de problemas. Está conformada por una serie de ejercicios diseñados para que la persona los resuelva de manera eficiente, en el menor tiempo posible y con el mínimo número de movimientos. La tarea exige la activación de procesos cognitivos como la organización de la actividad, la planificación inicial y su mantenimiento en la memoria a lo largo de su ejecución, la inhibición de distractores potenciales y la capacidad de adaptar la estrategia de forma flexible cuando sea necesario.

Consiste en una serie de tareas que requieren reorganizar discos de colores en tres varillas hasta alcanzar una configuración objetivo, utilizando el menor número de movimientos posible y dentro de un tiempo límite. Su ejecución demanda la activación de múltiples procesos cognitivos de orden superior. Así mismo, la tarea incluye restricciones como el uso exclusivo de una mano para mover los discos, el límite de mover un solo disco a la vez y la prohibición de colocar discos que superen la capacidad de los postes. Para el caso del estudio se implementó la versión en físico de la Torre de Londres, la cual se aplica con material manipulativo de madera.

Los indicadores recogidos en la prueba Torre de Londres permiten evaluar diversos subprocesos implicados en la función ejecutiva de la planificación: 1) número total de movimientos: refleja la capacidad de generar y evaluar estrategias, así como la adecuada secuenciación de acciones orientadas a la meta; 2) número total de errores: se asocia con el subproceso de anticipación de consecuencias y monitoreo del plan; 3) número de diseños correctos: indica la eficacia en la formulación y ejecución de planes y la habilidad para organizar la información de forma estructurada; 4) tiempo total de ejecución: evalúa la formulación anticipada del plan y la toma de decisiones previa a la acción, también se asocia con la velocidad de procesamiento (Shallice, 1982).

Para medir las variables socioeconómicas se implementó un instrumento validado en estudios anteriores (Robledo-Castro *et al.*, 2023), así como el registro de estrato socio-demográfico del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (s. f.) y el nivel de satisfacción y compromiso de los participantes con respecto a la intervención a través de la adaptación de un cuestionario validado en estudios anteriores (Robledo-Castro *et al.*, 2024).

Procedimiento

Aleatorización de los participantes

Los participantes fueron asignados aleatoriamente a dos grupos: uno experimental, el cual recibió un entrenamiento cognitivo computarizado (por medio de la plataforma digital NeuronUP), y uno de control activo, que participó en un entrenamiento tradicional de lápiz y papel. La elección de un grupo control activo, además de permitir una comparación entre ambas intervenciones, buscó también minimizar el riesgo de asignación de los participantes. La aleatorización estuvo a cargo de un investigador ajeno al estudio, a través de la herramienta para aleatorización de estudios clínicos OxMaR (Guillaumes & O'Callaghan, 2019).

Entrenamiento cognitivo computarizado

El grupo experimental participó en un entrenamiento cognitivo computarizado durante ocho semanas, dos veces a la semana, para un total de 16 sesiones de 50 minutos. Estas tuvieron lugar en la sala de sistemas de la institución educativa, donde los niños trabajaron individualmente en la plataforma NeuronUp desde computadores personales. Cada sesión fue acompañada por uno o dos auxiliares de investigación, encargados de supervisar el acceso, apoyar el desarrollo de las actividades, ofrecer retroalimentación y resolver inconvenientes técnicos.

El programa de entrenamiento se desarrolló en la plataforma digital NeuronUP, diseñada para la estimulación y rehabilitación cognitiva. Previo al diseño del estudio, se realizó una revisión exhaustiva de programas de entrenamiento cognitivo basados en computadora. Dado que no se identificaron recursos digitales abiertos adecuados, se exploraron alternativas comerciales, guiados por la revisión sistemática de Guerrero y García (2015). En esta revisión se destacó la plataforma NeuronUp por su adaptabilidad, flexibilidad, evidencia de efectividad y gestión de datos (valoración 7.14/10). La plataforma, disponible en español y con fundamentos teóricos sólidos, fue seleccionada para la intervención. La suscripción anual fue adquirida por la Universidad del Tolima, sin que exista conflicto de intereses entre los investigadores y la empresa desarrolladora.

Esta plataforma ofrece un repertorio amplio de actividades personalizables, contextualizadas en situaciones de la vida diaria, lo que favorece su validez ecológica (Fabara-Rodríguez *et al.*, 2024). Estas actividades, basadas en principios de habilitación y rehabilitación neuropsicológica, integran elementos de gamificación y paradigmas clásicos (por ejemplo, go/no go, Flanker, Stroop, entre otros), con dificultad progresiva adaptada al desempeño del participante.

El contenido de NeuronUP se organiza en tres categorías: *generadores*, que ofrecen actividades personalizables e ilimitadas para reforzar procesos cognitivos sin generar aprendizaje mecánico; *juegos*, estructurados en niveles de dificultad adaptativa según el rendimiento del usuario; y *fichas*, que permiten prácticas con o sin retroalimentación inmediata. Esta estructura facilita un entrenamiento flexible y ajustado a las necesidades individuales (Chinchay *et al.*, 2024; Fabara-Rodríguez *et al.*, 2024). Los generadores permiten personalizar ejercicios y evitar la memorización, mientras que los juegos y las fichas ajustan automáticamente su nivel de dificultad según el rendimiento del usuario, ofreciendo corrección inmediata o al final del ejercicio según sea necesario.

NeuronUP ha sido estudiada en diversas poblaciones con alteraciones cognitivas, con evidencia en contextos tanto clínicos como educativos. En población infantil, ha sido utilizada con niños diagnosticados con trastorno del espectro autista, observándose efectos positivos en funciones ejecutivas y atención sostenida (Chinchay *et al.*, 2024), así como con niños con parálisis cerebral, mostrando beneficios en la memoria funcional y habilidades de planificación (García-Galant *et al.*, 2023). Estos estudios sugieren que la plataforma puede ser un complemento útil en programas de estimulación y rehabilitación cognitiva. Sin embargo, hasta la fecha, no se han encontrado estudios publicados

sobre su uso en niños con desarrollo típico ni sobre su implementación en entornos educativos.

Para los fines del presente estudio, se seleccionaron actividades dirigidas al entrenamiento de las funciones ejecutivas según el modelo funcional de Miyake *et al.* (2000). También se incorporaron actividades orientadas a fortalecer la planificación (Anderson, 2002; Laureys *et al.*, 2022). Adicionalmente, se incluyeron tareas relacionadas con la atención, dado su papel como proceso cognitivo básico estrechamente vinculado al control ejecutivo (Posner & Peterson, 1990).

Para el entrenamiento de las funciones se contó con 54 actividades, las cuales fueron distribuidas en las 16 sesiones. Cada actividad se repetía alrededor de tres veces entre las sesiones, cada vez con un mayor nivel de complejidad. En la figura 2 se presentan las actividades digitales seleccionadas de la plataforma NeuronUp, diferenciando por el tipo de actividad (juego, ficha y generador), los procesos cognitivos que entrena y en qué sesión fue introducida. Por su parte, cada sesión incluyó ocho actividades con una duración estimada de cinco minutos por tarea, para un total de 50 minutos por sesión. Aunque cada actividad tenía el potencial de estimular múltiples funciones ejecutivas, las sesiones fueron diseñadas con un enfoque específico en un solo proceso cognitivo.

Las 16 sesiones se distribuyeron de la siguiente manera: cuatro centradas en memoria de trabajo, cuatro en planificación, cuatro en atención y cuatro en control inhibitorio y flexibilidad cognitiva (estas últimas combinadas debido a la disponibilidad limitada de actividades específicas).

Las sesiones se llevaron a cabo durante la jornada escolar habitual, en el laboratorio de informática de cada institución educativa participante. Aunque cada niño realizaba las tareas de manera individual en su computador asignado, las sesiones se organizaron en grupos de 14 a 15 estudiantes, bajo la supervisión de dos a tres asistentes de investigación. La información detallada sobre la estructura, el contenido y los criterios de selección de las actividades está disponible en el protocolo previamente publicado (Robledo-Castro *et al.*, 2024).

Entrenamiento cognitivo de lápiz y papel

El grupo control activo recibió un entrenamiento cognitivo basado en ejercicios de lápiz y papel que fueron extraídos de material de acceso abierto, donde se utilizaron fichas y cuadernillos de estimulación cognitiva disponibles en la plataforma digital eCognitiva, orientados a diferentes dominios como atención, memoria, lenguaje y cálculo

(eCognitiva, 2023). A pesar de estar dirigidos principalmente a niños y adultos con deterioro cognitivo, estos materiales fueron adaptados a las necesidades de la población del estudio. Adicionalmente, se integraron actividades desarrolladas en estudios previos (Robledo-Castro, 2018) y ejercicios provenientes de otros programas de estimulación cognitiva (Orjales & de Miguel, 2008).

Figura 2

Actividades seleccionadas y distribución de las sesiones digitales

Nombre de la actividad	Tipo de actividad	Funciones ejecutivas				Atención				Sesiones															
		Memoria de trabajo	Inhibición	Flexibilidad	Planificación	Sostenida	Alternativa	Selectiva	Velocidad de procesamiento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Pareja de animales	Juego	X						X																	
Restaurante de animales	Juego		X			X	X	X																	
Letras de camuflaje	Ficha							X																	
Atrapar los ratones	Generador	X			X	X			X																
Operaciones combinadas	Ficha	X																							
Copia de letras	Ficha					X																			
Derrota al monstruo	Juego		X		X				X																
Descubre la pieza que falta	Juego							X																	
Dibujos en movimiento	Ficha	X																							
Escapar del laberinto	Generador			X	X																				
Escapar del monstruo	Juego					X			X																
Encuentra el dibujo diferente.	Ficha							X	X																
Encuentra a los gemelos perdidos	Generador				X		X																		
Encuentra los pares	Ficha							X																	
Encuentra a toby	Juego	X			X				X																
Pescar la palabra	Juego	X																							
Sigue el camino	Ficha		X				X																		
De menor a mayor	Generador				X			X																	
Gymkana de obstáculos	Ficha				X																				
Código oculto	Juego					X		X																	
Golpea la pelota	Juego		X			X			X																
¿cuantos hay de cada uno?	Ficha							X																	
Cuanto tiempo necesitas	Ficha				X																				
Animales hambrientos	Ficha					X			X																
Invasión de topos	Juego	X																							
Que empiece el juego	Juego				X	X		X	X																
Escondite de cartas	Generador				X		X																		
Pequeño glotón de números	Juego	X	X			X																			
Letras de pequeño glotón	Juego	X	X			X																			
Buscar doble	Juego							X	X																
Orden en la granja	Generador	X		X	X																				
Organiza tu alcancía	Generador				X		X																		
Recoge tu equipaje	Juego	X																							
Parada en boxes	Juego		X		X			X																	
Jugadores en orden	Juego	X																							
Explota los globos	Juego		X			X		X	X																
Prepara la mochila	Juego				X			X																	
Programar el robot	Juego					X		X																	
Imágenes revueltas	Juego				X																				
Busca y encontrarás	Juego							X																	
Conquista espacial	Juego		X		X	X			X																
Dibujos paso a paso.	Ficha				X																				
Texto paso a paso	Ficha				X																				
El laberinto animado	Ficha						X	X																	
El mejor organizador	Juego			X	X																				
El constructor	Juego		X		X				X																
El orden correcto	Ficha	X																							
El número exacto	Generador	X																							
El primer perro	Juego		X																						
El guardián de las palabras	Juego	X																							
La palabra mágica	Generador				X		X																		
Trenes	Juego				X	X		X																	
Único o repetido	Juego	X				X																			
Usa tu paga	Generador	X			X																				
Camarero en acción	Juego		X			X		X																	
¿quién levantó la mano?	Juego	X																							

En la figura 3 se presentan ejemplos de algunas de las actividades seleccionadas para la intervención de lápiz y papel. Dicha selección y adaptación buscó mantener la estructura del entrenamiento computarizado. Las actividades fueron organizadas en sesiones progresivas en dificultad; no obstante, debido a la naturaleza del formato, dicha progresión no pudo ser completamente sistemática ni estandarizada. No obstante, se siguió la misma secuencia y la misma temática respecto a la proyección de las actividades.

Figura 3

Ejemplo de las actividades realizadas en ambas intervenciones



Al igual que el entrenamiento computarizado aplicado al grupo experimental, la intervención con lápiz y papel se desarrolló durante ocho semanas, con dos sesiones semanales, para un total de 16 sesiones. Estas se llevaron a cabo dentro de las instalaciones de la escuela participante, específicamente en el aula donde los estudiantes asistían regularmente a sus clases de tecnología. Esta condición de control activo replicó la estructura y los objetivos del grupo experimental. Por consiguiente, los ejercicios en papel seleccionados para cada sesión estaban orientados al mismo proceso cognitivo abordado en la sesión computarizada correspondiente.

Todas las sesiones fueron supervisadas por asistentes de investigación capacitados, responsables de administrar las actividades, controlar el tiempo, dar instrucciones claras y proporcionar retroalimentación inmediata a los estudiantes. En general, la modalidad de lápiz y papel requirió un rol más activo por parte de los asistentes, tanto en la implementación de las actividades como en la incorporación de estrategias complementa-

rias (como las pausas activas) orientadas a mantener el interés, la motivación y el compromiso de los participantes a lo largo de cada sesión. En cada sesión los niños realizaron alrededor de cuatro a cinco ejercicios, con una pausa activa en medio de la jornada para evitar la fatiga cognitiva.

Control de sesgos

Conforme a las directrices de la Colaboración Cochrane para el mitigar del riesgo de sesgo en ensayos controlados aleatorizados (Higgins *et al.*, 2011), se tomaron varias decisiones metodológicas: para controlar el sesgo de selección, la asignación de los participantes a los grupos se realizó mediante un proceso de aleatorización. Por otro lado, a fin de asegurar la ocultación de la asignación, el investigador responsable de las evaluaciones pretest y posttest desconocía la condición experimental de cada participante, lo cual permitió implementar un procedimiento de enmascaramiento (cegamiento) durante las fases de selección y ejecución.

Con respecto al sesgo de detección, los evaluadores de los resultados permanecieron ciegos al tipo de intervención recibida por cada grupo, reduciendo así el riesgo de influencias subjetivas en la medición de los efectos. No obstante, debido a la naturaleza del diseño y a la presencia de un grupo control activo que recibió una intervención alternativa, no fue posible aplicar el cegamiento a los participantes.

Consideraciones éticas

El estudio está registrado ante la Vicerrectoría de Investigación-Creación, Innovación, Extensión y Proyección Social de la Universidad del Tolima. El ensayo controlado aleatorio cumple con los parámetros éticos definidos por la declaración Helsinki (World Medical Association, 1969), así como las normas para la investigación en salud establecidas en la Resolución 8430 del Ministerio de Salud de Colombia (1993). Así mismo, los padres o cuidadores de los niños participantes aceptaron su participación en el estudio, mediante el diligenciamiento del consentimiento informado. Este ensayo controlado aleatorio cuenta con el aval del Comité de bioética de la Universidad del Tolima, registrado mediante el acta n.º 10 del 13 de diciembre de 2022.

Análisis

Para determinar las diferencias intra e intermuestrales en el desempeño de las funciones ejecutivas de los niños después del entrenamiento cognitivo, se realizó un análisis de varianza mixto de medidas repetidas (Anova MR). La magnitud del efecto se cuanti-

ficó utilizando el eta-cuadrado parcial (η^2p), siempre y cuando las variables cumplieran los supuestos de homocedasticidad y normalidad requeridos para pruebas paramétricas (Hederich, 2022). En este análisis, las evaluaciones del pretest y el posttest se consideraron como el factor intrasujeto (medidas repetidas), mientras que la comparación entre el grupo experimental y el grupo de control actuó como el factor intersujeto. Posteriormente, se aplicaron pruebas *post hoc*, con correcciones de Bonferroni para identificar diferencias específicas entre los grupos, y se calculó el tamaño del efecto con *d* de Cohen.

Resultados

Las puntuaciones de los indicadores para evaluar las habilidades de planificación cumplieron los supuestos de normalidad y homocedasticidad tanto para el pretest como para el posttest, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

Diferencias pretest y posttest en las habilidades de planificación de la muestra de estudio

Tarea/escala	Supuestos de verificación pretest		Supuestos de verificación posttest		Diferencia pretest entre grupos
	F(1, 28)	p	F(1, 28)	p	
TOL: diseños correctos	0.956	0.332	2.254	0.139	0.458
TOL: movimientos	0.934	0.338	0.398	0.531	0.535
TOL: tiempo de ejecución	0.493	0.485	4.033	0.050	0.931
TOL: número de errores	0.690	0.410	0.088	0.768	0.868
TOL: tiempo de inicio	6.547	0.063	4.732	0.054	0.755

Nota. TOL: torre de Londres.

Al comparar las puntuaciones medias del desempeño cognitivo en la muestra de estudio, no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos previas al entrenamiento, como se observa en la evaluación pretest de las habilidades cognitivas de planificación en la tabla 2.

Tabla 2*Medias de las puntuaciones del pretest y del posttest en ambos grupos*

Tarea/escala	Pretest		Posttest	
	Control	Experimental	Control	Experimental
TOL: diseños correctos	2.70 (1.35)	2.97 (1.30)	3.04 (1.19)	3.87 (1.46)
TOL: movimientos	37 (15.52)	39.33 (12.67)	37.19 (13.86)	26.13 (12.40)
TOL: tiempo de ejecución	313.85 (109.09)	316.50 (118.43)	215.96 (67.63)	165.27 (44.79)
TOL: número de errores	2.41 (1.89)	2.30 (2.82)	0.56 (0.80)	0.50 (0.82)
TOL: tiempo de inicio	16.85 (12.54)	13.03 (8.99)	16.56 (6.76)	14.03 (0.06)

Los resultados del Anova-MR (tabla 3) mostraron diferencias significativas entre el pretest y posttest global, con tamaños del efecto grandes para los indicadores de la prueba Torre de Londres: movimientos $F(1, 28) = 8.927, p = .004, \eta^2p = 0.140$; número de errores $F(1, 28) = 34.720, p = < .001, \eta^2p = 0.387$; ejecución $F(1, 28) = 81.566, p = < .001, \eta^2p = 0.597$, a excepción del indicador de número de modelos correctos con un efecto mediano $F(1, 28) = 7.587, p = .008, \eta^2p = 0.121$ y el tiempo de inicio que nos mostró un cambio significativo $F(1, 28) = 0.06, p = .804$. Estos resultados muestran que ambas intervenciones condujeron a mejoras significativas en los diferentes grupos tras una intervención corta de ocho semanas (figura 4).

Tabla 3*Efectos diferencias pretest y posttest intragrupal e intergrupales de los procesos entrenados*

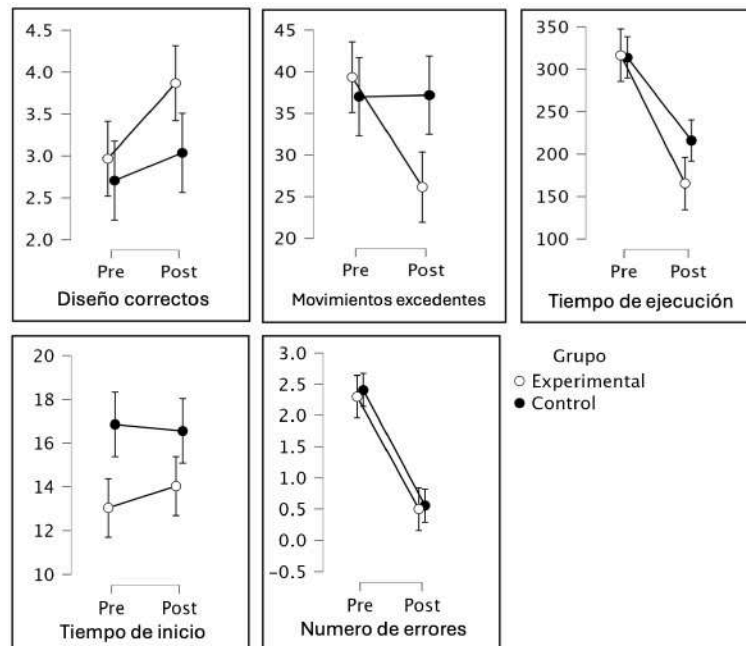
Tarea/escala	Diferencia global entre pretest y posttest			Diferencia asociada a la interacción entre grupo y prueba			Efecto inter-sujeto		
	F(1, 28)	p	η^2p	F(1, 28)	p	η^2p	F(1, 28)	p	η^2p
TOL: diseños correctos	7.59	0.008	0.121	1.60	0.211	0.028	3.99	0.050	0.068
TOL: movimientos	8.93	0.004	0.140	9.44	0.003	0.147	2.33	0.133	0.041
TOL: tiempo de ejecución	81.57	<0.001	0.597	3.74	0.058	0.064	1.51	0.224	0.027
TOL: número de errores	34.72	<0.001	0.387	0.01	0.934	0.000	0.05	0.824	0.000
TOL: tiempo de inicio	0.06	.804	0.001	0.21	0.647	0.004	3.14	0.082	0.054

Ahora bien, las diferencias asociadas a la interacción entre grupo y prueba (tabla 3), fueron significativas únicamente en el indicador de número de movimientos, con un tamaño del efecto grande, $F(1, 28) = 9.442, p = .003, \eta^2p = .147$. El número de movimientos es uno de los indicadores principales de la prueba, ya que da cuenta de una capacidad de seleccionar estrategias de planificación más eficientes, así como un mejor desempeño general. Este resultado indica que existe una diferencia significativa y considerable entre

los efectos de ambas intervenciones, evidenciando que la mejora fue significativamente superior en el grupo de entrenamiento basado en computadora, en comparación con el grupo de lápiz y papel.

Figura 4

Desempeños pretest y postest por grupo de la prueba Torre de Londres



Si bien la mayoría de los indicadores no mostraron una diferencia significativa entre las dos intervenciones, las pruebas *post hoc* con correcciones Bonferroni sí permitieron observar en detalle las diferencias entre ambas. En el caso del número de movimientos correctos, no se observó una diferencia significativa entre el pretest y el posttest del grupo control ($p = 1.00$), mientras que sí se observó en el grupo experimental con un tamaño del efecto grande ($p = .030$; $d = -2.511$). Para los demás indicadores, excepto el tiempo de inicio, las correcciones Bonferroni confirmaron la diferencia significativa entre el pretest y posttest en ambos grupos. En todos los casos el tamaño del efecto fue significativamente mayor en el grupo experimental (tabla 4). Estos hallazgos muestran que, si bien ambas intervenciones condujeron a cambios significativos, las mejoras en las habilidades de planificación fueron superiores en la intervención basada en actividades computarizadas.

Para todos los indicadores de las pruebas que evaluaron la planificación, se analizó el efecto de variables sociodemográficas (como sexo, edad y escolaridad del niño y de la madre, nivel económico), variables relacionadas con la tenencia y experiencia en el uso

de dispositivos electrónicos (computador, tableta, celular, internet, videojuegos y programación) y el nivel de satisfacción y compromiso. Estas variables fueron incluidas en el modelo de Anova de medidas repetidas (Avano-MR); sin embargo, ninguna mostró significancia estadística. Este resultado podría explicarse por la homogeneidad del grupo en sus características de base, ya que todos los niños pertenecían a niveles socioeconómicos similares. Pero, además, también mostró que ambos grupos fueron equiparables en relación al nivel de satisfacción y compromiso con las intervenciones.

Tabla 4
Resultados pruebas post hoc

Tarea/escala	Grupo	Diferencia de medias	SE	t	d Cohen	Pbonf
TOL: diseños correctos	Control	-0.333	0.325	-1.026	-3.737	1.000
	Experimental	-0.900	0.308	-2.920	-2.511	.030
TOL: movimientos	Control	10.867	3.593	3.024	0.014	.019
	Experimental	13.200	2.998	4.403	0.974	< .001
TOL: tiempo de ejecución	Control	97.889	20.012	4.892	1.086	< .001
	Experimental	151.233	18.985	7.966	1.678	< .001
TOL: tiempo de inicio	Control	0.296	2.044	0.145	0.035	1.000
	Experimental	-1.000	1.939	-1.331	-0.445	1.000
TOL: número de errores	Control	1.852	0.450	4.119	0.037	< .001
	Experimental	1.800	0.427	4.220	0.117	< .001

Discusión

Los hallazgos del presente ensayo controlado aleatorizado evidenciaron que el entrenamiento cognitivo computarizado produjo efectos positivos sobre las habilidades de planificación secuencial en niños y niñas de tercer grado de primaria, pertenecientes a contextos socioeconómicos bajos en la ciudad de Ibagué (Colombia), en comparación con un entrenamiento cognitivo tradicional basado en actividades de lápiz y papel. Si bien los resultados de la prueba de hipótesis indicaron que luego de ocho semanas de entrenamiento ambos grupos experimentaron mejoras significativas en la mayoría de indicadores de la Torre de Londres, la mejora obtenida por el grupo de entrenamiento computarizado para el indicador de número de movimientos mostró un rendimiento significativamente superior al grupo de lápiz y papel. Este resultado es especialmente concluyente para la discusión de los resultados, ya que la medida de número de movimientos excedentes es el indicador principal de la prueba y, por tanto, posee un mayor peso en la interpretación de los resultados.

Adicionalmente, los análisis *post hoc* con corrección de Bonferroni (aplicada para reducir el riesgo de error tipo I asociado a comparaciones múltiples) confirmaron la superioridad del entrenamiento computarizado en la mayoría de las medidas, con excepción del tiempo de inicio de la tarea, en el cual no se observaron diferencias significativas entre los grupos. Los de la prueba de hipótesis junto con las pruebas *post hoc* sugieren que, si bien ambas intervenciones demostraron ser eficientes para entrenar las habilidades de planificación secuencial, los resultados obtenidos con el entrenamiento basado en computadora fueron superiores a los obtenidos con el entrenamiento de lápiz y papel. De hecho, autores como Jak *et al.* (2013) destacan los beneficios de este tipo de programas fundamentados en juegos y tecnologías digitales, aunque subrayan la necesidad de explorar y verificar la transferencia de dichas habilidades a situaciones de la vida cotidiana.

Como se mencionó anteriormente, no existe evidencia concluyente sobre la superioridad de los entrenamientos computarizados frente a los métodos tradicionales (Georgopoulou *et al.*, 2023; Kosta-Tsolaki *et al.*, 2017) ni sobre su eficacia diferencial en contextos educativos con niños de desarrollo típico. Pero sí existe evidencia documentada de que el entrenamiento computarizado favorece la aplicación de la intervención y propicia nuevos recursos en comparación con otros métodos de entrenamiento. De hecho, en la actualidad existe un mayor número de estudios que evalúan los basados en computadora frente a los de lápiz y papel.

En general, los hallazgos de nuestro estudio concuerdan con otros estudios que evaluaron los efectos de entrenamiento cognitivos sobre las habilidades de planificación de niños de edad escolar (Mayoral *et al.*, 2015; Ríos *et al.*, 2017; Scionti *et al.*, 2020; Segretin *et al.*, 2016), especialmente de planificación secuencial (Boivin *et al.*, 2019; Giovannetti *et al.*, 2020; Mondéjar *et al.*, 2016).

Al revisar los efectos diferenciales de cada indicador, se pudo observar que el indicador de tiempo de ejecución fue el que evidenció un mayor efecto luego de ambas intervenciones ($\eta^2p = 0.597$); esto indicaría una mejora en la velocidad del procesamiento para resolver una tarea de planificación (Phillips *et al.*, 2003). Esta diferencia fue grande en ambos grupos, pero más notable en el grupo experimental ($d = 1.678$) que en el de control ($d = 1.086$). Por otro lado, el número de movimientos, asociado a un procesamiento más eficaz, con mayor capacidad de anticipación y, por ende, con menor número de errores, también disminuyó en ambos grupos ($\eta^2p = 0.140$). Esta diferencia fue considerablemente mayor en el grupo experimental ($d = 0.974$) que en el control, donde solo se observó una mejora marginal ($d = 0.014$).

Por su parte, el tiempo de latencia (referido al tiempo de preparación del sujeto antes de iniciar la tarea) evidenció un efecto general más moderado en la muestra total ($\eta^2p = 0.121$); este, al revisar las correcciones Bonferroni, se hizo marginal para ambos grupos (experimental $d = 0.117$, control $d = 0.037$). El tiempo de latencia, a diferencia de los demás indicadores, es una medida que tiende a aumentar con la edad. Esto obedece a que disminuyen las respuestas impulsivas y el sujeto tiende a tomar tiempo para proyectar los movimientos antes de iniciar la tarea (Injoque-Ricle *et al.*, 2017). En los resultados, esta medida mostró una disminución marginal en ambos grupos, lo que sugiere que los resultados no fueron consistentes para este indicador. Este hallazgo podría estar relacionado con el hecho de que, aunque los niños mejoraron su capacidad de planificación —como se refleja en los demás indicadores—, no lograron un avance equivalente en el control inhibitorio. En consecuencia, no habrían mejorado suficientemente su habilidad para frenar una respuesta impulsiva y preparar un plan de acción antes de ejecutarlo.

Estos hallazgos también sugieren que este componente de la planificación secuencial podría requerir estrategias de entrenamiento más específicas, especialmente orientadas a la anticipación y ejecución de acciones. En línea con esto, Betancur-Caro *et al.* (2016) encontraron que, en un proceso de entrenamiento individual, un niño que presentaba dificultades para anticipar, ensayar y ejecutar secuencias de manera prospectiva tenía también limitaciones para generar estrategias adecuadas frente a las demandas de la tarea durante la sesión de trabajo.

Por último, el indicador de número de modelos correctos (el cual es la medida de eficacia general en la tarea de Torre de Londres) tuvo un efecto diferencial grande en el grupo experimental comparado con el control ($\eta^2p = 0.140$). Esto fue confirmado con las pruebas *post hoc*, las cuales no mostraron diferencias significativas entre el pretest y posttest del grupo control, pero sí en el grupo experimental con tamaño del efecto grande ($d = -2.511$). Estos resultados, sumados a los anteriores, sugieren que el entrenamiento cognitivo basado en computadora tiene mayores efectos en las habilidades de planificación que el basado en lápiz y papel. Por tanto, los hallazgos de nuestro estudio se suman a la evidencia de estudios anteriores que encontraron ventajas en los programas de entrenamiento basados en computadora para la estimulación de las funciones ejecutivas (Sánchez-Pérez *et al.*, 2017; Ríos *et al.*, 2017; Sala & Gobet, 2019).

Para concluir, los resultados mostraron que el programa de entrenamiento cognitivo, ya sea computarizado o de papel y lápiz, condujo a mejoras en la planificación de los niños participantes. Estas implican que los niños del grupo experimental presentaron un

mejor desempeño después del entrenamiento en las tareas relacionadas con el establecimiento de acciones y estrategias adecuadas para alcanzar una meta u objetivo. Estos hallazgos sugieren que los programas de entrenamiento y estimulación cognitiva puede ser aplicados en diferentes contextos (particularmente el educativo) para aportar al desarrollo cognitivo de los niños; ello a partir del fortalecimiento de la habilidad de planificación, la cual se constituye en la función ejecutiva de orden superior que contribuye a los procesos de adaptación y desempeño óptimo en el ámbito académico y de la vida diaria.

Nuestros resultados subrayan el impacto positivo de las intervenciones cognitivas en el desarrollo de habilidades de planificación en niños de bajos recursos, un grupo afectado con frecuencia por las limitaciones asociadas a su entorno socioeconómico. Tanto el entrenamiento computarizado como el de lápiz y papel mostraron mejoras significativas en las medidas de planificación tras la intervención, aunque las ganancias fueron más pronunciadas en el grupo que participó en el programa computarizado. Esto sugiere que las herramientas digitales no solo potencian habilidades específicas (como la planificación secuencial), sino que también generan un efecto multiplicador al hacer que el aprendizaje sea más dinámico y atractivo; esto puede ser crucial para niños provenientes de contextos con menor acceso a recursos educativos de calidad. Estas mejoras no solo representan un avance en habilidades específicas, sino que también pueden tener un impacto transversal en su desempeño académico y adaptabilidad a entornos exigentes.

Así mismo, los resultados del estudio evidencian que tanto el entrenamiento computarizado como el de lápiz y papel contribuyeron a mejorar significativamente las habilidades de planificación en los niños participantes. Sin embargo, dichas mejoras fueron más pronunciadas en el grupo que recibió el entrenamiento computarizado, lo que sugiere una mayor eficacia de este enfoque para el desarrollo de habilidades de planificación.

En consecuencia, los resultados sugieren que los entrenamientos cognitivos representan una oportunidad relevante para contribuir a la reducción de las desigualdades asociadas al estatus socioeconómico en el desarrollo de las funciones ejecutivas. La implementación de entrenamientos diseñados para niños en condiciones de estatus socioeconómico bajo no solo promueve su desarrollo cognitivo, sino que también actúa como un factor protector contra los efectos negativos de las desventajas sociales y económicas y un mecanismo de compensación frente a las desventajas estructurales del entorno socioeconómico. Los estudios longitudinales, como el realizado por Matijasevich *et al.* (2021), han demostrado que la estimulación temprana puede mediar de manera efectiva

las diferencias de funciones ejecutivas, reduciendo así las barreras iniciales que enfrentan estos niños.

Estos resultados destacan la importancia de implementar programas de entrenamiento cognitivo en contextos escolares, especialmente en comunidades de bajos recursos, ya que no solo ayudan a cerrar brechas en el desarrollo de las funciones ejecutivas, sino que también pueden actuar como un factor de compensación frente a las desventajas estructurales del entorno. La capacidad de planificación, fortalecida a través de estas intervenciones, es fundamental para la resolución de problemas, la toma de decisiones y el establecimiento de metas a largo plazo, habilidades esenciales para superar desafíos educativos y personales. Este estudio aporta evidencia sólida sobre cómo las intervenciones cognitivas, especialmente las mediadas por tecnología, pueden convertirse en una estrategia clave para mejorar el desarrollo cognitivo en poblaciones vulnerables, ayudando a equilibrar las oportunidades de desarrollo y a promover una mayor equidad en el acceso a un aprendizaje significativo.

El presente estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar sus resultados. En primer lugar, la duración de las sesiones de trabajo (40 minutos) pudo haber generado fatiga cognitiva en algunos participantes; se recomienda que futuras intervenciones reduzcan este tiempo a 20-30 minutos para optimizar la atención y el rendimiento de los niños. En segundo lugar, los resultados se centraron exclusivamente en el desarrollo de habilidades específicas de planificación, sin evaluar de manera conjunta otras funciones ejecutivas relevantes, como la memoria de trabajo, la flexibilidad cognitiva o el control inhibitorio, las cuales podrían ofrecer una comprensión más integral del impacto del entrenamiento. Además, el estudio no abordó de manera sistemática la transferencia y generalización de los aprendizajes a contextos cotidianos. En este sentido, para futuros estudios, se recomienda incluir tareas más específicas o ajustadas para evaluar de manera conjunta estas funciones con la planificación.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a la Institución Educativa Leónidas Rubio, sede Margarita Pardo, de la ciudad de Ibagué (Tolima), por su colaboración en el desarrollo de este estudio. Se reconoce especialmente el apoyo del equipo docente, la participación de los estudiantes de grado tercero y sus familias, así como el compromiso de los auxiliares de investigación y demás colaboradores que contribuyeron al adecuado desarrollo de la investigación.

Referencias

- Ahmed, S., Kelly, D., Waters, N., & Chaku, N. (2024). Executive functioning. En E. Neblett & W. Troop-Gordon (Eds.), *Encyclopedia of Adolescence, vol 1*, (pp. 149-161) Elsevier; Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-96023-6.00057-9>
- Anderson, P. (2002). Assessment and development of executive function (EF) during childhood. *Child Neuropsychology*, 8(2), 71-82. <https://doi.org/10.1076/chin.8.2.71.8724>
- Anderson, P. J. (2008). Towards a developmental model of executive function. En V. Anderson, R. Jacobs, & P. Anderson (Eds.), *Executive functions and the frontal lobes: A lifespan perspective* (pp. 3-21). Taylor & Francis.
- Bahar-Fuchs, A., Clare, L., & Woods, B. (2013). Cognitive training and cognitive rehabilitation for persons with mild to moderate dementia of the Alzheimer's or vascular type: A review. *Alzheimer's Research & Therapy*, 5(4), 35-55. <https://doi.org/qbq>
- Bausela, E. (2014). Funciones ejecutivas: nociones del desarrollo desde una perspectiva neuropsicológica. *Acción Psicológica*, 11(1), 21-34.
- Benki-Nugent, S., & Boivin, M. (2019). Neurocognitive complications of pediatric HIV infections. En L. Cysique, S. Rourke (Eds.), *Neurocognitive complications of HIV-infection: neuropathogenesis to implications for clinical practice* (p. 147-174). Springer. https://doi.org/10.1007/7854_2019_102
- Betancur-Caro, M., Molina, D., & Cañizales-Romaña, L. (2016). Entrenamiento cognitivo de las funciones ejecutivas en la edad escolar. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(1), 359-368. <https://doi.org/10.11600/1692715X.14124160615>
- Birtwistle, E., Chernikova, O., Wünsch, M., & Niklas, F. (2025). Training of executive functions in children: A meta-analysis of cognitive training interventions. *SAGE Open*, 15(1)
- Blair, C., & Peters, R. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647-663. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01019.x>
- Boivin, M., Nakasujja, N., Sikorskii, A., Ruiseñor-Escudero, H., Familiar-Lopez, I., Walhof, K., van der Lugt, E., Opoka, R., & Giordani, B. (2019). Neuropsychological benefits of computerized cognitive rehabilitation training in Ugandan children surviving severe malaria: A randomized controlled trial. *Brain Research Bulletin*, 145, 117-128. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2018.03.002>

- Bul, K., Doove, L., Franken, I., van der Oord, S., Kato, P., & Maras, A. (2018). A serious game for children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder: Who benefits the most? *PLOS One*, 13(3), e0193681. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193681>
- Cadavid-Ruiz, N. (2008). *Neuropsicología de la construcción de la función ejecutiva* [Tesis doctoral, Universidad de Salamanca]. Repositorio documental Gredos. <http://hdl.handle.net/10366/22522>
- Cadavid-Ruiz, N., del Río, P., Egidio, J., & Galindo, P. (2008). Age related changes in the executive function of Colombian children. *Universitas Psychologica*, 15(5). <http://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy15-5.arce>
- Castellanos-Ryan, N., Parent, S., Chaput-Langlois, S., Rioux, C., Jacques, S., Simard, C., Tremblay, R., Séguin, J., & Zelazo, P. (2023). Modelling executive function across early childhood: Longitudinal invariance, development from 3.5 to 7 years and later academic performance. *Cognitive Development*, 68, 101365. <https://doi.org/pz96>
- Chinchay, Y., Gómez, J., & Montoro, G. (2024). Unlocking inclusive education: A quality assessment of software design in applications for children with autism. *Journal of Systems and Software*, 217, 112164. <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.112164>
- Culbertson, W., & Zillmer, E. A. (2005). *Tower of London Test TOL^{DX}*. Drexel University.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (s. f.). *Estratificación socioeconómica para servicios públicos domiciliarios*. <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/servicios-informacion/estratificacion-socioeconomica>
- Dansilio, S., Horta, K., Beisso, A., Agudelo, N., Larrea, F., Zubillaga, C., & Cerda, K. (2010). La Torre de Londres durante el desarrollo en edad escolar: normas de rendimiento en una población uruguaya. *Revista Argentina de Neuropsicología*, (15), 14-33.
- Deambrosio, M., Gutiérrez, M., Arán-Filippetti, V., & Román, F. (2018). Efectos del maltrato en la neurocognición: un estudio en niños maltratados institucionalizados y no institucionalizados. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 16(1), 239-253. <https://doi.org/10.11600/1692715X.16114>
- de Oliveira-Rosa, V., Franco, A., Júnior, A. G., Moreira-Maia, C., Wagner, F., Simioni, A., de Fraga-Bassotto, C., Moritz, G., Schaffer-Aguzzoli, C., Buchweitz, A., Schmitz, M., Rubia, K., & Paim-Rohde, L. (2020). Effects of computerized cognitive training as add-on treatment to stimulants in ADHD: A pilot fMRI study. *Brain Imaging and Behavior*, 14(5), 1933-1944. <https://doi.org/10.1007/s11682-019-00137-0>
- Diamond, A. (2012). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

- Diamond, A. (2013). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341. <https://doi.org/f4p5z5>
- Díaz, A., Martín, R., Jiménez, J. E., García, E., Hernández, S., & Rodríguez, C. (2012). Torre de Hanoi: datos normativos y desarrollo evolutivo de la planificación. *European Journal of Education and Psychology*, 5(1), 79-91. <https://doi.org/p2ht>
- Díaz, M., & Guevara, P. (2016). Desarrollo de las funciones ejecutivas durante la primera infancia y su afectación ante un traumatismo craneoencefálico. *Revista Chilena de Neuropsicología*, 11(2), 40-44.
- Dovis, S., Maric, M., Prins, P., & van der Oord, S. (2019). Does executive function capacity moderate the outcome of executive function training in children with ADHD? *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders*, 11, 445-460. <https://doi.org/pz97>
- eCognitiva.com. (2023). *Cuadernos de ejercicios de estimulación cognitiva para niños*. Ecognitiva.
- Fabara-Rodríguez, A., García-Bravo, C., García-Bravo, S., Quirosa-Galán, I., Rodríguez-Pérez, M., Pérez-Corrales, J., Fernández-Gómez, G., Donovan, M., Huertas-Hoyas, E. (2024). Quality-of-life- and cognitive-oriented rehabilitation program through NeuronUP in older people with Alzheimer's disease: A randomized clinical trial. *Journal of Clinical Medicine*, 13(19), 5982. <https://doi.org/10.3390/jcm13195982>
- Finch, J., García, E., Sulik, M., & Obradović, J. (2019). Peers matter: Links between classmates' and individual students' executive functions in elementary school. *Aera Open*, 5(1). <https://doi.org/10.1177/2332858419829438>
- Flores, J., & Ostrosky, F. (2012). *Desarrollo neuropsicológico de los lóbulos frontales y funciones ejecutivas*. Manual Moderno.
- Flores, J., Ostrosky, F., & Lozano, A. (2012). *Banfe-2. Bateria neuropsicológica de funciones ejecutivas y lóbulos frontales*. Manual Moderno.
- Fonseca, G., Rodríguez, L. C., & Parra, J. H. (2016). Relación entre funciones ejecutivas y rendimiento académico por asignaturas en escolares de 6 a 12 años. *Hacia la Promoción de la Salud*, 21(2), 41-58.
- Fracchia, C., Giovannetti, F., & Pietto, M. (2022). Consideration of individual differences in cognitive interventions for children at risk for poverty. En M. Alves, R. Ekuni, M. Hermida, & J. Valle-Lisboa (Eds.), *Cognitive sciences and education in non-Weird populations: A Latin American perspective* (pp. 261-285). Springer. <https://doi.org/pz98>
- Fuster, J. M. (2000). Executive frontal functions. *Experimental Brain Research*, 133, 66-70. <https://doi.org/10.1007/s002210000401>

- García-Galant, M., Blasco, M., Laporta-Hoyos, O., Berenguer-González, A., Moral-Salicrú, P., Ballester-Plané, J., Pueyo, R., Caldú, X., Alonso, X., Medina-Cantillo, J., Leiva, D., Boyd, R. & Pueyo, R. (2023). A randomized controlled trial of a home-based computerized executive function intervention for children with cerebral palsy. *European Journal of Pediatrics*, 182(10), 4351-4363. <https://doi.org/p2hw>
- Georgopoulou, E.-N., Nousía, A., Siokas, V., Martzoukou, M., Zoupa, E., Messinis, L., Dardiotis, E., & Nasios, G. (2023). Computer-based cognitive training vs. paper-and-pencil training for language and cognitive deficits in Greek patients with mild Alzheimer's disease: A preliminary study. *Healthcare*, 11(3). <https://doi.org/p2hp>
- Giovannetti, F., Pietto, M., Segretín, M., & Lipina, S. (2020). Impact of an individualized cognitive training intervention in preschoolers from poor homes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2912-2923. <https://doi.org/p2hq>
- Gray, S. I., Robertson, J., Manches, A., & Rajendran, G. (2019). BrainQuest: The use of motivational design theories to create a cognitive training game supporting hot executive function. *International Journal of Human-Computer Studies*, 127, 124-149. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2018.08.004>
- Guerrero, G., & García, A. (2015). Plataformas de rehabilitación neuropsicológica: estado actual y líneas de trabajo. *Neurología*, 30(6). <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2013.06.015>
- Guillaumes, S., & O'Callaghan, C. A. (2019). Versión en español del software gratuito OxMaR para minimización y aleatorización de estudios clínicos. *Gaceta Sanitaria*, 33(4), 395-397. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2018.07.013>
- Hackman, D. A., & Farah, M. J. (2009). Socioeconomic status and the developing brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 13(2), 65-73. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2008.11.003>
- Hackman, D., Gallop, R., Evans, G. W., & Farah, M. J. (2015). Socioeconomic status and executive function: Developmental trajectories and mediation. *Developmental Science*, 18(5), 686-702. <https://doi.org/10.1111/desc.12246>
- Hariton, E., & Locascio, J. J. (2018). Randomised controlled trials – the gold standard for effectiveness research. *BJOG*, 125(13), 1716. <https://doi.org/10.1111/1471-0528.15199>
- Hederich, C. (2022). *Análisis cuantitativo de datos para investigación educativa y social*. Universidad Pedagógica Nacional. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/18427>
- Hendry, A., Jones, E., & Charman, T. (2016). Executive function in the first three years of life: Precursors, predictors and patterns. *Developmental Review*, 42, 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2016.06.005>
- Hermida, M., Ramírez, V., Goizueta, C., & Periago, M. (2019). Promoción del lavado de manos en niños de 10 años: evaluación de intervenciones piloto en ciudades del

- Norte Argentino. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 11(3), 33-45.
<https://doi.org/10.32348/1852.4206.v11.n3.23551>
- Higgins, J. P., Altman, D. G., Gøtzsche, P. C., Jüni, P., Moher, D., & Oxman, A. D. (2011). The Cochrane Collaboration's tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, 343, d5928. <https://doi.org/10.1136/bmj.d5928>
- Holmes, J. (2009). *Teoría del apego y psicoterapia: en busca de la base segura*. Desclee de Brouwer.
- Hong, Y., Zhang, T., Pang, C., Zou, L., Li, M., & Zhou, R. (2025). The near and far transfer effects of computerized working memory training in typically developing preschool children: Evidence from event-related potentials. *Journal of Experimental Child Psychology*, 249, 106096. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2024.106096>
- Injoque-Ricle, I., & Burin, D. I. (2011). Memoria de trabajo y planificación en niños: validación de la prueba Torre de Londres. *Neuropsicología Latinoamericana*, 3(2), 31-38.
- Injoque-Ricle, I., Barreyro, J., Calero, A., & Burin, D. (2017). Poder predictivo de la edad y la inteligencia en el desempeño de una tarea de planificación: Torre de Londres. *Avances en Psicología Latinoamericana*, 35(1), 107-116. <https://doi.org/p2hx>
- Irazoki, E., Contreras-Somoza, L., Toribio-Guzmán, J., Jenaro-Río, C., van der Roest, H., & Franco-Martín, M. (2020). Technologies for cognitive training and cognitive rehabilitation for people with mild cognitive impairment and dementia: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 11, 648-667. <https://doi.org/gph35c>
- Jak, A., Seelye, A., & Jurick, S. M. (2013). Crosswords to computers: A critical review of popular approaches to cognitive enhancement. *Neuropsychology Review*, 23(1), 13-26. <https://doi.org/10.1007/s11065-013-9226-5>
- Jolles, D., & Crone, E. (2012). Training the developing brain: A neurocognitive perspective. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6(76). <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00076>
- Kosta-Tsolaki, M., Poptsi, E., Aggogiatou, C., Markou, N., Zafeiropoulos, S., & Kounti, F. (2017). Computer-based cognitive training versus paper and pencil training: Which is more effective? A randomized controlled trial in people with mild cognitive impairment. *JSM Alzheimer's Dis Related Dementia*, 4(1), 1032-1047.
- Kim, S.-C., & Lee, H.-S. (2021). Effect of game-based cognitive training programs on cognitive learning of children with intellectual disabilities. *Applied Sciences*, 11(18), 8582. <https://doi.org/10.3390/app11188582>
- Laureys, F., De Waelle, S., Barendse, M., Lenoir, M., & Deconinck, F. (2022). The factor structure of executive function in childhood and adolescence. *Intelligence*, 90, 101600. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101600>

- Lavilla, J. (2024). *Efectos de un programa de intervención en el desarrollo de las funciones ejecutivas en niños de primer grado de una institución educativa particular de la ciudad de Cusco* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Alicia. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/28515>
- Lezak, M. (1982). The problem of assessing executive functions. *International Journal of Psychology*, 17(1-4), 281-297. <https://doi.org/10.1080/00207598208247445>
- Lohndorf, R. (2022). ¿Demasiado poco-demasiado tarde? Diversidad e inclusión en aulas preescolares biétnicas en Chile. *Cultura, Educación y Sociedad*, 13(1), 75-96. <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.13.1.2022.05>
- Lozano, A., & Ostrozky, F. (2011). Desarrollo de las funciones ejecutivas y de la corteza prefrontal. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 11(1), 159-172.
- Lubrin, G., Periañez, J. A. & Ríos-Lago, M. (2009). Introducción a la estimulación cognitiva y la rehabilitación neuropsicológica. En E. Muñoz (Coord.), *Estimulación cognitiva y rehabilitación neuropsicológica* (pp. 13-32). Editorial UOC.
- Maffoni, M., Pierobon, A., Mancini, D., Magnani, A., Torlaschi, V., & Fundarò, C. (2024). How do you target cognitive training? Bridging the gap between standard and technological rehabilitation of cognitive domains. *Frontiers in Psychology*, 15, 1497642. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1497642>
- Matijasevich, A., Magalhães, J., Ziebold, C., Malvasi, P., Evans-Lacko, S., & de Paula, C. (2021). Vulnerabilidade social e saúde mental de crianças e jovens: relato de dois estudos longitudinais brasileiros. *Cadernos de Pós-Graduação em Distúrbios do Desenvolvimento*, 21(2), 9-38. <https://doi.org/10.5935/cadernosdisturbios.v21n2p9-38>
- Mayoral, S., Roca, M., Timoneda, C. & Serra, M. (2015). Mejora de la capacidad de planificación cognitiva del alumnado de primer curso de Educación Secundaria Obligatoria. *Aula Abierta*, 43, 9-17. <http://doi.org/10.1016/j.aula.2014.10.001>
- McNeilly, E. A., Peverill, M., Jung, J., & McLaughlin, K. (2022). Executive function as a mechanism linking socioeconomic status to internalizing and externalizing psychopathology in children and adolescents. *Journal of Adolescence*, 89(1), 149-160. <https://doi.org/10.1016/j.adolescence.2021.04.010>
- Ming, H., Zhang, F., Jiang, Y., Ren, Y., & Huang, S. (2021). Family socio-economic status and children's executive function: The moderating effects of parental subjective socioeconomic status and children's subjective social mobility. *British Journal of Psychology*, 112(3), 720-740. <https://doi.org/10.1111/bjop.12490>
- Ministerio de Salud [Colombia]. (1993). *Resolución n.º 8430 de 1993. Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. <https://>

www.minsalud.gov.co/sites/rid/lists/bibliotecadigital/ride/de/dij/resolucion-8430-de-1993.pdf

- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex «Frontal Lobe» tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Mondéjar, T., Hervás, R., Johnson, E., Gutiérrez, C., & Latorre, J. M. (2016). Correlation between videogame mechanics and executive functions through EEG analysis. *Journal of Biomedical Informatics*, 63, 131-140. <https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.08.006>
- Montoya-Arenas, D., Aguirre-Acevedo, D., Díaz, C., & Pineda, D. (2018). Executive functions and high intellectual capacity in school-age: Completely overlap? *International Journal of psychological research*, 11(1), 19-32. <https://doi.org/10.21500/20112084.3239>
- Montuori, C., Gambarota, F., Altoé, G., & Arfé, B. (2024). The cognitive effects of computational thinking: A systematic review and meta-analytic study. *Computers & Education*, 210, 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104961>
- Montuori, C., Pozzan, G., Padova, C., Ronconi, L., Vardanega, T., & Arfé, B. (2023). Combined unplugged and educational robotics training to promote computational thinking and cognitive abilities in preschoolers. *Education Sciences*, 13(9), 858-867. <https://doi.org/10.3390/educsci13090858>
- Moreno, M., & Guidetti, M. (2018). Do we plan through gestures? Evidence from children, adolescents and adults in solving of Tower of Hanoi task. *Universitas Psychologica*, 17(2). <https://doi.org/10.11144/Javeriana.upsy17-2.pgec>
- Orjales, I., & de Miguel, M. (2008). *Programa de entrenamiento en planificación*. Editorial Cepe.
- Papanastasiou, G., Drigas, A., Skianis, C., & Lytras, M. (2020). Brain computer interface based applications for training and rehabilitation of students with neurodevelopmental disorders: A literature review. *Heliyon*, 6(9). <https://doi.org/p2jk>
- Passarotti, A., Balaban, L., Colman, L., Katz, L., Trivedi, N., Liu, L., & Langenecker, S. (2020). A preliminary study on the functional benefits of computerized working memory training in children with pediatric bipolar disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *Frontiers in Psychology*, 10, 3060. <https://doi.org/p2jm>
- Phillips, L., Gilhooly, K., Logie, R., Della-Sala, S., & Wynn, V. (2003). Age, working memory, and the Tower of London task. *European Journal of Cognitive Psychology*, 15(2), 291-312. <https://doi.org/10.1080/09541440244000148>

- Poon, K., Ho, M., Chu, P., & Chou, K.-L. (2020). Transferability and sustainability of task-switching training in socioeconomically disadvantaged children: A randomized experimental study. *Journal of Cognitive Psychology*, 32(8), 747-763. <https://doi.org/10.1080/20445911.2020.1839082>
- Portellano, J. (2018). *Neuroeducación y funciones ejecutivas*. Editorial Cepe.
- Posner, M. I., & Petersen, S. E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Puruncajas, G. E. (2024). *La torre de Hanói en el desarrollo de patrones y secuencias con niños de subnivel inicial* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio Institucional UTA. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/41905>
- Redolar, D. (2013). *Neurociencia cognitiva* (2ª ed). Editorial Médica Panamericana.
- Ríos, S., Barrios, L., & López, M. (2017). Efficacy of a computer-based cognitive training program to enhance planning skills in 5 to 7-year-old normally developing children. *Applied Neuropsychology: Child*, 9(1), 21-30 <https://doi.org/10.1080/21622965.2018.1503959>
- Robledo-Castro, C., Lerma-Castaño, P. R., & Bonilla-Santos, G. (2023). Effect of cognitive training programs based on computer systems on executive functions in children with ADHD: A systematic review. *Journal of Attention Disorders*, 27(13), 1467-1487. <https://doi.org/10.1177/10870547231187164>
- Robledo-Castro, C., Perdomo, E., Pesca, D., & Mendoza, P. (2018). *El preescolar: un momento ideal para fortalecer el desarrollo de las funciones ejecutivas*. Universidad del Tolima
- Robledo-Castro, C., Ramírez-Suárez, G., & Rodríguez-Rodríguez, L. H. (2024). Effects of computer-based cognitive training vs. paper-and-pencil-based training on the cognitive development of typically developing children: Protocol for a randomized controlled trial. *MethodsX*, 13, 102877. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2024.102877>
- Robledo-Castro, C., & Ramírez-Suárez, G. R. (2023). *Desarrollo de las funciones ejecutivas en la niñez en contextos escolares*. Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Rueda, M., Cómbita, L., & Pozuelos, J. P. (2021). Cognitive training in childhood and adolescence. En T. Strobach, & J. Karbach (Eds.), *Cognitive training: An overview of features and applications* (pp. 127-139). Springer. <https://doi.org/p2jn>
- Sala, G., & Gobet, F. (2019). Cognitive training does not enhance general cognition. *Trends in cognitive sciences*, 23(1), 9-20.
- Sánchez-Pérez, N., Castillo, A., López-López, J., Pina, V., Puga, J., Campoy, G., González-Salinas, C. & Fuentes, L., (2018). Computer-based training in math and working memory improves cognitive skills in primary school children. *Frontiers in Psychology*, 8, 23-27. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.02327>

- Scionti, N., Cavallero, M., Zogmaister, C., & Marzocchi, G. (2020). Is cognitive training effective for improving executive functions in preschoolers? A systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology*, 10, 2812. <https://doi.org/gn4fkd>
- Sedgwick, P. (2014). Case-control studies: Advantages and disadvantages. *BMJ*, 348, f7707. <https://doi.org/10.1136/bmj.f7707>
- Segretin, M., Hermida, M., Prats, L., Fracchia, C., Colombo, J. A., & Lipina, S. J. (2016). Estimulación de procesos cognitivos de control en niños de cuatro años: comparaciones entre formatos individual y grupal de intervención. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento*, 8(3), 48-61. <https://doi.org/10.32348/1852.4206.v8.n3.11572>
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, 298(1089), 199-209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
- Schröer, L., Cooper, R., & Mareschal, D. (2023). Assessing executive functions in free-roaming 2- to 3-year-olds. *Frontiers in Psychology*, 14, 1210109. <https://doi.org/p2jz>
- Simone, M., Viterbo, R., Margari, L., & Iaffaldano, P. (2018). Computer-assisted rehabilitation of attention in pediatric multiple sclerosis and ADHD patients: A pilot trial. *BMC Neurology*, 18(1), 82-93. <https://doi.org/10.1186/s12883-018-1087-3>
- Soares, L., Giovanetti, M., & Gomes, N. L. (2020). *Diálogos na educação de jovens e adultos*. Autêntica Editora.
- Spawton-Rice, J. H., & Walker, Z. (2022). Do cognitive training applications improve executive function in children with adverse childhood experiences? A pilot study. *Applied Neuropsychology: Child*, 11(3), 373-382. <https://doi.org/p2jj>
- Stelzer, F., Andrés, M., Canet-Juric, L., & Introzzi, I. (2016). Predictores cognitivos de la capacidad de planificación en niños de 6 y 7 años de edad. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 14(1), 347-358. <https://doi.org/p2jh>
- Stelzer, F., Cervigni, M., & Martino, P. (2011). Desarrollo de las funciones ejecutivas en niños preescolares: una revisión de algunos de sus factores moduladores. *Liberabit*, 17(1), 93-100.
- Thériault-Couture, F., Matte-Gagné, C., & Bernier, A. (2025). Child vocabulary and developmental growth in executive functions during toddlerhood. *Developmental Science*, 28(3), e70010. <https://doi.org/10.1111/desc.70010>
- Tirapu, J., García, A., Ríos, M., & Ardila, A. (Eds.) (2018). *Neuropsicología del córtex prefrontal y de las funciones ejecutivas*. Viguera.
- Traverso, G. (2022). Intervención construccionista implementada en atención clínica virtual con una familia atendida a través del programa de la Facultad de Psicología en el Hospital de Clínicas «José de San Martín» [Ponencia]. *XIV Congreso Internacio-*

- nal de Investigación y Práctica Profesional en Psicología. XXIX Jornadas de Investigación. XVIII Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur. IV Encuentro de Investigación de Terapia Ocupacional. IV Encuentro de Musicoterapia.* Facultad de Psicología, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.
- Unterrainer, J., Rahm, B., Loosli, S., Rauh, R., Schumacher, L., Biscaldi, M., & Kaller, C. (2020). Psychometric analyses of the Tower of London planning task reveal high reliability and feasibility in typically developing children and child patients with ASD and ADHD. *Child Neuropsychology*, 26(2), 257-273. <https://doi.org/p2jg>
- Wang, C., Jaeggi, S., Yang, L., Zhang, T., He, X., Buschkuehl, M., & Zhang, Q. (2019). Narrowing the achievement gap in low-achieving children by targeted executive function training. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 63, 87-95. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2019.06.002>
- Wilson, S., Byrne, P., Rodgers, S., & Maden, M. (2022). A systematic review of smartphone and tablet use by older adults with and without cognitive impairment. *Innovation in Aging*, 6(2), igac002. <https://doi.org/10.1093/geroni/igac002>
- World Medical Association. (1969). *Ethical principles for medical research involving human subjects. Declaration of Helsinki.*
- Wu, J., Peng, J., Li, Z., Deng, H., Huang, Z., He, Y., Tu, J., Cao, L., & Huang, J. (2023). Multi-domain computerized cognitive training for children with intellectual developmental disorder: A randomized controlled trial. *Frontiers in Psychology*, 13, 1059889. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1059889>
- Zelazo, P. (1999). Language, levels of consciousness, and the development of intentional action. En P. Zelazo, J. Astington, & D. Olson (Eds.), *Developing theories of intention: Social understanding and self-control* (pp. 95-117). Psychology Press. <https://doi.org/p2jf>
- Zhong-Hua, H., & Wen-Gang, Y. (2016). Family environments and children's executive function: The mediating role of children's affective state and stress. *The Journal of Genetic Psychology*, 177(5), 143-155.