

Guillén, J.C., Forés, A., Paz, G.O. & Goldin, A.P. (2024). Trabajar las funciones ejecutivas a través de un software lúdico en educación infantil. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 27(3), 51-68.

DOI: <https://doi.org/10.6018/reifop.614191>

Trabajar las funciones ejecutivas a través de un software lúdico en educación infantil

Jesús C. Guillén⁽¹⁾, Anna Forés⁽¹⁾, Gabriel O. Paz^{(2),(3)}, Andrea P. Goldin^{(2),(3)}

⁽¹⁾ Universidad de Barcelona, ⁽²⁾ Laboratorio de neurociencia, Universidad Torcuato Di Tella,

⁽³⁾ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina

Resumen

En esta investigación se analizó el impacto de Mate Marote, un software lúdico especialmente diseñado para estimular las funciones ejecutivas, sobre distintas habilidades cognitivas en la etapa de educación infantil. Se realizó un diseño experimental cuantitativo en el que participaron 83 estudiantes de 4 años, en promedio, de tres escuelas públicas en España. Los estudiantes del grupo de control pertenecían a una de las escuelas (n=39), en tanto que los estudiantes de las otras dos escuelas (n=44) fueron asignados de forma aleatoria a uno de dos grupos experimentales existentes (CI y S). Mientras que los integrantes del grupo CI jugaron a videojuegos que permiten trabajar mayormente el control inhibitorio, los del grupo S jugaron a videojuegos diseñados para trabajar también la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. La intervención duró 7 semanas. Los participantes jugaron dos o tres veces por semana durante 15 minutos, como máximo cada vez. Los resultados revelaron mejoras concretas de los dos grupos experimentales, respecto al grupo de control, en las funciones ejecutivas básicas. El entrenamiento específico del grupo S tuvo un mayor impacto en la atención y el control inhibitorio que el del grupo CI.

Palabras clave

Funciones ejecutivas; Entrenamiento cognitivo; Mate Marote; Aprendizaje.

Contacto:

Anna Forés, Universidad de Barcelona, annafores@ub.edu

Exercising Executive Functions with a playful software in early childhood education

Abstract

The research analyzed the impact of Mate Marote, a recreational software specially designed to stimulate Executive Functions, on different cognitive skills in the early childhood education stage. A quantitative experimental design was conducted in which 83 students aged 4 years old, on average, from three public schools in Spain participated. Students in the control group attended one of the schools (n=39), while students from the other two schools (n=44) were randomly assigned to one of two existing experimental groups (CI and S). While the members of the CI group played video games that mainly allowed them to exercise inhibitory control, those of the S group played video games designed to also stimulate working memory and cognitive flexibility. The intervention lasted 7 weeks. Participants played two or three times a week for 15 minutes at most each time. The results revealed improvements in basic executive functions in the two experimental groups, compared to the control group. The specific training of the S group had a greater impact on attention and inhibitory control than that of the CI group.

Key words

Executive functions; Cognitive training; Mate Marote; Learning.

Introducción

En el ámbito de la neurociencia, las funciones ejecutivas se consideran un conjunto de habilidades cognitivas necesarias para el control consciente y voluntario de pensamientos, emociones y acciones. Son procesos mentales que nos permiten prestar atención y estar centrados en las tareas, razonar y resolver problemas, ejercitar el autocontrol para evitar ser impulsivos o reaccionar sin pensar, tomar diferentes perspectivas, ajustarnos de forma flexible a lo novedoso, ver la relación entre diferentes ideas o hechos y reflexionar sobre el pasado y visualizar alternativas futuras (Cristofori, Cohen-Zimmerman y Grafman, 2019; Diamond, 2020; Miller y Cohen, 2001; Zelazo, 2020).

Tomando como referencia el modelo de Miyake (Miyake et al., 2000) que considera las funciones ejecutivas como un constructo unitario con componentes parcialmente dissociables, modelo ampliamente replicado en estudios posteriores (incluidos los que utilizan neuroimágenes; ver Zhang et al., 2021), consideramos a la memoria de trabajo, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva como las tres funciones ejecutivas básicas. Estas posibilitan funciones ejecutivas de orden superior, como el razonamiento, la resolución de problemas y la planificación, que permiten las acciones necesarias para alcanzar una meta específica (Diamond, 2013; Kennedy et al., 2008).

Existe amplia evidencia sobre la importancia de las funciones ejecutivas en una gran variedad de dominios relacionados con la educación, como la comprensión lectora (Follmer, 2018), el aprendizaje de las matemáticas (Clements, Sarama y Germeroth, 2016), la metacognición (Roebbers, 2017), la disminución de síntomas del TDAH (Klingberg et al., 2005) o el rendimiento académico, tanto en la etapa de educación infantil (Blair y Razza, 2007; McClelland et al., 2014), como en la de Primaria y Secundaria (Best, Miller y Naglieri, 2011). En concreto, las funciones ejecutivas en la infancia están asociadas a un mejor desempeño en la escuela y en la vida años más tarde y son mejores predictoras de estos resultados que el cociente intelectual o el estatus socioeconómico (Moffitt et al., 2011). Y son especialmente relevantes

en el desarrollo de niños que pertenecen a entornos socioeconómicos desfavorecidos (Lawson, Hook y Farah, 2018). Es por ello que, en los últimos años, los estudios sobre funciones ejecutivas constituyen un pilar fundamental en el campo de la investigación de las neurociencias aplicadas a la educación infantil.

En consonancia con los mecanismos de neuroplasticidad que nos permiten aprender durante toda la vida, las funciones ejecutivas pueden entrenarse y mejorarse, también en el contexto del aula (Diamond y Ling, 2020). Por ello, es plausible esperar que, a través de la práctica, mejoren las habilidades cognitivas de estudiantes mediante programas de actividades específicos (Von Bastian et al., 2022). Es lo que se conoce en la literatura científica como *entrenamiento cognitivo* (Bryck y Fisher, 2012), que se basa en tres cuestiones: la evidencia sólida de que la plasticidad cerebral puede darse a cualquier edad, especialmente en la infancia, la posibilidad de transferencia del aprendizaje a tareas y habilidades no entrenadas (Strobach y Karbach, 2021) y la evidencia de que las funciones ejecutivas en la infancia afectan al rendimiento académico, el bienestar y el desempeño en la vida (Pirrone et al., 2022), tanto en la infancia como años más tarde (Moffitt et al., 2011).

En los últimos años el entrenamiento cognitivo se ha visto beneficiado por la utilización de los recursos digitales (Betin et al, 2023; Rodríguez, 2017). Programas generalmente informatizados que optimizan el aprendizaje (Gallardo et al., 2021; 2023a; 2023b), ya que integran con naturalidad los elementos que caracterizan al juego, otro de los factores que la neurociencia educativa identifica como críticos durante la infancia (Rushton, Juola-Rushton y Larkin, 2010), lo que constituye una estrategia prometedora para trabajar las funciones ejecutivas en esa importante etapa de la vida (Mondéjar et al., 2024; Rodríguez et al., 2023; Zhang et al., 2019). Es el caso de Mate Marote, el *software* lúdico que se ha utilizado en esta investigación y que fue utilizado en distintos estudios previos en escuelas argentinas y uruguayas para diferentes edades y contextos socioeconómicos (ver, por ejemplo, Goldin et al., 2013; Goldin et al., 2014, Nin et al., 2019; Nin et al., 2023).

Mate Marote (<https://matemarote.org.ar>) es una plataforma *online* de videojuegos de libre acceso creada por investigadores e investigadoras argentinos. Estos videojuegos están inspirados en conocimientos de la neurociencia cognitiva y tienen como propósito estimular y evaluar, a través del juego, el desarrollo de las funciones ejecutivas de niños pequeños (de 4 a 8 años). A diferencia de otras plataformas existentes con fines comerciales, Mate Marote permite diseñar e implementar programas de estimulación cognitiva para estudiar muchas de las cuestiones relevantes vinculadas al entrenamiento cognitivo y cuenta con una gran variedad de juegos pensados para niños de las etapas de educación infantil y primaria.

Mate Marote integra de forma natural algunos de los elementos fundamentales del juego, como el reto y el *feedback*. Las actividades son entretenidas y suministran desafíos adecuados a las necesidades de cada niño, a través de mecanismos adaptativos, lo cual es imprescindible para optimizar su aprendizaje a través de una práctica continuada y sistemática. En esta investigación se utilizaron los siguientes videojuegos (para una revisión completa, ver Nin, Goldin y Carboni, 2019): Avioncito, que es una adaptación de la tarea “corazón-flor” para evaluar el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva en niños pequeños (Davison et al., 2006); Memomarote, que se basa en un tipo de tareas (*self-ordered tasks*) que requieren memoria de trabajo visual, pero no espacial (Petrides y Milner, 1982); Nback, que es otro juego para entrenar memoria de trabajo basado en las tareas tipo *n-back* (Kirchner, 1958); Estantes (CrazyNut) y Lombriz (Snake), que incrementan la demanda de control inhibitorio, mientras que Lianas (Jump-Jump) requiere control inhibitorio y una mayor demanda de flexibilidad cognitiva.

La principal hipótesis de este trabajo es que una intervención, que utiliza el *software* lúdico Mate Marote, aplicada en el contexto escolar con estudiantes de cuatro años mejora las funciones ejecutivas y favorece el aprendizaje. Esta mejora será superior cuando la intervención utilice videojuegos que estimulen más la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva, frente a una intervención centrada en el control inhibitorio.

Metodología

Participantes y procedimiento

En esta investigación se utilizó un diseño experimental cuantitativo de tipo pretest-postest con grupo de control. Participaron un total de 83 estudiantes ($M=53,3$ meses y $SD=3,6$ meses) del aula de cuatro años del segundo ciclo de educación infantil de tres escuelas públicas ubicadas en tres municipios cercanos de la provincia de Málaga, en España (Escuela 1, Escuela 2 y Escuela 3). Los padres o tutores de los niños entregaron un consentimiento informado para participar del estudio, documento validado por el comité de ética Cemic-Conicet.

Los estudiantes que conformaron el grupo de control pertenecían a dos clases de la Escuela 3 ($n=39$; 19 niñas y 20 niños), mientras que los estudiantes de las otras dos escuelas fueron asignados de forma aleatoria a uno de dos grupos experimentales: grupo S y grupo CI. Los integrantes de los grupos experimentales ($n=44$; 27 niñas y 17 niños) participaron del entrenamiento de las funciones ejecutivas a través del *software* Mate Marote, aunque con ciertos matices. Mientras que los integrantes del grupo CI jugaron a videojuegos que permiten trabajar mayormente el control inhibitorio, los del grupo S jugaron a videojuegos diseñados para trabajar también la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva. Los dos grupos experimentales jugaron en algunas sesiones a los juegos *Avioncito* y *Estantes*. Sin embargo, en el resto de las sesiones el grupo CI jugó a *Lombriz* y *Lianas*, mientras que el grupo S jugó a *Memomarote* y *Nback*. Esto constituye una importante innovación con respecto a las investigaciones realizadas hasta la fecha sobre funciones ejecutivas en la infancia, que no suelen analizar el impacto que puede lograrse afectando distintos componentes de la cognición en simultáneo.

La asignación a los dos grupos experimentales se hizo de forma *pseudoaleatoria* para preservar que el número de integrantes por género fuera similar en cada uno de los dos grupos, factor imprescindible para combatir el sesgo de género (Beery y Zucker, 2011).

Instrumentos de medida

Se utilizaron diferentes tests estandarizados para evaluar distintos aspectos de la cognición de los niños. Todos son test estandarizados clásicos que han sido ampliamente probados, tienen garantías de fiabilidad y validez y siguen utilizándose en las principales investigaciones en el campo de las funciones ejecutivas. Aunque la administración es diferente a lo usual. Los test fueron administrados a través de la plataforma Mate Marote. Cada prueba contó con un tutorial en el que se le explicaba al niño cómo funciona el juego y ensayos de práctica que debía responder correctamente antes de poder comenzar con el test propiamente dicho. Todos los test se administraron de forma individual y contaron con limitaciones de tiempo para evitar la fatiga. Tanto su diseño como el tipo de instrucciones se adaptaron específicamente para la etapa de educación infantil.

Test child-ANT

La tarea de las redes atencionales ANT (del inglés, *Attention Network Task*) fue desarrollada para obtener una medida de cada uno de los sistemas atencionales: de alerta, de orientación y ejecutivo. Esta tarea posteriormente se adaptó a la población infantil en su versión child-

ANT (Rueda *et al.*, 2004a; Rueda, 2021), tarea que se presenta como un juego de ordenador y es lo suficientemente sencilla para que pueda ser realizada por niños desde 4 años de edad en adelante.

Se pide al niño que determine si un pez central (u otro animal) apunta hacia la derecha o hacia la izquierda y que presione uno de los dos botones del teclado (el derecho para indicar derecha, el izquierdo para indicar izquierda), ignorando los dos peces a cada lado (flancos).

Test de Stroop corazón-flor

La tarea de Stroop corazón-flor fue desarrollada por Davidson *et al.* (2006) para evaluar el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva en la infancia. Combina elementos de las tareas tipo Simón de conflicto espacial (Lu y Proctor, 1995) y de alternancia de tareas o *task switching* (Macleod, 1991).

La tarea completa incluye tres fases en las que cambia la presentación del tipo de estímulos, incrementándose progresivamente la dificultad de las demandas de control inhibitorio y flexibilidad cognitiva.

Test bloques de Corsi

El test de Corsi es una tarea clásica que se utiliza para evaluar la memoria de trabajo visuoespacial (Corsi, 1973). La tarea consta de nueve cubos, algunos de los cuales se “encienden” siguiendo una secuencia y el participante ha de imitarla; la longitud de la secuencia aumenta progresivamente cada cinco ensayos. La prueba concluye cuando el participante no logra reproducir tres secuencias consecutivas. La última secuencia recordada constituye la amplitud (*span*) de la memoria visuoespacial.

Test TONI-4

El Test de Inteligencia No Verbal TONI (del inglés, *Test Of Nonverbal Intelligence*) se centra en la resolución de problemas como forma de estimar la capacidad cognitiva de razonamiento lógico (Johnsen, 2017). Para esta investigación se utilizó su versión TONI-4 (Brown *et al.*, 2010).

Análisis y estadística

Todos los procedimientos estadísticos vinculados al análisis cuantitativo de la información se realizaron en el lenguaje de programación Python 3.8 utilizando las bibliotecas Pandas, Numpy, Matplotlib, Seaborn, Scipy y los paquetes estadísticos Statsmodels y Pingouin.

Se aplicaron las pruebas de Levene (1960) y Shapiro-Wilk (Shapiro y Wilk, 1965) para evaluar si se cumplían los supuestos de homocedasticidad (varianzas homogéneas) y normalidad de los datos, respectivamente. Cuando se cumplieron, se llevaron a cabo pruebas *t* de Student o ANOVA, según el número de muestras a comparar. En los casos en los que no se cumplieron los supuestos, se aplicaron las correspondientes pruebas no paramétricas (Mann-Whitney, Kruskal-Wallis y Wilcoxon). Para esta investigación se tomó 0,05 como umbral del valor de significancia para el análisis de los resultados obtenidos.

Resultados

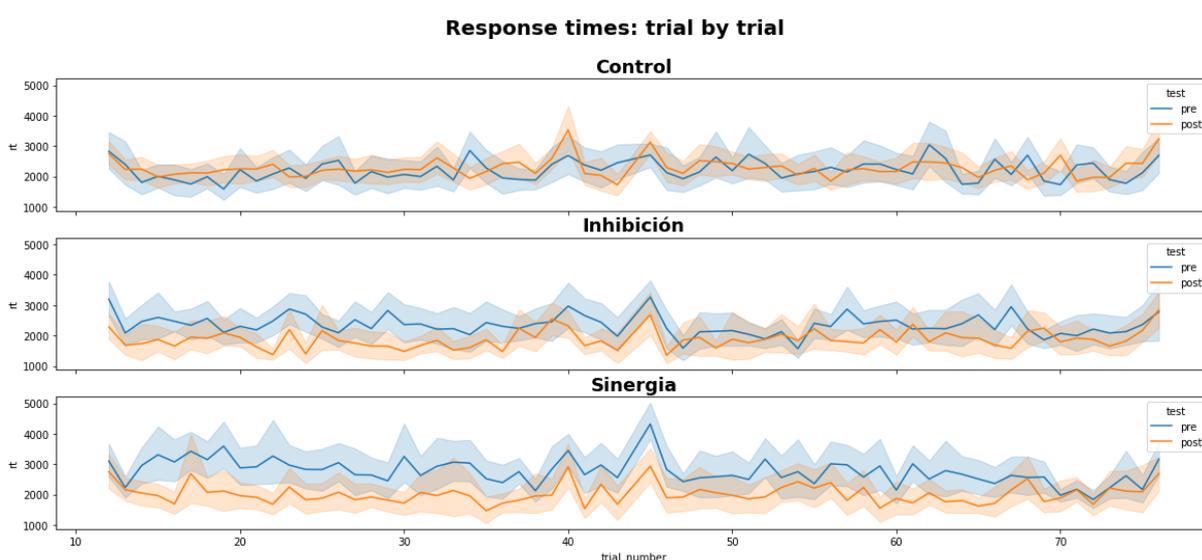
Sistemas atencionales

En la Figura 1 se muestra el promedio de los tiempos de respuesta (en milisegundos, ms) a lo largo de toda la tarea para cada uno de los grupos (control y experimentales: S y CI). La línea azulada corresponde al pretest y la anaranjada, al postest, mientras que el área sombreada representa los errores estándar de las medidas. Se observa una reducción de los tiempos de

respuesta en la fase de postest para los dos grupos experimentales (Tabla 1), con mayores beneficios para el grupo S. Esto fue acompañado de una mejora en la proporción de ensayos acertados tras el entrenamiento que también se dio en el grupo de control. En la tabla 2 se muestra el porcentaje de respuestas correctas de los tres grupos para todos los tipos de ensayos en el pretest y postest.

En lo referente a la atención ejecutiva, hubo mejoras del grupo S en los tiempos de respuesta de los ensayos congruentes (Figura 2). En cuanto a los sistemas atencionales de alerta y de orientación se observa que, a diferencia del grupo de control, los dos grupos experimentales mejoraron los tiempos de respuesta.

Figura 1
Tiempo de respuesta para los tres grupos en el pretest y postest del test child-ANT



El número de ensayo en el eje x y el tiempo de respuesta (en ms) en el eje y.

Tabla 1.
Tiempos de respuesta (ms) de los tres grupos (Control, Control inhibitorio y Sinergia) para todos los tipos de ensayos en el pretest y postest del test child-ANT.

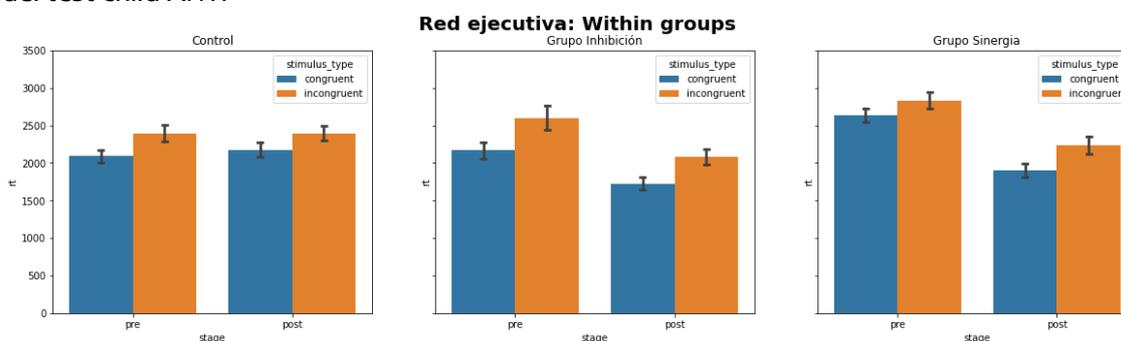
TR	PRETEST			POSTEST		
	C	CI	S	C	CI	S
Clave central	2159,09±96,59	2397,08±68,14	2789,13±71,43	2316,05±82,19	1920,78±57,02	2165,07±84,28
Clave espacial	2264,65±99,76	2229,68±81,96	2617,88±80,66	2310,04±95,44	1767,01±63,13	1968,96±79,98
Sin clave	2326,99±80,74	2325,09±67,71	2847,48±72,43	2472,33±63,09	2068,43±100,52	2191,88±85,79
Clave doble	2306,29±89,39	2223,68±58,76	2735,62±73,60	2333,28±83,12	1886,44±55,47	2226,25±66,66

Ensayos congruentes	2186,84±67,83	2254,17±71,35	2633,36±45,30	2275,11±64,89	1756,36±45,19	1909,54±47,35
Ensayos incongruentes	2329,96±73,31	2564,47±78,43	2826,73±57,88	2463,94±69,67	2050,31±50,47	2236,49±60,16

Tabla 2. Porcentaje de respuestas correctas de los tres grupos para todos los tipos de ensayos en el pretest y postest del test child ANT.

RC	PRETEST			POSTEST		
	C	CI	S	C	CI	S
Clave espacial	58,86±2,87	67,09±2,09	60,08±2,82	74,60±2,85	84,27±2,29	73,82±2,75
Clave central	55,07±1,93	67,50±2,31	60,31±2,32	73,44±2,36	76,22±2,97	76,91±2,67
Sin clave	55,24±2,21	65,94±1,94	58,36±2,42	72,07±2,56	72,51±2,95	76,87±2,17
Clave doble	55,58±1,86	67,81±2,11	60,50±2,06	74,61±2,37	76,29±1,93	77,15±2,16
Ensayos congruentes	67,27±2,68	75,15±2,36	65,75±2,61	82,20±1,81	86,10±2,24	80,96±2,17
Ensayos incongruentes	44,68±1,95	54,36±2,65	55,71±2,19	65,34±2,92	65,07±3,00	73,23±2,22

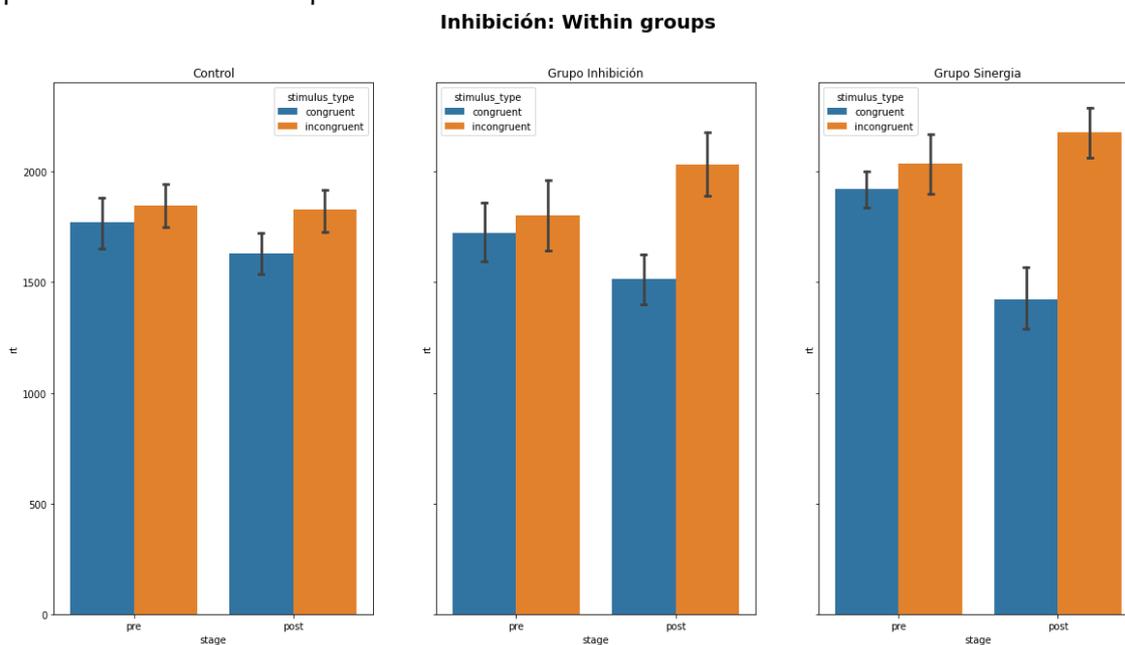
Figura 2. Tiempos de respuesta (ms) para los ensayos de la atención ejecutiva en el pretest y postest del test child-ANT.



Control inhibitorio y Flexibilidad cognitiva

Los resultados del test de Stroop corazón-flor demostraron que, en lo referente al control inhibitorio, el grupo S mejoró significativamente los tiempos de respuesta de los ensayos congruentes en el postest (Figura 3).

Figura 3.
Tiempos de respuesta (ms) para los ensayos que evalúan control inhibitorio en el pretest y postest del test de Stroop corazón-flor.



Esto fue acompañado de una mejora en la proporción de ensayos acertados en los dos tipos de estímulos que también se observa en el grupo CI, aunque no de forma significativa.

Memoria de trabajo

Al comparar los tiempos de respuesta por *span* se observa que, como era esperable, la cantidad de estímulos afectó al tiempo de respuesta para los grupos experimentales (ver figura 4). Sin embargo, solo para los grupos S y CI se observaron diferencias significativas en cuanto al nivel máximo alcanzado, mostrando mejoras en postest, tal como confirmó la regresión lineal para cada uno de los grupos (ver tabla 3), si bien el grupo S tuvo rendimiento más lento en el pretest que los otros grupos.

Figura 4.
Tiempos de respuesta en función del span en el postest del test de Corsi



Tabla 3.
Regresión lineal para los tiempos de respuesta de cada grupo en el postest del test Bloques de Corsi

CONTROL	sum_sq	df	F	PR (>F)
C (span, sum)	125,71	2,0	2,33	0,10
C (level, sum)	23,37	1,0	0,87	0,35
C (span,,sum):C (level,sum)	19,05	2,0	0,35	0,70
Residual	2484,10	92,0		
GRUPO CI				
C (span, sum)	4,42	2,0	13,15	0,000030
C (level, sum)	0,81	1,0	4,84	0,03
C (span,,sum):C (level,sum)	0,058	2,0	0,17	0,84
Residual	7,73	76,0		
GRUPO S				
C (span, sum)	3,08	2,0	3,29	0,046
C (level, sum)	7,96	1,0	16,97	0,00015
C (span,,sum):C (level,sum)	0,047	2,0	0,050	0,95
Residual	22,05	47,0		

Razonamiento lógico

En las medidas del postest del test TONI-4 no se encontraron diferencias entre los grupos experimentales ni en los tiempos de respuesta ni el nivel máximo alcanzado.

Discusión y conclusiones

Este estudio tuvo como objetivo analizar diferencias en el rendimiento de las funciones ejecutivas en niños y niñas de 4 años de edad utilizando distintas pruebas psicométricas estandarizadas. Para ello se realizaron intervenciones en tres escuelas de España, en las que

se aplicaron distintos protocolos de entrenamiento cognitivo. Los niños de una de las instituciones funcionaron como grupo control, mientras que los niños de las otras dos se repartieron pseudo aleatoriamente entre los dos grupos experimentales, S y CI. La hipótesis central de este trabajo fue que una intervención lúdica con Mate Marote, aplicada en el contexto escolar con estudiantes de cuatro años, mejoraría el rendimiento en las funciones ejecutivas favoreciendo el aprendizaje.

Los resultados obtenidos demostraron que el entrenamiento tuvo un impacto positivo en las funciones ejecutivas básicas y en las de orden superior para los dos grupos experimentales, aunque cada grupo lo experimentó de forma distinta. Parece que un entrenamiento más global de las funciones ejecutivas (grupo S) tiene mayores beneficios que un entrenamiento más específico (grupo CI).

Evaluación de la atención

En el test child-ANT, los dos grupos experimentales mejoraron los tiempos de respuesta después de la intervención, a diferencia del grupo de control que obtuvo resultados muy similares en el pretest y en el posttest. Esta mejora no fue a expensas de un aumento en el número de errores en los ensayos, ya que se incrementó el porcentaje de aciertos tras el entrenamiento, lo que también se dio en el grupo de control. En resumen, los dos grupos experimentales que utilizaron Mate Marote mejoraron los tiempos de respuesta en el test child-ANT entre el posttest y el pretest sin perjudicar su eficiencia, es decir, reaccionaron más rápido ante los estímulos presentados, y de forma correcta, tras la intervención, lo que ya se había identificado en estudios anteriores con niños algo mayores (8 años en Goldin *et al.*, 2013 y 6-7 años en Goldin *et al.*, 2014).

Comparando los resultados de los dos grupos experimentales vemos que el grupo S obtuvo mayores beneficios. En lo referente a los tiempos de respuesta de los seis tipos de ensayos distintos asociados a las tres redes atencionales, fueron mayores en el grupo S que en el CI, tanto en el pretest como en el posttest (ver tabla 1). Sin embargo, haciendo la sustracción entre los valores finales e iniciales encontramos una clara mejora para el grupo S para todo tipo de estímulos, que queda evidenciada en la Figura 1.

Los resultados de los tiempos de respuesta del grupo S en el pretest para cada uno de los distintos ensayos fueron mayores que los del grupo CI, es decir, el nivel de partida inicial fue distinto para cada grupo. Sabemos que en algunos estudios sobre entrenamiento cognitivo (especialmente en aquellos centrados en la mejora de las funciones ejecutivas) se suelen beneficiar más los niños que parten de niveles de partida peores como consecuencia de un efecto de compensación, es decir, tendrían más margen de mejora, similar a lo ocurrido en una investigación previa (Goldin *et al.*, 2014). Sin embargo, pueden existir matices diferenciadores entre ambos estudios. En el presente caso, la proporción de aciertos en el pretest (ver tabla 2) es muy parecida para los tres grupos. La comparación entre los dos grupos experimentales es incluso ligeramente mejor para el grupo CI que para el grupo S. Y aunque no existen diferencias significativas, el incremento de mejora al final de la intervención es mayor para el grupo S en casi todos los ensayos. Los menores tiempos de respuesta acompañados de una mayor eficiencia en el rendimiento sugieren un mejor control de las interferencias en la tarea. En consecuencia, podría afirmarse que efectos propios de la intervención explicarían la mejora combinada de los tiempos de respuesta y la proporción de aciertos para el grupo S, más allá del mayor margen de mejora en los tiempos de reacción en ese grupo.

Asimismo, el entrenamiento más diversificado de las funciones ejecutivas por parte del grupo S podría incidir en las mejoras identificadas. Este enfoque de entrenamiento más global del grupo S podría explicar, al menos parcialmente, los resultados obtenidos. Investigaciones que han optado por programas de entrenamiento cognitivo que incluyen tareas que permiten trabajar varias funciones ejecutivas a la vez han identificado mejoras en los procesos atencionales que mide el test child ANT (e.g. Goldin *et al.*, 2014; Rueda *et al.*, 2005; Rueda, Checa y Cómbita, 2012). Estos estudios nos indicarían que un entrenamiento de mayor variedad, como en el caso del grupo S respecto al CI, podría favorecer la mejora de otras habilidades cognitivas como la atención, aunque aún es necesaria más investigación en el tema para confirmar esta información.

Control inhibitorio y flexibilidad cognitiva

Los resultados del test de Stroop mostraron que los tiempos de respuesta de los ensayos congruentes del grupo S mejoraron en el posttest. La mejora en el tiempo de respuesta del grupo S fue acompañada por un incremento de la proporción de aciertos que también se dio en el grupo CI. Sin embargo, en cuanto a la flexibilidad cognitiva, los beneficios se limitaron al grupo CI, dándose una mejora significativa en el posttest para los dos tipos de ensayos en la Escuela 2, que fue acompañada por una mejora en la proporción de aciertos. En el test de Stroop corazón-flor, a diferencia del test child-ANT, se identificaron mejoras en la proporción de aciertos en todos los ensayos a expensas de los tiempos de respuesta, salvo en los ensayos fijos congruentes que requieren menor demanda cognitiva.

Respecto del control inhibitorio, las comparaciones entre tiempos de respuesta solo tienen sentido si la ganancia de velocidad no es a costa de una pérdida de eficiencia. En el grupo S mejoraron las dos variables medidas. La cuestión que nos planteamos es por qué esa mejora significativa ocurrió únicamente en ese grupo y no en el grupo CI (que trabajó mayormente el control inhibitorio), que luego mostró una mejora significativa en la fase final del test. La aparente contradicción podría deberse a características propias de la tarea utilizada, tal como se ha visto en estudios similares (como Thorell *et al.*, 2009). Parece que las funciones cognitivas difieren en términos de la facilidad con que se pueden entrenar. Probablemente, los juegos de Mate Marote del grupo S faciliten el buen desempeño en el inicio del test de Stroop corazón-flor que es más demandante de la memoria de trabajo, tal como ocurre en las tareas tipo Simon. Mientras que los juegos del grupo CI permitan una transferencia específica a las competencias evaluadas por el test en el tercer bloque de ensayos, en donde se mezclan los estímulos congruentes e incongruentes, lo que conlleva una mayor demanda de control inhibitorio y de flexibilidad cognitiva. Una posible explicación es que el entrenamiento del grupo CI ayuda a mejorar el rendimiento en la parte “más complicada” de la tarea.

En lo referente a los diferentes resultados obtenidos en las variables medidas, parece que la proporción de aciertos es un indicador más fiable de las funciones ejecutivas que el tiempo de respuesta a los 5 años de edad en tareas como el test de Stroop corazón-flor (Diamond *et al.* 2007). En los test más enfocados al cambio de tareas se han identificado patrones de actuación inversos entre los adultos y los niños de 3 y 4 años de edad. Los adultos incrementan los tiempos de respuesta en los ensayos más difíciles preservando la eficiencia, mientras que los más pequeños responden más rápidamente al tener más dificultades para controlar los impulsos cuando la demanda de control inhibitorio en la tarea es mayor, como en el caso de los ensayos incongruentes (Diamond y Kirkham, 2005).

En general, en tareas similares al test de Stroop corazón-flor que requieren control inhibitorio y flexibilidad cognitiva como, por ejemplo, la *Dots Task* (Davidson *et al.*, 2006), la relación

entre la velocidad y la precisión de las respuestas se ve afectada por la edad. Por ejemplo, los niños de 4 años muestran mejores desempeños y menores tiempos de respuesta en los ensayos congruentes, mientras que muestran menores desempeños y mayores tiempos de respuesta en los ensayos incongruentes. Como consecuencia de su impulsividad a esa edad, la diferencia entre los tiempos de respuesta es mucho menor que la precisión de las respuestas.

En la misma línea, estudios recientes en los que se administró la tarea de Stroop corazón-flor a estudiantes de primero de Primaria revelaron que el tiempo de respuesta es un mejor indicador del rendimiento académico y comportamiento cuando los niños tienen mayores niveles de desempeño. Sin embargo, cuando los niños muestran peor desempeño en la tarea, es esta variable (y no el tiempo de respuesta) el mejor indicador del rendimiento académico y comportamiento (Camerota, Willoughby y Blair, 2019; Camerota *et al.*, 2020). Estos estudios sugieren que la eficiencia y el tiempo de respuesta deberían utilizarse como indicadores conjuntos para evaluar el funcionamiento ejecutivo en la infancia, a diferencia de lo que se ha hecho en estudios anteriores considerando una única variable como indicadora del rendimiento en la tarea (por ejemplo, en Diamond *et al.*, 2007). Y es posible que las diferentes relaciones entre las variables reflejen un cambio del control reactivo al proactivo en el rango de edad estudiado, es decir, podría darse un punto de inflexión en el desarrollo de las funciones ejecutivas en la transición de la etapa de educación infantil a la de Primaria (Chevalier *et al.*, 2014; Röthlisberger *et al.*, 2013).

Memoria de trabajo

En el test bloques de Corsi los dos grupos experimentales también mejoraron los tiempos de respuesta después de la intervención, aunque el grupo S tuvo un peor rendimiento en el pretest que los otros grupos. A diferencia del grupo de control, la cantidad de estímulos ganados (*span*) afectó al tiempo de respuesta en los dos grupos experimentales, siendo significativo el nivel alcanzado.

Tal como fue mencionado en el subapartado de la atención, un factor especialmente relevante para explicar las diferencias individuales en el impacto del entrenamiento cognitivo es el nivel cognitivo de partida (Katz *et al.*, 2021). Con respecto a la memoria de trabajo se han identificado mejoras en la etapa de Primaria, como consecuencia de un efecto de compensación en el entrenamiento cognitivo (Carretti *et al.*, 2017; Karbach, Könen y Spengler, 2017). Pero también en educación infantil (Foy y Mann, 2014). Aunque no siempre un menor desempeño basal está asociado a una mejora del rendimiento de la memoria de trabajo durante la intervención, al menos con participantes adultos (Guye, De Simoni y von Bastian, 2017; Wiemers, Redick y Morrison, 2019). La edad podría ser un factor importante para explicar los diferentes resultados obtenidos.

La mejora en los tiempos de respuesta de los grupos experimentales en el test de Corsi, pero no en el *span*, en ocasiones se debe a un efecto de retest por repetición de las tareas (Arce y McMullen, 2021). Sin embargo, en este estudio se utilizaron dos versiones distintas para cada una de las tareas de evaluación para evitar la habituación y minimizar el efecto test-retest. Otra posible explicación para la disminución de los tiempos de respuesta, en consonancia con los análisis referentes al test de Stroop corazón-flor, sería el desarrollo de la memoria de trabajo en el intervalo de tiempo transcurrido entre las evaluaciones, aunque sean solo un par de meses. También podría ser que el test de Corsi no haya resultado adecuado para explicar cambios en el *span* para la edad concreta de los participantes de nuestra investigación, o que incluso no fuera una tarea apropiada para identificar la transferencia de los videojuegos utilizados por el grupo S para estimular la memoria de trabajo.

Evaluación del razonamiento y aprendizaje

El razonamiento abstracto fue evaluado con el test TONI-4. En el posttest no se encontraron diferencias significativas entre los grupos, ni en los tiempos de respuesta ni en el nivel máximo alcanzado. Aunque conviene recordar que el grupo S tuvo mayores tiempos de respuesta que los otros grupos en el pretest. Es posible que una intervención limitada en el tiempo, como la aquí presentada, dificulte la obtención de mejoras vinculadas a las medidas de la tarea utilizada. De hecho, por lo general, la mejora de las funciones ejecutivas depende del tiempo practicado (Diamond y Ling, 2016), aunque se desconoce la cantidad óptima de práctica para producir resultados significativos. No obstante, en estudios previos se han identificado mejoras de inteligencia fluida en entrenamientos de pocas semanas centrados en la atención ejecutiva para niños de entre 4 y 6 años de edad (Rueda *et al.*, 2005, Rueda, Checa y Cómbita, 2012). Sin embargo, la transferencia lejana del aprendizaje constituye un tema controvertido en la actualidad (Green *et al.*, 2019).

Conclusiones finales

El auge de las investigaciones sobre entrenamiento cognitivo se debe, básicamente, a la plasticidad cerebral identificada a lo largo del desarrollo, a la utilización de herramientas tecnológicas que posibilitan evaluaciones más rigurosas y a la posibilidad de transferencia a tareas no entrenadas. Un alto porcentaje de estas intervenciones utilizan programas de entrenamiento a través de tareas de ordenador. Seguramente no sea la estrategia más efectiva para estimular las funciones ejecutivas, pero permite registrar y analizar la información de forma científicamente rigurosa. Más allá de que deban aparecer propuestas metodológicas que puedan mejorar los protocolos de entrenamiento y medición.

El entrenamiento cognitivo constituye una forma de intervención potente en educación que no debe sustituir a otras estrategias utilizadas, sino complementarlas. La educación y la intervención social no son ajenas a la nueva era digital.

Mate Marote es un *software* lúdico diseñado sobre la base del conocimiento neurocientífico para entrenar las funciones ejecutivas que integra con naturalidad, a través del juego, algunos de los factores críticos desde la perspectiva neuroeducativa, como la narrativa, la sorpresa, el *feedback*, la clarificación de los objetivos de aprendizaje, el andamiaje, etc. Y es posible afirmar que funciona. Tanto en esta investigación como en otras anteriores se ha confirmado que Mate Marote permite mejorar aspectos centrales de la cognición en la infancia. Entrenar varias funciones ejecutivas a través de la combinación de diferentes juegos que trabajen mayormente unas u otras, tal como se ha desarrollado de forma novedosa en esta investigación, parece una buena estrategia. Aunque se necesitan nuevas investigaciones que permitan entender las razones por las que mejoran unas habilidades y no otras, y bajo qué condiciones. Es, entonces, posible afirmar que la intervención aquí presentada, ecológica, relativamente corta y poco costosa, abre las puertas a que lleguen a la educación algunos de los métodos propios de las neurociencias cognitivas que pueden ayudar a optimizar los procesos de enseñanza y aprendizaje. La educación mejora el funcionamiento cerebral y conocer cómo funciona el cerebro puede también ayudar a mejorar la educación.

Referencias

Arce, T., y McMullen, K. (2021). The Corsi Block-Tapping Test: Evaluating methodological practices with an eye towards modern digital frameworks. *Computers in Human Behavior Reports*, 4, 100099.

- Beery, A. K., y Zucker, I. (2011). Sex bias in neuroscience and biomedical research. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 35(3), 565-572.
- Betín, A. B., Rodríguez, A., Caurcel, M. J., & Gallardo, C. P. (2023). Effectiveness of a digital literacy program in High School Basic education students. *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, 16(34), 12-27. <https://doi.org/10.25115/ecp.v16i34.9516>
- Best, J. R., Miller, P. H., y Naglieri, J. A. (2011). Relations between executive function and academic achievement from ages 5 to 17 in a large, representative national sample. *Learning and Individual Differences*, 21(4), 327-336.
- Blair, C., y Razza, R. P. (2007). Relating effortful control, executive function, and false belief understanding to emerging math and literacy ability in kindergarten. *Child Development*, 78(2), 647-663.
- Brown, L., Sherbenou, R. J., y Johnsen, S. K. (2010). *Test of nonverbal intelligence* (4th ed.). PRO-ED.
- Bryck, R. L. y Fisher, P. A. (2012). Training the brain: Practical applications of neural plasticity from the intersection of cognitive neuroscience, developmental psychology, and prevention science. *The American Psychologist*, 67 (2), 87-100.
- Camerota, M., Willoughby, M. T., y Blair, C. B. (2019). Speed and accuracy on the Hearts and Flowers task interact to predict child outcomes. *Psychological Assessment*, 31(8), 995-1005.
- Camerota, M., Willoughby, M. T., Magnus, B. E., y Blair, C. B. (2020). Leveraging item accuracy and reaction time to improve measurement of child executive function ability. *Psychological Assessment*, 32(12), 1118-1132.
- Carretti, B., Borella, E., Elosúa, M. R., Gómez-Veiga, I., y García-Madruga, J. A. (2017). Improvements in reading comprehension performance after a training program focusing on executive processes of working memory. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(3), 268-279.
- Chevalier, N., James, T. D., Wiebe, S. A., Nelson, J. M., y Espy, K. A. (2014). Contribution of reactive and proactive control to children's working memory performance: Insight from item recall durations in response sequence planning. *Developmental psychology*, 50(7), 1999-2008.
- Clements, D. H., Sarama, J., y Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 79-90.
- Corsi, P. M. (1973). Human memory and the medial temporal region of the brain. *Dissertation Abstracts International*, 34(2-B), 891.
- Cristofori, I., Cohen-Zimmerman, S., y Grafman, J. (2019). Executive functions. *Handbook of Clinical Neurology*, 163, 197-219.
- Davidson, M. C., Amso, D., Anderson, L. C., y Diamond, A. (2006). Development of cognitive control and executive functions from 4 to 13 years: Evidence from manipulations of memory, inhibition, and task switching. *Neuropsychologia*, 44(11), 2037-2078.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168.
- Diamond, A. (2020). Executive functions. *Handbook of Clinical Neurology*, 163, 225-240.

- Diamond, A., Barnett, W. S., Thomas, J., y Munro, S. (2007). Preschool program improves cognitive control. *Science*, 318, 1387–1388.
- Diamond, A., y Kirkham, N. (2005). Not quite as grown-up as we like to think: Parallels between cognition in childhood and adulthood. *Psychological Science*, 16(4), 291-297.
- Diamond, A., y Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 18, 34-48.
- Diamond, A, y Ling, D. S. (2020). Review of the evidence on, and fundamental questions about, efforts to improve executive functions, including working memory. En J. Novick, M. F. Bunting, M. R. Dougherty, R. W. Engle (Eds.), *Cognitive and working memory training: perspectives from psychology, neuroscience, and human development* (pp. 143–431). Oxford University Press.
- Follmer, D. J. (2018). Executive function and reading comprehension: A meta-analytic review. *Educational Psychologist*, 53(1), 42-60.
- Foy, J. G., y Mann, V. A. (2014). Adaptive cognitive training enhances executive control and visuospatial and verbal working memory in beginning readers. *International Education Research*, 2(2), 19-43.
- Gallardo, C.d.P., Caurcel, M.J. & Rodríguez, A. (2021). Technologies in the education of children and teenagers with autism: evaluation and classification of apps by work areas. *Education and Information Technologies*, 27, 4087–4115. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10773-z>
- Gallardo, C., Caurcel, M.J., Rodríguez, A. y Capperucci, D. (2023). Opinions, training and requirements regarding ICT of educators in Florence and Granada for students with functional diversity. *Universal Access in the Information Society*. <https://doi.org/10.1007/s10209-023-00977-0>
- Gallardo, C.P., Rodríguez, A. y Caurcel, M.J. (2023). ICT Training for educators of Granada for working with people with autism. *Heliyon*, 9(3), e13924, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13924>
- Goldin, A. P., Segretin, M. S., Hermida, M. J., Paz, L., Lipina, S. J., y Sigman, M. (2013). Training planning and working memory in third graders. *Mind, Brain, and Education*, 7(2), 136-146.
- Goldin, A. P., Hermida, M. J., Shalom, D. E., Costa, M. E., Lopez-Rosenfeld, M., Segretin, M. S., ... y Sigman, M. (2014). Far transfer to language and math of a short software-based gaming intervention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(17), 6443-6448.
- Green, S. C., Bavelier, D., Kramer, A. F., Vinogradov, S., Ansorge, U., Ball, K. K., ... y Witt, C. M. (2019). Improving methodological standards in behavioral interventions for cognitive enhancement. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3(1), 2-29.
- Guye, S., De Simoni, C., y von Bastian, C. C. (2017). Do individual differences predict change in cognitive training performance? A latent growth curve modeling approach. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(4), 374-393.
- Johnsen, S. K. (2017). Test of nonverbal intelligence: A language-free measure of cognitive ability. En R. S. McCallum (Ed.), *Handbook of nonverbal assessment* (pp. 185-206). Springer.

- Karbach, J., Könen, T., y Spengler, M. (2017). Who benefits the most? Individual differences in the transfer of executive control training across the lifespan. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1(4), 394-405.
- Katz, B., Jones, M. R., Shah, P., Buschkuehl, M., y Jaeggi, S. M. (2021). Individual differences and motivational effects. En T. Strobach y J. Karbach (Eds.), *Cognitive Training* (pp. 107-123). Springer International Publishing.
- Kennedy, M. R., Coelho, C., Turkstra, L., Ylvisaker, M., Moore, M., Yorkston, K., ... y Kan, P. F. (2008). Intervention for executive functions after traumatic brain injury: A systematic review, meta-analysis and clinical recommendations. *Neuropsychological Rehabilitation*, 18(3), 257-299.
- Kirchner, W. K. (1958). Age differences in short-term retention of rapidly changing information. *Journal of Experimental Psychology*, 55(4), 352.
- Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlström, K., ... y Westerberg, H. (2005). Computerized training of working memory in children with ADHD-a randomized, controlled trial. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), 177-186.
- Lawson, G. M., Hook, C. J., y Farah, M. J. (2018). A meta-analysis of the relationship between socioeconomic status and executive function performance among children. *Developmental Science*, 21(2), e12529.
- Levene, H. (1960). Robust tests for the equality of variances. En J. Olkin (Ed.), *Contributions to probability and statistics* (pp. 278-292). Stanford University Press.
- Lu, C. H., y Proctor, R. W. (1995). The influence of irrelevant location information on performance: A review of the Simon and spatial Stroop effects. *Psychonomic Bulletin & Review*, 2(2), 174-207.
- MacLeod, C. M. (1991). Half a century of research on the Stroop effect: an integrative review. *Psychological Bulletin*, 109(2), 163.
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Duncan, R., Bowles, R. P., Acock, A. C., Miao, A., y Pratt, M. E. (2014). Predictors of early growth in academic achievement: The head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in Psychology*, 5, 599.
- Miller, E. K., y Cohen, J. D. (2001). An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annual Review of Neuroscience*, 24(1), 167-202.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., y Wager, T. D. (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.
- Mondéjar, J., Rodríguez, A., & Fierro, B. (2023). El paradigma de apoyos al aprendizaje desde la neurodidáctica: una necesidad en la formación universitaria. *Entretextos*, 17(33), 90-108. doi:10.5281/zenodo.8218195
- Moffitt, T. E., Arseneault, L., Belsky, D., Dickson, N., Hancox, R. J., Harrington, H., ... y Caspi, A. (2011). A gradient of childhood self-control predicts health, wealth, and public safety. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(7), 2693-2698.
- Nin, V., Goldin, A. P., y Carboni, A. (2019). Mate Marote: Videojuegos para Estimular el Desarrollo de Procesos Cognitivos. *IEEE-RITA*, 14, 1-10.

- Nin, V., Delgado, H., Goldin, A. P., Fernández-Slezak, D., Belloli, L., & Carboni, A. (2023). A classroom-embedded video game intervention improves executive functions in kindergarteners. *Journal of Cognitive Enhancement*, 1-20.
- Petrides, M., y Milner, B. (1982). Deficits on subject-ordered tasks after frontal-and temporal-lobe lesions in man. *Neuropsychologia*, 20(3), 249-262.
- Pirrone, C., Sabrina, C., Ballarino, V., Zuppardo, L., Serrano, F., Rodríguez, A. y Sefarino, B. (2022). Emotional intelligence, age and origin: the mediation role of self-efficacy in the regulation of affectivity in future disability support teachers. *Life Span and Disability*, 25 (1), 151-174. http://www.lifespanjournal.it/client/abstract/ENG389_6.%20Pirrone.pdf
- Roebers, C. M. (2017). Executive function and metacognition: Towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental Review*, 45, 31-51.
- Rodríguez, A. (2018). Editorial. Expansión postmoderna tecnológica, escuela inclusiva tecnológica. *RETOS XXI*, 2, 6-12. <https://doi.org/10.33412/retoxxi.v2.1.2055>
- Rodríguez, A., Navarro, A., Carrillo, M.J. e Isla, L. (2023). University coaching experience and academic performance. *Education Sciences*, 13 (248), 3, 248. <https://doi.org/10.3390/educsci13030248>
- Röthlisberger, M., Neuenschwander, R., Cimeli, P., y Roebers, C. (2013). Executive functions in 5-to 8-year olds: Developmental changes and relationship to academic achievement. *Journal of Educational and Developmental Psychology*, 3(2), 153-167.
- Rueda, C. (2021). *Educación la atención con cerebro*. Alianza Editorial.
- Rueda, M. R., Checa, P., y Combita, L. M. (2012). Enhanced efficiency of the executive attention network after training in preschool children: immediate changes and effects after two months. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 2, S192-S204.
- Rueda, M. R., Fan, J., McCandliss, B. D., Halparin, J. D., Gruber, D. B., Lercari, L. P., y Posner, M. I. (2004a). Development of attentional networks in childhood. *Neuropsychologia*, 42(8), 1029-1040.
- Rueda, M. R., Rothbart, M. K., McCandliss, B. D., Saccomanno, L., y Posner, M. I. (2005). Training, maturation, and genetic influences on the development of executive attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 102(41), 14931-14936.
- Rushton, S., Juola-Rushton, A., y Larkin, E. (2010). Neuroscience, play and early childhood education: Connections, implications and assessment. *Early Childhood Education Journal*, 37(5), 351-361.
- Shapiro, S. S., y Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52, 591-611.
- Strobach, T., y Karbach, J. (Eds.) (2021). *Cognitive training: An overview of features and application* (2nd ed.). Springer.
- Thorell, L. B., Lindqvist, S., Bergman Nutley, S., Bohlin, G., y Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12(1), 106-113.
- Von Bastian, C. C., Belleville, S., Udale, R. C., Reinhartz, A., Essounni, M., y Strobach, T. (2022). Mechanisms underlying training-induced cognitive change. *Nature Reviews Psychology*, 1(1), 30-41.

- Wiemers, E. A., Redick, T. S., y Morrison, A. B. (2019). The influence of individual differences in cognitive ability on working memory training gains. *Journal of Cognitive Enhancement*, 3, 174–185.
- Zelazo, P. D. (2020). Executive function and psychopathology: a neurodevelopmental perspective. *Annual Review of Clinical Psychology*, 16, 431-454.
- Zhang, Z., Peng, P., Eickhoff, S. B., Lin, X., Zhang, D., y Wang, Y. (2021). Neural substrates of the executive function construct, age-related changes, and task materials in adolescents and adults: ALE meta-analyses of 408 fMRI studies. *Developmental Science*, 24(6), e13111.
- Zhang, Q., Wang, C., Zhao, Q., Yang, L., Buschkuehl, M., y Jaeggi, S. M. (2019). The malleability of executive function in early childhood: Effects of schooling and targeted training. *Developmental science*, 22(2), e12748.