







Capacidad predictiva de la flexibilidad cognitiva y la planificación en las competencias matemáticas tempranas

Predictive ability of cognitive flexibility and planning in early mathematical competencies

Capacidade preditiva da flexibilidade cognitiva e do planejamento nas competências matemáticas precoces

 Francisca Bernal-Ruiz¹
 Tiare Farias¹
 Sofía Carreño¹
 Marcela Segura¹
 Fernanda Donoso-Alvarez¹
 Rodrigo Rivera¹

¹ Universidad de Valparaíso

Recibido: 03/03/2023
Aceptado: 22/11/2023

Correspondencia:

Francisca Bernal-Ruiz,
francisca.bernal@uv.cl

Cómo citar: Bernal-Ruiz, F., Farias, T., Carreño, S., Segura, M., Donoso-Alvarez, F., & Rivera, R. (2024). Capacidad predictiva de la flexibilidad cognitiva y la planificación en las competencias matemáticas tempranas. *Ciencias Psicológicas*, 18(1), e-3277. <https://doi.org/10.22235/cp.v18i1.3277>

Financiamiento: Proyecto de Investigación Fondecyt de Iniciación n.º 11200945 “Capacidad predictiva de las funciones ejecutivas en el desarrollo de competencias matemáticas tempranas en preescolares”, financiado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación del Gobierno de Chile.

Disponibilidad de datos: El conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio no se encuentra disponible.

Resumen: Se ha demostrado que las competencias matemáticas tempranas ejercen un rol importante en el aprendizaje de esta disciplina y que tanto la flexibilidad cognitiva como la planificación favorecen este proceso. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones han relacionado las funciones ejecutivas con los resultados matemáticos generales, sin tomar en cuenta que esta disciplina incluye diversos componentes que varían en su complejidad cognitiva. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la capacidad predictiva de la flexibilidad cognitiva y la planificación en las competencias matemáticas lógico-relacionales y numéricas de 106 niños de educación inicial de escuelas chilenas, quienes fueron evaluados con dos tareas ejecutivas y un test de competencias matemáticas tempranas. Para el análisis de datos se realizaron correlaciones y modelos de regresión lineal múltiple. Los resultados mostraron que la flexibilidad cognitiva fue un predictor significativo de las competencias matemáticas tanto lógico-relacionales como numéricas, mientras que la planificación lo fue solo de las numéricas. Estos resultados confirman la importancia de la flexibilidad cognitiva y la planificación en el desarrollo de las competencias matemáticas tempranas, lo que podría propiciar intervenciones específicas sobre estas funciones ejecutivas y así favorecer el aprendizaje de las matemáticas en la educación inicial.

Palabras clave: funciones ejecutivas; flexibilidad cognitiva; competencias matemáticas tempranas; educación inicial

Abstract: It has been shown that early mathematical competencies play an important role in the learning of this discipline and that both cognitive flexibility and planning favor this process. However, most research has related executive functions to general mathematical outcomes, without taking into account that this discipline includes several components that vary in their cognitive complexity. Therefore, the aim of this research was to evaluate the predictive capacity of cognitive flexibility and planning in the logical-relational and numerical mathematical competencies of 106 children in early childhood education in Chilean schools, who were evaluated with two executive tasks and a test of early mathematical competencies. Correlations and multiple linear regression models were used for data analysis. The results showed that cognitive flexibility was a significant predictor of both logical-relational and numerical mathematical competencies, while planning was only a significant predictor of numerical competencies. These results confirm the importance of cognitive flexibility and planning in the development of early mathematical competencies, which could lead to specific interventions on these executive functions and thus favor the learning of mathematics in early education.

Keywords: executive functions; cognitive flexibility; early math skills; early childhood education

Resumo: Foi demonstrado que as competências matemáticas precoces desempenham um papel importante na aprendizagem dessa disciplina e que tanto a flexibilidade cognitiva como o planejamento favorecem esse processo. No entanto, a maioria das investigações relacionou as funções executivas com os resultados matemáticos gerais, sem ter em conta que esta disciplina inclui diversos componentes que variam na sua complexidade cognitiva. Por conseguinte, o objetivo desta investigação foi avaliar a capacidade preditiva da flexibilidade cognitiva e do planejamento nas competências matemáticas lógico-relacionais e numéricas de 106 crianças de escolas chilenas de educação infantil, que foram avaliadas com duas tarefas executivas e um teste de competências matemáticas precoces. Foram utilizados correlações e modelos de regressão linear múltipla para a análise de dados. Os resultados mostraram que a flexibilidade cognitiva foi um preditor significativo tanto das competências matemáticas lógico-relacionais como numéricas, enquanto o planejamento foi preditor significativo apenas das competências matemáticas numéricas. Estes resultados confirmam a importância da flexibilidade cognitiva e do planejamento no desenvolvimento de competências matemáticas precoces, o que poderia conduzir a intervenções específicas sobre essas funções executivas, favorecendo assim a aprendizagem da matemática na educação infantil.

Palavras-chave: funções executivas; flexibilidade cognitiva; competências matemáticas precoces; educação infantil

Es bien sabido que las competencias matemáticas tempranas (CMT) desempeñan un rol importante tanto para la educación como para el desarrollo del ser humano. Esto, debido a su utilidad para la realización de diversas actividades de la vida cotidiana y la adaptación ante los desafíos del ambiente (Fisk & Lombardi, 2021; Limas et al., 2020).

A nivel conceptual, las CMT incluyen las habilidades para usar, evaluar y comprender las matemáticas en distintos contextos en el que son necesarias (Cerdeña et al., 2011; Cerdeña et al., 2012; Raghobar & Barnes, 2017). A su vez, estas habilidades incorporan una mirada interaccionista respecto del aprendizaje de las matemáticas en la infancia, en el sentido de que asumen que tanto las habilidades lógicas como las de conteo son responsables del desarrollo del sentido numérico en los niños (Cerdeña et al., 2012). Desde esta perspectiva, las CMT pueden ser clasificadas en dos grandes grupos: (1) las de tipo lógico relacional, que incluyen las habilidades de comparación, clasificación, correspondencia y seriación, y (2) las de tipo numérico, que comprenden las habilidades de conteo verbal, conteo estructurado, conteo resultante y conocimiento general de los números (Cerdeña & Pérez, 2015; Van de Rijt et al., 1999).

Dado lo anterior y considerando que las CMT son la base fundamental para la adquisición y el desarrollo de habilidades matemáticas más avanzadas en etapas posteriores del desarrollo (Purpura et al., 2017), resulta primordial estimularlas precozmente, en específico, durante el periodo de educación inicial, ya que es una etapa propicia para fortalecer y potenciar su desarrollo (Cerdeña et al., 2011).

A pesar de su importancia, no es frecuente la evaluación de las CMT en la educación inicial, principalmente debido a que, en Chile, son pocos los instrumentos estandarizados para hacerlo (Cerdeña et al., 2012). La mayoría de las evaluaciones se realizan a estudiantes de educación básica o media (Cerdeña et al., 2012), etapas en donde las dificultades de aprendizaje ya son evidentes y de difícil solución (Agencia de Calidad de Educación, 2020; Chu et al., 2016).

Junto con lo anterior, diversos estudios han revelado que aproximadamente un 20 % de la población infantil presenta algún tipo de dificultad en el aprendizaje de las matemáticas (Moll et al., 2014; Wang et al., 2018). Dato que es corroborado por los resultados obtenidos en Chile en la prueba TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), que es la evaluación internacional que mide el rendimiento académico en Matemáticas y Ciencias de los estudiantes de 4^{to} y 8^{vo} básico (Fishbein et al., 2021). Conforme a los resultados del 2019, los estudiantes chilenos presentan un rendimiento por debajo del promedio, donde entre un 18 % a 30 % no posee los conocimientos básicos en las áreas evaluadas (Agencia de Calidad de Educación, 2020; Arias, 2020).

A la luz de estos antecedentes, se confirma la importancia de la evaluación de las CMT en la educación inicial, no solo por su innegable contribución a los resultados positivos en el desarrollo académico posterior de los niños en la escuela (ten Braak et al., 2022), sino también porque se considera que pueden ser un medio para mejorar un conjunto amplio de habilidades, como las matemáticas, el lenguaje y las funciones ejecutivas (Mattera et al., 2017).

En este sentido, varios autores (Purpura, 2017; ten Braak et al., 2022; Viterbori et al., 2015; Yang et al., 2019) han explorado el rol de las funciones ejecutivas (FE) en el desarrollo de las CMT. Las FE se consideran fundamentales para el aprendizaje de las matemáticas (Arán Filippetti & Richaud, 2017;

Escobar et al., 2018; ten Braak et al., 2022), principalmente por su contribución en el procesamiento de la información para lograr un objetivo y resolver problemas (Chan & Scalise, 2022).

Las FE son una familia de procesos de orden superior que hacen posible prestar y mantener la atención, solucionar problemas, adaptarse a situaciones novedosas, tener autocontrol y disciplina, ver las cosas desde diferentes perspectivas y ajustarse al cambio (Diamond, 2020; Tirapu-Ustárrroz et al., 2018). De allí su importancia en el aprendizaje y éxito escolar (Bernal-Ruiz et al., 2020).

Existen dos perspectivas teóricas respecto a la dimensionalidad de las FE. La primera hace referencia a que son un constructo unitario (Hughes et al., 2010) y la segunda, plantea que las FE son multidimensionales, esto quiere decir que, si bien son procesos independientes, estos se encuentran interrelacionados entre sí (Tirapu-Ustárrroz et al., 2018). En esta última perspectiva se distinguen al menos tres dominios ejecutivos principales: la inhibición, la memoria de trabajo y la flexibilidad cognitiva (Miyake et al., 2000; Salehinejad et al., 2021). La inhibición hace referencia a la habilidad para suprimir una respuesta prepotente en pro de una más adaptativa (Coulanges et al., 2021). La memoria de trabajo se refiere a la capacidad para mantener, manipular y transformar información mientras se lleva a cabo una tarea (Allen et al., 2021). Por su parte, la flexibilidad cognitiva hace referencia a la habilidad de considerar simultáneamente diferentes opciones y cambiar la atención de manera flexible entre ellas (Chan & Scalise, 2022; Rosas et al., 2017).

De estos tres dominios ejecutivos se derivan la planificación y la resolución de problemas (Diamond, 2020), que se relacionan con la organización del pensamiento y comportamiento, y que logran anticipar consecuencias y crean y selecciona alternativas y mapas mentales para dirigir la acción en pro de una meta u objetivo (Arroyo et al., 2014; Deng et al., 2020; Diamond, 2020; Díaz et al., 2012).

Esta investigación se centra específicamente en las FE de flexibilidad cognitiva y planificación y su contribución al logro matemático en la educación inicial.

La flexibilidad cognitiva (FC) tiene relación con la habilidad para modificar un esquema mental aprendido en función de las demandas del entorno (Chan & Scalise, 2022; Legare et al., 2018; Rosas et al., 2017; Van der Ven et al., 2011). En este sentido, para Diamond (2020), la FC tiene dos subcomponentes, uno de ellos consiste en poder ver algo desde variadas perspectivas, y el otro, en la capacidad de adaptarse rápida y flexiblemente a los cambios para encontrar diversos caminos para llegar a un objetivo deseado. Dicho de otro modo, esta FE permite cambiar el foco atencional entre distintas estrategias de solución, no solo considerando variables divergentes para la resolución de problemas sino, además, anulando comportamientos automáticos (Cantin et al., 2016; Chan & Scalise, 2022; Nunes de Santana et al., 2022).

Desde el punto de vista anatómico, se sabe que la FC emerge de la corteza prefrontal (CPF) y está conectada con los ganglios basales (Cameron et al., 2010; Chakravarthy et al., 2010; Pauli et al., 2016; Stocco et al., 2010; Zink et al., 2021). En efecto, Zink et al. (2021) reconocen que la FC está conectada con áreas cerebrales específicas que están circunscritas anatómicamente a la CPF y que se pueden relacionar con un conjunto de estructuras cerebrales similares o superpuestas. En este sentido, la FC activaría grandes porciones del cerebro, lo que convergería tanto en la CPF, la corteza cingulada anterior y la corteza parietal posterior (Chakravarthy et al., 2010; Niendam et al., 2012; Stocco et al., 2010; Zink et al., 2021).

A partir de estos antecedentes, diversos autores consideran que la FC favorece la resolución de problemas matemáticos, e incluso, se erige como un predictor de los logros y desempeño matemático durante la etapa de educación inicial y escolar (Cantin et al., 2016; Magalhães et al., 2020; Nunes de Santana et al., 2022; Palacios & Bohlmann, 2020). Logros que son posibles gracias a la habilidad de cambiar de perspectiva, de adaptarse a un ambiente cambiante y de tener un pensamiento divergente (Ropovik, 2014; Titz & Karbach, 2014).

En esta misma línea, para Cheung y Chan (2022), la FC desempeñaría un papel crucial tanto para la realización del cálculo mental, como también para la resolución de problemas matemáticos complejos. Esto, debido a que la naturaleza de estas operaciones requiere una transición constante entre diferentes procesos cognitivos que permiten que se lleven a cabo procesos como la representación mental del problema, la integración de información relevante, la ideación de un plan de resolución y la ejecución de este plan, los cuales son esenciales para resolver los problemas matemáticos (Cheung & Chan, 2022; Mayer & Hegarty, 1996).

Por otra parte, la FE de planificación (PLA) permite no solo la formulación de planes de acción, sino también su ejecución y la evaluación de su eficacia (Cortés et al., 2019). Esta habilidad ejecutiva ha sido relacionada con el funcionamiento del lóbulo frontal, específicamente con la corteza prefrontal lateral, y con los núcleos caudados dorsales, los cuales desempeñan un papel fundamental en la selección de las habilidades cognitivas pertinentes para la formación de metas y objetivos y en la elaboración de los planes necesarios para alcanzarlos (Cai et al., 2016; Levy & Dubois, 2006; Luria, 1966; Turnbull, 2002). De allí su vínculo con el desempeño matemático (Agudelo et al., 2016).

En efecto, si bien la relación entre la PLA y las competencias matemáticas ha sido abordada, no ha sido tan estudiada como las otras FE, por lo que su contribución no está del todo establecida aún (Arroyo et al., 2014). No obstante, los resultados de algunas investigaciones sugieren que la PLA tiene un importante papel en el desarrollo de las habilidades matemáticas. De hecho, Cai et al. (2016) evidenciaron este rol señalando que la PLA ejerce influencia en el proceso del aprendizaje de las matemáticas, y que este proceso se produce de manera independiente de otras FE como la memoria de trabajo, por lo que, para estos autores, prestar atención a este dominio ejecutivo desde la educación inicial incrementa las posibilidades de detectar a niños con dificultades matemáticas.

En definitiva, son múltiples los estudios que han abordado la relación entre las CMT y las FE; sin embargo, en su mayoría, estas investigaciones se han centrado solo en los tres dominios ejecutivos principales (i.e., memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva e inhibición) (Van der Ven, 2011; Viterbori et al., 2015), relacionándolos con los resultados matemáticos generales, sin considerar que esta disciplina incluye diversos componentes que varían en su complejidad cognitiva y que, por ende, es fundamental conocer de manera específica las FE que subyacen a cada uno de ellos. En este sentido, Viterbori et al. (2015) señalan que es necesario un modelo comprensivo que incluya aspectos del funcionamiento ejecutivo y diferentes componentes de las habilidades matemáticas durante las etapas iniciales del aprendizaje matemático.

A partir de lo anterior, cabe preguntarse ¿son las funciones ejecutivas de PLA y FC predictoras de las competencias matemáticas tempranas en los niños de educación inicial? A partir de esto, el presente estudio pretende aportar nuevos resultados para así complementar y profundizar en el estudio de la capacidad predictiva de los dominios de FC y PLA en las CMT y así brindar información útil al campo de conocimiento sobre la temática.

Ahora bien, considerando el marco teórico que existe actualmente sobre este tema, se espera observar una capacidad predictiva de los dos dominios ejecutivos (FC y PLA) que sea estadísticamente significativa sobre el desarrollo de las CMT. Es decir, se espera que la capacidad predictiva tanto de la FC como de la PLA sean estadísticamente significativas en el desarrollo de las competencias matemáticas lógico-relacionales y también en las de tipo numéricas de los niños de educación inicial.

El objetivo principal de nuestro estudio fue determinar la capacidad predictiva de la FC y la PLA en las competencias matemáticas tempranas de tipo lógico-relacionales (CMLR; comparación, clasificación, correspondencia, seriación) y de tipo numéricas (CMN; conteo verbal, conteo estructurado, conteo resultante y conocimiento general de los números) en niños de educación inicial.

Método

Diseño de investigación

Se implementó un diseño no experimental *ex post facto* el cual tiene por objeto examinar los efectos de un acontecimiento natural sobre un resultado posterior para establecer una asociación causal o correlacional entre ellos (Kerlinger & Lee, 2000; Portell & Vives, 2019). En este caso, se estableció la capacidad predictiva de la FC y la PLA en el desarrollo de las dimensiones de las CMT de los niños de educación inicial.

Participantes

El tipo de muestreo fue no probabilístico, por conveniencia y estuvo compuesto por 106 estudiantes de educación inicial (varones $n = 47$, 44.3%; niñas $n = 59$, 55.7%), pertenecientes a establecimientos educacionales (EE) públicos ($n = 20$, 18.9%), subvencionados ($n = 72$, 67.9%) y privados ($n = 14$, 13.2%) de la región de Valparaíso, Chile. Cincuenta estudiantes eran de prekínder (47.2%) (varones $n = 22$, $M_{\text{edad}} = 5.01$; niñas $n = 28$; $M_{\text{edad}} = 4.89$) y 56 eran de kínder (52.8%) (varones $n = 25$, $M_{\text{edad}} = 6.05$; niñas $n = 31$; $M_{\text{edad}} = 5.96$).

Los criterios de inclusión fueron: a) estar cursando prekínder o kínder, b) contar con la autorización de sus familias para participar en la investigación a través de la firma de un consentimiento informado. Los criterios de exclusión fueron: a) presentar cualquier trastorno del desarrollo neurológico, b) estar en tratamiento farmacológico que pueda afectar el desempeño en las tareas ejecutivas, y c) no querer participar en el estudio o no contar con el consentimiento informado debidamente firmado por sus familias.

Instrumentos

Las competencias matemáticas de los participantes se evaluaron con el Test de Evaluación Matemática Temprana Utrecht (Cerde et al., 2012), el cual evalúa ocho áreas de competencia, cuatro para la dimensión lógico-relacional (i.e., comparación, correspondencia, clasificación y seriación) y cuatro para la dimensión numérica (i.e., conteo verbal, conteo estructurado, conteo resultante y conocimiento general de los números) de las CMT. Este test se aplica a niños de entre 4 y 7 años y tiene una duración aproximada de 20 a 30 minutos. Consta de 40 ítems agrupados en las ocho áreas de competencia que incluyen cinco ítems cada una. Por lo que tiene una puntuación máxima de 40 puntos, de los cuales 20 puntos corresponden a las CMT de tipo lógico relacional y 20 a las de tipo numérico. Su alfa de Cronbach reportado es de .91 (Cerde et al., 2012).

Para la evaluación de la FC se utilizó la prueba Dimensional Change Card Sort (DCCS; Zelazo, 2006), en la cual los participantes clasifican tarjetas bivalentes (por ej. camiones rojos y estrellas azules) a partir de un atributo (por ej. por color) y luego se les indica que cambien y clasifiquen las mismas tarjetas a partir de un nuevo atributo (por ej. por forma). Esta prueba se aplica a niños de 3 a 5 años y tiene una duración aproximada de 5 minutos. Su alfa de Cronbach es de .94 (Zelazo, 2006).

La PLA se evaluó utilizando el Test de Laberintos de Porteus (Porteus, 1965), que mide la capacidad de una persona para elaborar y llevar a cabo un plan de acción. Este instrumento puede ser administrado en niños a partir de los 3 años, se administra de manera individual y tiene una duración aproximada de 10 minutos. Cuenta con 12 laberintos de dificultad creciente, en los cuales se debe localizar y dibujar con un lápiz la ruta más corta desde el inicio hasta el final del laberinto sin entrar en una calle sin salida. Este instrumento tiene una adecuada consistencia interna con un alfa de Cronbach de .81 (Krikorian & Bartok, 1998).

Procedimiento

En primer lugar, se llevó a cabo una reunión con el equipo directivo de cada uno de los EE que aceptaron formar parte de la investigación, en donde se les explicó el objetivo del estudio y, al mismo tiempo, se les pidió entregar el consentimiento informado a las familias con el fin de que pudieran firmar la autorización para la participación de los niños.

Luego, los niños cuyas familias autorizaron su participación fueron evaluados de manera individual en una sesión de aproximadamente 45 minutos durante su jornada escolar. Las evaluaciones fueron realizadas entre los meses de septiembre y octubre del 2022.

Plan de análisis de datos

En primer lugar, se hicieron análisis descriptivos para sintetizar la información demográfica de la muestra. Posteriormente, análisis de correlación para establecer la asociación entre la FC, PLA y las CMT de los participantes. Finalmente, modelos de regresión lineal múltiple jerárquica para la evaluación de la capacidad predictiva de las FE sobre las dimensiones de las CMT de los niños. Los análisis se hicieron con el software estadístico Jamovi, versión 2.2.5 (2021).

Consideraciones éticas de la investigación con seres humanos

Todos los procedimientos fueron implementados siguiendo los lineamientos de la Declaración de Singapur sobre la Integridad en la Investigación (Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, 2010). Es por esto por lo que se definió un protocolo de consentimiento informado que fue firmado por los apoderados de los niños de la muestra, así como un asentimiento el cuál fue presentado a los participantes. Adicionalmente, el estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de la Universidad.

Resultados

Análisis descriptivos

En la Tabla 1 se presentan, para cada curso, los valores promedio y desviación estándar de todas las variables de estudio.

Tabla 1

Descriptivos de las variables en estudio

	Curso	N	M	DE
Flexibilidad Cognitiva	Prekínder	50	8.420	5.675
	Kínder	56	10.357	4.886
Planificación	Prekínder	50	136.240	31.394
	Kínder	56	145.714	24.839
CM Lógico-Relacionales	Prekínder	50	11.720	4.010
	Kínder	56	14.268	3.194
CM Numéricas	Prekínder	50	7.760	4.396
	Kínder	56	11.750	4.818

Análisis de correlación entre la flexibilidad cognitiva, la planificación y las competencias matemáticas tempranas

En primer lugar, para evaluar la capacidad predictiva de la FC y PLA sobre las CMLR y las CMN de los niños de la muestra, se analizó el supuesto de normalidad univariante para el análisis de correlación de Pearson, el cual se cumplió. Posteriormente, se generó la matriz de correlación entre las CMLR, CMN y la FC y PLA de los niños.

Se encontraron correlaciones significativas entre todas las variables (Tabla 2). En el caso de las CMLR, la correlación con la PLA es moderada (.406) y con la FC es más bien discreta (.278). Asimismo, se hallaron correlaciones significativas respecto a las CMN, con la FC (.348) y con la PLA (.263).

Tabla 2

Matriz de correlación de las competencias matemáticas con la flexibilidad cognitiva y la planificación

		Funciones Ejecutivas	
		Flexibilidad Cognitiva	Planificación
CM Lógico-Relacionales (CMLR)	r de Pearson	.278**	.406***
	p valor	.004	<.001
CM Numéricas (CMN)	r de Pearson	.348***	.263**
	p valor	<.001	0.006

** $p < .01$ *** $p < .001$

Modelos de regresión lineal múltiple: FC y PLA como predictores de las competencias matemáticas de los niños

Para conocer qué FE (i.e., FC y PLA) predice las CMT (i.e., CMLR y CMN) de los participantes se empleó el análisis de regresión lineal múltiple jerárquica, donde se introdujeron como predictores las variables explicativas en función del grado de correlación con las variables dependientes de CMLR y CMN. Dado lo cual, se fueron agregando en cada uno de los modelos de regresión los dominios ejecutivos que mostraron mayor correlación con las CMT.

En la Tabla 3 se presentan los modelos testeados y se puede observar que la PLA es el mejor predictor de las CMLR, en tanto como predictor único explica el 16.5 % de la variabilidad en las CMLR. Al agregar al modelo la FC como un segundo predictor, este explica el 21.3 % y al agregar como factor el Curso, el modelo explica el 27.1 % de la variabilidad de los puntajes de los niños en las CMLR. Por lo tanto, un modelo de tres predictores compuesto por PLA, FC y curso permite predecir significativamente las CMLR, $R^2 = 0.271$, $F(3, 102) = 12.6$, $p < .001$.

Por su parte, la FC predijo de mejor manera las CMN, pues como predictor único explica el 11.9 % de la variabilidad en las CMN. Al agregar al modelo la PLA como un segundo predictor, este explica el 16.6 % y al agregar como factor el curso, el modelo explica el 26.4 % de la variabilidad de los puntajes de los niños en las CMN; sin embargo, en este último caso, la PLA deja de ser un predictor significativo ($p = .051$) en dicho modelo (Tabla 4). Por lo tanto, se elige un modelo de dos predictores compuesto por la FC y curso, el que permite predecir de manera significativa las CMN, $R^2 = 0.237$, $F(2, 103) = 16.0$, $p < .001$, permitiendo explicar el 23.7 % de la variabilidad de los puntajes de los niños en las CMN.

Es importante señalar que como en ambos modelos se observaron diferencias estadísticamente significativas para el factor curso (Tabla 4) —no sucedió lo mismo con sexo ni tipo de EE—, las ecuaciones de regresión introducen la variable curso dicotomizada (i.e., variable ficticia), la cual toma el valor 0 si el participante cursa prekínder y valor 1 si cursa kínder.

De esta manera, la ecuación de regresión para la variable CMLR sería: $[y = \alpha + (\beta_1 * PLA) + (\beta_2 * FC) + (\beta_3 * \text{curso dicotomizado}) + \epsilon]$, cuyos valores son: $[y_i = 4.441 + (0.045 * \text{puntaje PLA}_i) + (0.131 * \text{puntaje FC}_i) + (1.865 * \text{curso}_i) + \epsilon]$. El subíndice i indica la persona de interés. Por otro lado, la ecuación de regresión para las CMN sería: $[y = \alpha + (\beta_1 * FC) + (\beta_2 * \text{curso}) + \epsilon]$ y cuyos valores son: $[y_i = 1.564 + (0.246 * \text{puntaje FC}_i) + (3.226 * \text{curso}_i) + \epsilon]$. En ambas ecuaciones, γ corresponde al valor del criterio, α al valor estimado para el intercepto, β_1 , β_2 y β_3 a la estimación de los coeficientes de regresión no estandarizados de las variables (i.e., PLA, FC y Curso) y ϵ al error estándar de la predicción.

Tabla 3

Resumen de los modelos de regresión lineal múltiple jerárquica testeados para predecir

Modelo	R	R ²	R ² Ajustado	Estadísticos de cambio		gl ₁	gl ₂	P de cambio en F
				Cambio en R ²	Cambio en F			
Competencias Matemáticas Lógico-Relacionales (CMLR)								
1	.406 ^a	0.165	0.157	–	20.5	1	104	–
2	.462 ^b	0.213	0.198	0.049	6.3	1	103	.013 *
3	.520 ^c	0.271	0.249	0.057	7.9	1	102	.006 **
Competencias Matemáticas Numéricas (CMN)								
1	.345 ^d	0.119	0.111	–	14.0	1	104	–
2	.407 ^e	0.166	0.149	0.046	5.7	1	103	.019 *
3	.514 ^f	0.264	0.242	0.098	13.6	1	102	<.001 ***

Notas. ^a Predictor: Planificación. ^b Predictores: Planificación y Flexibilidad Cognitiva. ^c Predictores: Planificación, Flexibilidad Cognitiva y Curso. ^d Predictores: Flexibilidad Cognitiva. ^e Predictores: Flexibilidad Cognitiva y Planificación.

* $p < .05$ *** $p < .001$

Tabla 4

Modelos de regresión de la flexibilidad cognitiva y planificación que predicen las competencias matemáticas de los niños y las niñas

Variable Dependiente	Predictor	Coeficientes del Modelo		t	Ajuste del modelo			Colinealidad VIF ^a
		Coeficientes de regresión no estandarizados	Coeficientes de regresión estandarizados (β)		Valor p	R ²	ΔR^2	
Competencias Matemáticas Lógico-Relacionales	Intercepto	4.441	--	2.66	.009 **	--	--	--
	PLA	0.045	0.338	3.91	<.001 ***	0.165	--	1.04
	FC	0.131	0.184	2.12	.036*	0.213	0.049	1.04
	Curso	1.865	0.490	2.82	.006 **	0.271	0.057	1.05
Competencias Matemáticas Numéricas	Intercepto	1.564	--	0.78	.481	--	--	--
	FC	0.246	0.262	3.01	.003 **	0.119	--	1.04
	PLA	0.030	0.171	1.97	.051 <i>n.s</i>	0.166	0.046	1.04
	Curso	3.226	0.643	3.69	<.001 ***	0.264	0.098	1.05

Notas. PLA: Planificación; FC: Flexibilidad Cognitiva. ^a. Factor de inflación de la Varianza. *n.s*: no significativo.

* $p < .05$ ** $p < .01$ *** $p < .001$,

Discusión

El objetivo de este estudio fue evaluar la capacidad predictiva de las funciones ejecutivas de FC y PLA en las competencias matemáticas tempranas en niños de educación inicial. Los hallazgos dan cuenta que ambas funciones tienen una capacidad predictiva en las competencias matemáticas tempranas. La FC tanto en las de tipo lógico-relacional como en las numéricas y la PLA solo en las lógico-relacionales. En este sentido, se cumplió parcialmente lo esperado, ya que la hipótesis era que la capacidad predictiva de ambas funciones ejecutivas sería significativa con respecto al desarrollo de los dos tipos de competencias matemáticas en los niños de la muestra.

A pesar de lo anterior, los hallazgos están en línea con los resultados de investigaciones que plantean que la FC está relacionada con el desempeño matemático en niños de educación inicial (Yang et al., 2019) y otros estudios como el de Cheung y Chan (2022) y el de Palacios y Bolhmann (2020), quienes concluyeron que la FC es un predictor para el desarrollo de las competencias matemáticas también en etapas posteriores de escolarización. Lo que evidencia que la FC es fundamental no solo para el cambio de foco en la representación mental de un problema y la incorporación de datos relevantes acerca del mismo, sino que también para la creación de un plan de solución y la ejecución de este, todas, habilidades que son fundamentales para resolver los problemas matemáticos (Cheung & Chan, 2022; Mayer & Hegarty, 1996). Así también, Nunes de Santana et al. (2022) concluyen que la influencia de la FC se da en ambas competencias matemáticas, tanto en las ligadas a las habilidades piagetianas, como en las de dominio numérico, lo que es confirmado por estos hallazgos.

Respecto de la influencia de la PLA en las competencias matemáticas lógico-relacionales (CMLR), este podría responder al propio proceso evolutivo de estas destrezas matemáticas, puesto que es sabido que se desarrollan a temprana edad, incluso antes del proceso de escolarización, coincidiendo con la etapa preoperatoria (Cerdeira et al., 2011; Piaget, 1965), de manera que los preescolares han tenido más experiencia utilizando la planificación en tareas que implican comparación, correspondencia, clasificación y seriación, que en tareas de tipo numérico (Bernal-Ruiz et al., 2022).

De igual manera, este hallazgo está en línea con otros estudios que han situado a la PLA como un buen predictor del desempeño matemático en población infantil, concluyendo que la eficiencia de los niños para resolver tareas matemáticas no se relaciona solamente con la habilidad matemática que posean, sino que depende de su habilidad para autorregularse y planificarse (Agudelo et al., 2016; Arroyo et al., 2014; Tzurriel et al., 2022), lo que corrobora que procesos como la formulación, ejecución y evaluación de un plan de acción, son necesarios para el aprendizaje de las matemáticas (Bernal-Ruiz et al., 2022).

Bajo esta misma perspectiva, y con respecto a la influencia no significativa de la PLA sobre las CMN, este hallazgo coincide con la reciente investigación de Tzuriel et al. (2022), en donde en niños de 3 a 6 años la PLA tampoco fue un predictor significativo del desempeño matemático relacionado a lo numérico. Hallazgo que se puede atribuir al desarrollo posterior que tienen las competencias numéricas respecto de las lógico-relacionales en la infancia, en tanto las primeras se desarrollan en etapas posteriores a la preoperacional (Cerdeña et al., 2011), y en este sentido, podrían requerir del desarrollo de las CMLR para ser adquiridas (Cerdeña et al., 2011; Piaget, 1965).

Bajo la misma línea, se sabe que generalmente la escolarización favorece el desarrollo de las CMN, producto de la enseñanza del sistema de numeración tradicional que se da en ese contexto (Cerdeña et al., 2011). Por lo tanto, al estar la muestra compuesta por niños de 4 a 6 años, es posible que presenten un desarrollo incipiente en este tipo de competencia, debido a que se encuentran en proceso de adaptación al sistema educativo. A lo anterior se suma, el desarrollo evolutivo de la PLA, la cual se forma progresivamente desde los 4 años alcanzando pleno desarrollo a los 15 años (Injoque-Ricel et al. 2014; Muchiut, 2019; Rubiales et al., 2011) debido a la maduración del lóbulo frontal durante el ciclo vital (Er-Rafiqi et al. 2022; Segundo-Marcos et al. 2022), estructura que se termina de desarrollar a finales de la infancia.

Si bien esta investigación aporta interesantes hallazgos, sobre todo respecto a la capacidad predictiva de una FE relativamente desatendida, como es la PLA en el desarrollo de las CMT, presenta algunas limitaciones. En primer lugar, el tamaño muestral fue acotado (106 niños) y el tipo de muestra intencionada, lo que restringe la posibilidad de realizar generalizaciones. Por lo que se sugiere para futuras investigaciones ampliar el tamaño muestral. En segundo lugar, no se consideró la memoria de trabajo como posible variable predictora, a pesar de haber bastante evidencia de que es una de las FE con mayor asociación con las habilidades matemáticas y la comprensión numérica (Allen et al., 2021; Bisagno et al., 2023; Peng et al., 2016). También sería interesante incluir en futuros estudios otras FE como el control inhibitorio que también es considerado un dominio ejecutivo importante en el desempeño matemático en la infancia (Cueli et al., 2020).

A pesar de estas limitaciones, el presente estudio se constituye como una contribución para la investigación de la relación de las FE de FC, PLA y el desempeño matemático en edades tempranas. Además, se erige como un aporte novedoso para la investigación, específicamente de la PLA, la cual ha sido poco estudiada y que a la luz de estos hallazgos se constituye como una variable predictora de las competencias matemáticas tempranas, específicamente de aquellas de tipo lógico-relacional.

Finalmente, a partir de los resultados de este estudio se busca brindar información útil a los educadores que pueda servir de insumo para el desarrollo de planes curriculares orientados a fortalecer el área de las matemáticas, sobre todo estimulando el desarrollo de las CMT, en tanto diversas investigaciones, no solo han evidenciado que estas competencias matemáticas constituyen un potente y estable predictor de logro del desempeño académico tanto en matemáticas como en otras áreas disciplinares (Cerdeña & Pérez, 2015), sino que también permiten continuar con la adquisición de conocimientos y habilidades matemáticas más complejas en las etapas escolares posteriores (Purpura et al., 2017). Además, se espera que esta investigación pueda guiar tanto a los cuidadores como a los educadores de la escolaridad inicial en el desarrollo dentro y fuera del aula estrategias de estimulación de las de las FE de FC y PLA, puesto que se ha demostrado que los niños que comienzan la educación inicial con mejores habilidades ejecutivas tienen una ventaja en términos de rendimiento matemático que persiste en los años escolares (Arroyo et al., 2014; Cervigni & Stelzer, 2011; Clements et al., 2016; Wongupparaj & Kadosh, 2022).

Referencias

- Agencia de Calidad de la Educación. (2020). *Informe de Resultados Nacionales TIMSS 2019*. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.
- Agudelo, N., Dansilio, S., & Beisso, A. (2016). Diferentes tareas de solución de problemas y funciones ejecutivas en niños de 7 a 12 años. *Neuropsicología Latinoamericana*, 8(2), 35-42.
- Allen, K., Giofrè, D., Higgins, S., & Adams, J. (2021). Using working memory performance to predict mathematics performance 2 years on. *Psychological Research*, 85(5), 1986-1996. <https://doi.org/10.1007/s00426-020-01382-5>

- Arán Filippetti, V., & Richaud, M. C. (2017). A structural equation modeling of executive functions, IQ and mathematical skills in primary students: Differential effects on number production, mental calculus and arithmetical problems. *Child Neuropsychology*, *23*, 864-888. <https://doi.org/10.1080/09297049.2016.1199665>
- Arias, P. (2020). *Análisis resultados TIMSS 2019*. Acción Educar. Agencia de Calidad de la Educación. Ministerio de Educación, Gobierno de Chile.
- Arroyo, M. J., Korzeniewski, C. G., & Espósito, A. V. (2014). Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos. *Eureka*, *11*(1), 52-64.
- Bernal-Ruiz, F., Duarte, D., Jorquera, F., Maturana, D., Reyes, C., & Santibáñez, E. (2022) Memoria de trabajo y planificación como predictores de las competencias matemáticas tempranas. *Suma Psicológica*, *29*(2), 129-137. <https://doi.org/10.14349/sumapsi.2022.v29.n2.5>
- Bernal-Ruiz, F., Rodríguez-Vera, M., & Ortega, A. (2020). Estimulación de las funciones ejecutivas y su influencia en el rendimiento académico en escolares de primero básico. *Interdisciplinaria. Revista de Psicología y Ciencias Afines*, *37*(1), 1-34. <http://dx.doi.org/10.16888/interd.2020.37.1.6>
- Bisagno, E., Cadamuro, A., & Morra, S. (2023). Multiple influences of working memory capacity on number comprehension: The interplay with metacognition and number-specific prerequisites. *Journal of Experimental Child Psychology*, *226*, 105568. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2022.105568>
- Cai, D., Georgiou, G. K., Wen, M., & Das, J. P. (2016). The role of planning in different mathematical skills. *Journal of Cognitive Psychology*, *28*(2), 234-241. <http://dx.doi.org/10.1080/20445911.2015.1103742>
- Cameron, I. G. M., Watanabe, M., Pari, G., & Muñoz, D. P. (2010). Executive impairment in Parkinson's disease: response automaticity and task switching. *Neuropsychologia*, *48*(7), 1948-1957. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.03.015>
- Cantin, R. H., Gnaedinger, E. K., Gallaway, K. C., Hesson-McInnis, M. S., & Hund, A. M. (2016). Executive functioning predicts reading, mathematics, and theory of mind during the elementary years. *Journal of Experimental Child Psychology*, *146*, 66-78. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.01.014>
- Cerda, G., & Pérez, C. (2015). Predictibilidad de las competencias matemáticas tempranas, predisposición desfavorable hacia la matemática, inteligencia lógica y factores de la convivencia escolar en el rendimiento académico en matemáticas. *Pensamiento Educativo, Revista de Investigación Educativa Latinoamericana*, *52*(2), 189-202. <https://doi.org/10.7764/PEL.52.2.2015.11>
- Cerda, G., Pérez, C., Moreno, C., Núñez, K., Quezada, E., Rebolledo, J., & Sáez, S. (2012). Adaptación de la versión española del Test de Evaluación Matemática Temprana de Utrecht en Chile. *Estudios pedagógicos*, *38*(1), 235-253. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052012000100014>
- Cerda, G., Pérez, C., Ortega-Ruiz, R., Lleujo, M., & Sanhueza, L. (2011). Fortalecimiento de competencias matemáticas tempranas en preescolares, un estudio chileno. *Psychology, Society, & Education*, *3*(1), 23-39. <https://doi.org/10.25115/psye.v3i1.550>
- Cervigni, M. A., & Stelzer, F. (2011). Desempeño académico y funciones ejecutivas en infancia y adolescencia. Una revisión de la literatura. *Revista de Investigación en Educación*, *9*(1), 148-156.
- Chakravarthy, V. S., Joseph, D., & Bapi, R. S. (2010). What do the basal ganglia do? A modeling perspective. *Biological Cybernetics*, *103*, 237-253. <https://doi.org/10.1007/s00422-010-0401-y>
- Chan, J., & Scalise, N. (2022). Numeracy skills mediate the relation between executive function and mathematics achievement in early childhood. *Cognitive Development*, *62*, 101154. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101154>
- Cheung, S. K., & Chan, W. W. L. (2022). The roles of different executive functioning skills in young children's mental computation and applied mathematical problem-solving. *British Journal of Developmental Psychology*, *40*, 151-169. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12396>
- Chu, F. W., vanMarle, K., & Geary, D. C. (2016). Predicting children's reading and mathematics achievement from early quantitative knowledge and domain-general cognitive abilities. *Frontiers in Psychology*, *7*, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00775>

- Clements, D.H., Sarama, J., & Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly, 36*, 79-90. <http://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.009>
- Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (2010). *Declaración de Singapur sobre la integridad en la investigación*.
- Cortés, A., Moyano, N., & Quile, A. (2019). The relationship between executive functions and academic performance in primary education: review and meta-analysis. *Frontiers in Psychology, 10*, 1-18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01582>
- Coulanges, L., Abreu-Mendoza, R. A., Varma, S., Uncapher, M.R., Gazzaley, A., Anguera, J., & Rosenberg-Lee, M. (2021). Linking inhibitory control to math achievement via comparison of conflicting decimal numbers. *Cognition, 214*, 104767. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104767>
- Cueli, M., Areces, D., García, T., Alves, R. A., & González-Castro, P. (2020). Attention, inhibitory control and early mathematical skills in preschool students. *Psicothema, 32*(2), 237-244. <https://doi.org/10.7334/psicothema2019.225>
- Deng, M., Cai, D., Zhou, X., & Leung, A. W. (2020). Executive function and planning features of students with different types of learning difficulties in Chinese junior middle school. *Learning Disability Quarterly, 45*(2), 134-143. <https://doi.org/10.1177/0731948720929006>
- Diamond, A. (2020). Executive functions. In A. Gallagher, C. Bulteau, D. Cohen, & J. L. Michaud (Eds.). *Handbook of Clinical Neurology, 173*, 225-240. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4>
- 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/10.30552/ejep.v5i1.81>
- Er-Rafiqi, M., Guerra, A., Le Gall, D., & Roy, A. (2022). Age-related changes of cognitive flexibility and planning skills in school-age Moroccan children. *Applied Neuropsychology Child, 11*(4), 669-680. <https://doi.org/10.1080/21622965.2021.1934471>
- Escobar, J. P., Rosas-Díaz, R., Ceric, F., Aparicio, A., Arango, P., Arroyo, R., Espinoza, V., Garolera, M., Pizarro, M., Porflitt, F., Ramírez, M. P., & Urzúa, D. (2018). El rol de las funciones ejecutivas en la relación entre el nivel socioeconómico y el desarrollo de habilidades lectoras y matemáticas. *Cultura y Educación, 30*(2), 368-392. <https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1462903>
- Fishbein, B., Foy, P., & Yin, L. (2021). *TIMSS 2019 User Guide for the International Database* (2ª ed.). International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Fisk, E., & Lombardi, C.M. (2021). Are math and behavioral skills interrelated? A longitudinal analysis in early childhood. *Developmental Psychology, 57*(12), 2106-2118. <https://doi.org/10.1037/dev0001273>
- Hughes, C., Ensor, R., Wilson, A., & Graham, A. (2010). Tracking executive function across the transition to school: a latent variable approach. *Developmental Neuropsychology, 35*(1), 20-36. <https://doi.org/10.1080/87565640903325691>
- Injoque-Ricle, I., Barreyro, J. P., Calero, A., & Burin, D. (2014). Tower of London: Planning development in children from 6 to 13 years of age. *Spanish Journal of Psychology, 17*(e77), 1-7. <https://doi.org/10.1017/sjp.2014.83>
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2000). *Foundations of Behavioral Research* (4ª ed.) Holt.
- Krikorian, R., & Bartok, J. A. (1998). Developmental data for the Porteus Maze Test. *The Clinical Neuropsychologist, 12*(3), 305-310. <https://doi.org/10.1076/clin.12.3.305.1984>
- Legare, C. H., Dale, M. T., Kim, S. Y., & Deák, G. O. (2018). Cultural variation in cognitive flexibility reveals diversity in the development of executive functions. *Scientific Reports, 8*(1), 1-14. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-34756-2>
- Levy, R., & Dubois, B. (2006). Apathy and the functional anatomy of the prefrontal cortex-basal ganglia circuits. *Cerebral Cortex, 16*(7), 916-928. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhj043>
- Limas, L.M., Novoa, P.F., Uribe, Y.C., Ramirez, Y.P., & Cancino, R.F. (2020). Competencias matemáticas en preescolares de cinco años según género. *Eduser, 7*(1), 41-48. <https://doi.org/10.18050/eduser.v7i1.2424>
- Luria, A. R. (1966). *Human brain and psychological processes*. Harper and Row.

- Magalhães, S., Carneiro, L., Limpo, T., & Filipe, M. (2020). Executive functions predict literacy and mathematics achievements: The unique contribution of cognitive flexibility in grades 2, 4, and 6. *Child Neuropsychology*, 26(7), 934-952. <https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1740188>
- Mattera, S. K., Morris, P. A., Jacob, R., Maier, M., & Rojas, N. (2017). Designing studies to test causal questions about early Math: The development of making Pre-K count. *Advances in Child Development and Behavior*, 53, 227-253. <https://doi.org/10.1016/bs.acdb.2017.04.002>
- Mayer, R. E., & Hegarty, M. (1996). The process of understanding mathematical problems. In R. J. Sternberg & T. Ben-Zeev (Eds.), *The Nature of Mathematical Thinking* (pp. 29-53). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203053270>
- Miyake, A., Friedman, N.P., Emerson, M.J., Witzki, A.H., Howerter, A., & 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. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Moll, K., Kunze, S., Neuhoff, N., Bruder, J., & Schultekörne, G. (2014). Specific learning disorder: prevalence and gender differences. *PLOS One*, 9(7), e103537. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0103537>
- Muchiut, A. (2019). Juego y función ejecutiva de planificación en niños de nivel inicial. *Cuadernos de Neuropsicología*, 13(2), 163-170.
- Niendam, T. A., Laird, A. R., Ray, K. L., Dean, Y. M., Glahn, D. C., & Carter, C. S. (2012). Meta-analytic evidence for a superordinate cognitive control network subserving diverse executive function. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience* 12(2), 241-268. <https://doi.org/10.3758/s13415-011-0083-5>
- Nunes de Santana, A., Roazzi, A., & Nobre, A.P.M.C. (2022). The Relationship between Cognitive Flexibility and Mathematical Performance in Children: A Meta-Analysis. *Trends in Neuroscience and Education*, 28, 100179. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2022.100179>
- Palacios, N., & Bohlmann, N. L. (2020). Self-regulation mediates the associations between demographic characteristics and Latino children's early achievement. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 70, 101166. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2020.101166>
- Pauli, W. M., O'Reilly, R. C., Yarkoni, T., & Wager, T. D. (2016). Regional specialization within the human striatum for diverse psychological functions. *PNAS*, 113, 1907-1912. <https://doi.org/10.1073/pnas.1507610113>
- Peng, P., Namkung, J., Barnes, M., & Sun, C. (2016). A meta-analysis of mathematics and working memory: Moderating effects of working memory domain, type of mathematics skill, and sample characteristics. *Journal of Educational Psychology*, 108(4), 455-473. <https://doi.org/10.1037/edu0000079>
- Piaget, J. (1965). *The Child's conception of number*. W.W. Norton.
- Portell, M., & Vives, J. (2019). *Investigación en Psicología y Logopedia: Introducción a los diseños experimentales, cuasi-experimentales y ex post facto*. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona.
- Porteus, S. D. (1965). *Porteus Maze Tests: Fifty years' application*. Pacific Books.
- Purpura, D. J., Schmitt, S. A., & Ganley, C. M. (2017). Foundations of mathematics and literacy: The role of executive functioning components. *Journal of Experimental Child Psychology*, 153, 15-34. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2016.08.010>
- Raghubar, K. P., & Barnes, M. A. (2017). Early numeracy skills in preschool-aged children: a review of neurocognitive findings and implications for assessment and intervention. *The Clinical Neuropsychologist*, 31(2), 329-351. <https://doi.org/10.1080/13854046.2016.1259387>
- Ropovik, I. (2014). Do executive functions predict the ability to learn problem-solving principles? *Intelligence*, 44, 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2014.03.002>
- Rosas, R., Espinoza, V., Garolera, M., & San-Martín, P. (2017). Executive Functions at the start of kindergarten: are they good predictors of academic performance at the end of year one? A longitudinal study. *Studies in Psychology*, 38(2), 451-472. <https://doi.org/10.1080/02109395.2017.1311458>
- Rubiales, J., Bakker, L., & Delgado Mejía, I. D. (2011). Organización y planificación en niños con TDAH: Evaluación y propuesta de un programa de estimulación. *Cuadernos de Neuropsicología*, 5(2), 145-161.

- Salehinejad, M. A., Ghanavati, E., Rashid, M. H. A., & Nitsche, M. A. (2021). Hot and cold executive functions in the brain: A prefrontal-cingular network. *Brain and Neuroscience Advances*, 5, 1-19. <https://doi.org/10.1177/23982128211007769>
- Segundo-Marcos, R., Carrillo, A.M., Fernández, V. L., & González, M. T. D. (2022). Development of executive functions in late childhood and the mediating role of cooperative learning: A longitudinal study. *Cognitive Development*, 63, 101219. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2022.101219>
- Stocco, A., Lebiere, C., & Anderson, J.R. (2010). Conditional routing of information to the cortex: a model of the basal Ganglia's role in cognitive coordination. *Psychological Review*, 117, 541-574. <https://doi.org/10.1037/a0019077>
- ten Braak, D., Lenes, R., Purpura, D. J., Schmitt, S.A., & Størksen, I. (2022). Why do early mathematics skills predict later mathematics and reading achievement? The role of executive function. *Journal of Experimental Child Psychology*, 214, 105306. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2021.105306>
- Tirapu-Ustárrroz, J., Bausela-Herrerías, E., & Cordero-Andrés, P. (2018). Model of executive functions based on factorial analyses in child and school populations: a meta-analysis. *Revista de Neurología*, 67(6), 215-225. <https://doi.org/10.33588/rn.6706.2017450>
- Titz, C., & Karbach, J. (2014). Working memory and executive functions: Effects of training on academic achievement. *Psychological Research*, 78(6), 852-868. <https://doi.org/10.1007/s00426-013-0537-1>
- Turnbull, O. (2002). The executive brain: frontal lobes and the civilized mind. *Neuropsychanalysis*, 4(2), 206-208. <https://doi.org/10.1080/15294145.2002.10773402>
- Tzuriel, D., Hanuka-Levy, D., & Kashy-Rosenbaum, G. (2022). Dynamic assessment of self-regulation and planning behavior. *Frontiers in Education*, 7, 885170. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.885170>
- Van de Rijt, B., Van Luit, J., & Pennings, A. (1999). The construction of the Utrecht Early Mathematical Competence Scales. *Educational and Psychological Measurement*, 59(2), 289-309. <https://doi.org/10.1177/0013164499592006>
- Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2011). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 100-119. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x>
- Viterbori, P., Usai, M.C., Traverso, L., & De Franchis, V. (2015). How preschool executive functioning predicts several aspects of math achievement in Grades 1 and 3: A longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology*, 140, 38-55. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2015.06.014>
- Wang, X., Georgiou, G. K., Li, Q., & Tavouktsoglou, A. (2018). Do Chinese children with math difficulties have a deficit in executive functioning? *Frontiers in Psychology*, 9, 906. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00906>
- Wongupparaj, P., & Kadosh, R. C. (2022). Relating mathematical abilities to numerical skills and executive functions in informal and formal schooling. *BMC Psychology*, 10(1), 27-40. <https://doi.org/10.1186/s40359-022-00740-9>
- Yang, X., Chung, K. K. H., & McBride, C. (2019). Longitudinal contributions of executive functioning and visual-spatial skills to mathematics learning in young Chinese children. *Educational Psychology*, 39(5), 678-704. <https://doi.org/10.1080/01443410.2018.1546831>
- Zelazo, P. (2006). The Dimensional Change Card Sort (DCCS): a method of assessing executive function in children. *Nature Protocols*, 1, 297-301. <https://doi.org/10.1038/nprot.2006.46>
- Zink, N., Lenartowicz, A., & Markett, S. (2021). A new era for executive function research: On the transition from centralized to distributed executive functioning. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 124, 235-244. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2021.02.011>

Contribución de los autores (Taxonomía CRediT): 1. Conceptualización; 2. Curación de datos; 3. Análisis formal; 4. Adquisición de fondos; 5. Investigación; 6. Metodología; 7. Administración de proyecto; 8. Recursos; 9. Software; 10. Supervisión; 11. Validación; 12. Visualización; 13. Redacción: borrador original; 14. Redacción: revisión y edición. F. B. R. ha contribuido en 1, 2, 3, 6, 7, 10, 12, 14; T. F. en 3, 5, 13; S. C. en 3, 5, 13; M. S. en 3, 5, 13; F. D. en 3, 5, 13; R. R. en 3, 5, 13.

Editora científica responsable: Dra. Cecilia Cracco.