



# SUMA PSICOLÓGICA

<http://sumapsicologica.konradlorenz.edu.co>



## Memoria de trabajo y planificación como predictores de las competencias matemáticas tempranas

Francisca Bernal-Ruiz<sup>a, b, \*</sup>, Damián Duarte<sup>a</sup>, Fernanda Jorquera<sup>a</sup>,  
Desanka Maturana<sup>a</sup>, Catalina Reyes<sup>a</sup>, Enzo Santibáñez<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Escuela de Psicología, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Valparaíso, Chile

<sup>b</sup> Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Playa Ancha, Chile

Recibido el 31 de marzo de 2022; aceptado el 10 de agosto de 2022

### PALABRAS CLAVE

Memoria de trabajo,  
planificación,  
competencias matemáticas,  
preescolares,  
modelos de regresión

**Resumen Introducción:** La relación entre funciones ejecutivas y habilidades matemáticas ha sido ampliamente estudiada. Sin embargo, no existe consenso respecto de la contribución específica de la memoria de trabajo y la planificación en el desarrollo de competencias matemáticas tempranas. El objetivo de este estudio fue determinar la capacidad predictiva de estos dos dominios ejecutivos sobre las competencias matemáticas de preescolares. **Método:** Se implementó un diseño no experimental *ex post facto*, con una muestra de 104 niños/as chilenos/as. La evaluación de sus funciones ejecutivas se realizó con la tarea “inversión de números” de la Batería IV Woodcock-Muñoz para evaluar la memoria de trabajo verbal, la subprueba “Torpo, el topo torpe” del Test de Evaluación Neuropsicológica Infantil (TENI) para evaluar la memoria de trabajo visoespacial y el Test de Laberintos de Porteus para evaluar la planificación. Con el fin de evaluar las habilidades matemáticas se utilizó el Test de Evaluación Matemática Temprana Utrecht (TEMT-U), versión chilena. Se realizaron análisis descriptivos, correlaciones y modelos de regresión múltiple. **Resultados:** La memoria de trabajo verbal seguida por la memoria de trabajo visoespacial y la planificación fueron los mejores predictores de las competencias matemáticas de los/as niños/as. **Conclusiones:** Estos resultados sugieren que estas funciones ejecutivas desempeñan un papel clave en el aprendizaje de las matemáticas y aportan información específica a las/os educadoras/es para que puedan planificar sus estrategias de enseñanza en función de las demandas cognitivas que requiere cada habilidad matemática, lo que puede ser una vía potencial para promover mejores logros de aprendizaje en esta importante disciplina.

© 2022 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Working memory and planning as predictors of early mathematical skills

### KEYWORDS

Working memory,  
planning,  
mathematical skills,  
preschoolers,  
regression models

**Abstract Introduction:** The relationship between executive functions and mathematical skills has been extensively studied. However, there is no consensus regarding the specific contribution of working memory and planning in the development of early mathematical skills. The aim of this study was to determine the predictive capacity of these two executive domains on preschoolers' mathematical skills. **Method:** A non-experimental *ex post facto* design was implemented with a sample of 104 Chilean children. The evaluation of their executive functions was performed with the “number inversion” task of the Woodcock-Muñoz IV Battery to assess

\* Autora para correspondencia.

Correo electrónico: francisca.bernal@uv.cl

verbal working memory, the “Clumsy Mole the Clumsy Mole” subtest of the TENI Child Neuropsychological Evaluation Test to assess visuospatial working memory, and the Porteus Maze Test to assess planning. To assess mathematical skills, the Test de Evaluación Matemática Temprana Utrecht TEMT-U, Chilean version, was used. Descriptive analyses, correlations and multiple regression models were performed. **Results:** Verbal working memory followed by visuospatial working memory and planning were the best predictors of children’s mathematical skills. **Conclusions:** These results suggest that these executive functions play a key role in mathematics learning and provide specific information to educators so that they can plan their teaching strategies according to the cognitive demands required by each mathematical skill, which may be a potential way to promote better learning achievements in this important discipline.

© 2022 Fundación Universitaria Konrad Lorenz. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Se sabe que, para el logro del aprendizaje de distintos dominios académicos, las funciones ejecutivas (FE) desempeñan un importante papel (Spiegel et al., 2021). Estas funciones se suelen definir como una familia de procesos mentales que abarca las diferentes habilidades cognitivas necesarias para comportarse de forma flexible y adaptativa frente a situaciones nuevas (Fernández et al., 2021). En otras palabras, son un conjunto de procesos mentales interrelacionados, que participan en el comportamiento flexible, dirigido a objetivos y que son necesarios para concentrarse, prestar atención, mantener organizado y regular nuestro comportamiento y nuestras emociones, lograr metas a largo plazo y para el éxito escolar (Bernal-Ruiz et al., 2020).

A nivel teórico, existen dos perspectivas acerca de la dimensionalidad de este constructo (Hartung et al., 2020). La primera es que las FE son un constructo unitario (Tirapu-Ustárriz et al., 2018), y, la segunda, que es multidimensional (Lonigan et al., 2016) y que incluye los dominios de inhibición, flexibilidad cognitiva (FC) y memoria de trabajo (MT) (Diamond, 2020; Miyake et al., 2000).

La inhibición se encarga de ajustar la conducta, logrando impedir reacciones impulsivas o distracciones, para así planificar y dar una respuesta adecuada a la situación (Cortés et al., 2019). La FC permite un cambio de perspectiva con respecto a un problema y la habilidad para ajustarse a nuevas demandas, reglas o prioridades (Diamond, 2020). La MT permite almacenar y mantener la información en la mente y trabajar con ella mientras se ejecuta una tarea (Diamond, 2020). En otras palabras, la MT es el conjunto de procesos mentales que permiten el registro, almacenamiento y manipulación temporal de la información para la realización de tareas cognitivas complejas, como el aprendizaje, la lectura o las habilidades matemáticas (Cheng & Kibbe, 2022).

De acuerdo con el modelo de Baddeley y Hitch (1974), la MT se estructura en cuatro subsistemas: (1) Bucle fonológico, que es el encargado del mantenimiento y manipulación de la información de tipo auditivo verbal, (2) Agenda visoespacial, encargado del mantenimiento y manipulación de la información de naturaleza visual y espacial, (3) Ejecutivo central, encargado de entregar los recursos atencionales a los diferentes subsistemas y (4) Retén episódico, encargado del almacenamiento simultáneo de información de los dos primeros componentes y de la memoria a largo plazo (Baddeley, 2000).

A partir de lo anterior, la MT se divide en MT verbal, encargada de manipular la información basada en el len-

guaje, y MT visoespacial, encargada de crear y manipular imágenes (Cheng & Kibbe, 2022).

De estos tres dominios ejecutivos se derivan la planificación (PLA) y la resolución de problemas (Diamond, 2020), que permiten que la persona formule planes de acción, los pueda llevar a cabo y evalúe su eficacia (Cortés et al., 2019). En este sentido, la PLA es relevante para la formulación y ejecución de conductas dirigidas hacia el futuro, pues no solo contribuye significativamente en la resolución de problemas, sino también favorece la dirección y la secuencia de acciones dirigidas hacia metas, siendo fundamental para el funcionamiento cognitivo complejo (Lombardi et al., 2017). Dicho de otro modo, la PLA es una habilidad cognitiva relacionada con anticipar las consecuencias de los actos, dado que implica considerar diversas alternativas y seleccionar la más pertinente antes de llevar a cabo la acción (Cortés et al., 2019).

A partir de estos antecedentes, queda de manifiesto que las FE son fundamentales para el desarrollo tanto cognitivo, como social y psicológico (Romero et al., 2017) y tienen impacto en el ámbito educativo y el aprendizaje, tanto a nivel escolar como preescolar (González, 2015; Quílez-Robres et al., 2021). Por lo mismo, diversas investigaciones se han enfocado en estudiar el papel específico que desempeñan las FE en el desarrollo de las habilidades académicas, tanto a nivel escolar como en educación inicial, dado que mientras más pronto se detecten problemas en el desarrollo de estas funciones cognitivas superiores, más rápido se pueden realizar intervenciones para evitar problemas académicos posteriores (Hartung et al., 2020).

### Relación de la memoria de trabajo y la planificación con las habilidades matemáticas

Si bien el campo teórico en el que se estudia la relación entre las FE y el rendimiento matemático es bastante amplio, la mayoría de las investigaciones han estudiado solo uno o dos dominios de las FE (memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva, inhibición), sin considerar que cada tarea matemática varía en complejidad y, por ende, en sus demandas cognitivas (McClelland et al., 2014) y que por lo mismo, dominios como la planificación y resolución de problemas son también destrezas ejecutivas importantes para el proceso de aprendizaje de esta disciplina (Ávila-Toscano et al., 2021; De Vita et al., 2022; Ramírez & Olmos, 2020).

Por ejemplo, varias investigaciones han estudiado la relación entre la MT y el rendimiento matemático en niños/as.

Una de ellas es la de De Vita et al. (2022), en el que estudiaron la contribución de los dominios y procesos de la MT al conocimiento matemático en niños/as en edad preescolar y escolar, concluyendo que el dominio visoespacial de la MT es el que está más fuertemente asociado con el conocimiento de las matemáticas en los/as niños/as en edad preescolar, en comparación con los de primer grado y que el dominio verbal de la MT solo predice el conocimiento matemático en los alumnos de primer grado. Resultados que no dan respuestas concluyentes a la contribución real de este dominio ejecutivo al desempeño matemático en la infancia.

Del mismo modo, Hernández et al. (2021) estudiaron a 40 estudiantes de cuarto grado de primaria (9 a 11 años) con el objetivo de evaluar la relación entre la MT y las habilidades matemáticas. Su principal resultado fue que la MT está significativamente relacionada con el desarrollo de las habilidades matemáticas y, por tanto, influye en el rendimiento de los/as estudiantes en esta área disciplinar.

El estudio de Aragón et al. (2015) intentó probar que las habilidades numéricas son predecibles mediante la presencia de determinados procesos cognitivos superiores en edades tempranas. Para ello realizaron una evaluación cognitiva paralela a una evaluación matemática en 208 niños/as. Los factores evaluados fueron MT, memoria a corto plazo, inteligencia y alfabetización emergente. Estos autores concluyeron que existe relación entre la inteligencia y la MT, las cuales contribuyen como factores predictivos del éxito matemático y que las habilidades relacionadas con el lenguaje y la MT verbal también fueron capaces de predecir resultados matemáticos, aunque esta última no se alzó como principal predictor a diferencia de otros estudios.

En otra investigación realizada por Van der Ven et al. (2012), se propusieron determinar las relaciones existentes entre los principales dominios de las FE (FC, inhibición y MT) con las matemáticas, de manera longitudinal en niños/as de segundo grado (7-8 años), concluyendo que si bien, existe relación con los tres dominios, solo la MT fue un factor significativo, lo que da cuenta de la importancia de esta FE durante el proceso de aprendizaje de las matemáticas.

Por su parte, Passolunghi et al. (2008) investigaron los precursores del rendimiento matemático en niños/as, analizando las habilidades cognitivas de fonología, habilidades de conteo, memoria a corto plazo, MT y coeficiente intelectual verbal y de desempeño. Entre los resultados se encontró que en los/as niños/as de primer grado el principal predictor matemático fue el bucle fonológico, mientras que en los/as de segundo grado fueron la MT y los procesos ejecutivos.

En la literatura también es posible encontrar algunas investigaciones sobre el papel de las habilidades de planificación en el desempeño matemático en la infancia. Por ejemplo, en el estudio de Arroyo et al. (2014), con 143 niños/as de entre 8 y 11 años, su objetivo fue evaluar si había relación entre la planificación y los problemas matemáticos, concluyendo que ambas variables están significativamente relacionadas.

Por su parte, Agudelo et al. (2016) estudiaron si la tarea Torre de Londres, que evalúa planificación, tenía relación con las tareas de solución de problemas matemáticos en niños/as de 7 a 12 años y concluyeron que efectivamente esta tarea se correlaciona significativamente con el rendimiento en las pruebas de matemáticas, lo que sería evidencia de

que la planificación tiene un papel importante en el aprendizaje de esta área disciplinar.

Estos antecedentes confirman que existen múltiples estudios que abordan la influencia de la MT y la planificación sobre el desarrollo de habilidades matemáticas en población infantil. No obstante, la mayoría de ellos, por una parte, se centran solo en la etapa escolar, dejando fuera a los preescolares y, por otra, arrojan resultados generales, sin especificar la contribución de cada uno de estos dominios ejecutivos sobre los componentes específicos de las competencias matemáticas tempranas (CMT).

Las CMT se definen como las habilidades para comprender, evaluar y usar las matemáticas en diversas situaciones en las que son necesarias (Navarro et al., 2009) y se dividen en dos grupos: la de tipo lógico-relacional, que incluye las habilidades de comparación, clasificación, correspondencia y seriación y las de tipo numérico, que incluyen el conteo verbal, estructurado, resultante y conocimiento general de los números (Cerdeira & Pérez, 2014).

En otras palabras, los resultados de estudios pasados no han sido del todo concluyentes respecto a la capacidad predictiva de la MT y la planificación en las CMT y, por lo mismo, sus conclusiones, si bien han sido un punto de partida para el diseño de metodologías específicas de enseñanza que estén acordes con las demandas cognitivas de cada competencia matemática temprana (McClelland et al., 2014) faltan estudios actualizados al respecto.

De esta manera, considerando la multidimensionalidad de las FE (Lonigan et al., 2016) y que, por consiguiente, cada dominio podría ser predictor de distintas habilidades matemáticas (Rosas et al., 2017), nos planteamos la siguiente pregunta: ¿cuál es la capacidad predictiva de la memoria de trabajo y la planificación en el desarrollo de las distintas dimensiones de las competencias matemáticas tempranas en los/as niños/as en etapa preescolar? Al respecto y teniendo en consideración los estudios revisados, se espera evidenciar una capacidad predictiva de ambos dominios ejecutivos en relación con las CMT de los/as preescolares, que será estadísticamente significativa. Puntualmente, se espera que la capacidad predictiva de la MT sea estadísticamente significativa en relación con las CMT de tipo lógico-relacional. Además, se espera que la capacidad predictiva de la PLA sea estadísticamente significativa en las CMT de tipo lógico-relacional y las numéricas.

A partir de lo anterior, el objetivo principal de nuestro estudio fue establecer la capacidad predictiva de la memoria de trabajo tanto verbal como visoespacial y de la planificación en las competencias matemáticas tempranas de comparación, clasificación, correspondencia, seriación, conteo verbal, estructurado, resultante y conocimiento general de los números en población preescolar.

## Método

### Diseño de investigación

Se aplicó un diseño no experimental *ex post facto*, con el fin de examinar, de manera retrospectiva, la capacidad predictiva de la MT y la PLA sobre el desarrollo de las CMT de los preescolares.

Tabla 1. Descripción demográfica de la muestra

		Niños/as (N = 104)			
		Escuela pública		Escuela subvencionada	
Curso		Niños/as (N = 32 (30.8%))		Niños/as (N = 72 (69.2%))	
Primer nivel de transición	Sexo	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
N = 50 (48.1%)		N = 7 (14%)	N = 10 (20%)	N = 17 (34%)	N = 16 (32%)
	Edad	4.79 (0.46)	4.94 (0.56)	4.92 (0.42)	5.13 (0.45)
Segundo nivel de transición	Sexo	Hombre	Mujer	Hombre	Mujer
N = 54 (51.9%)		N = 7 (12.9%)	N = 8 (14.8%)	N = 18 (33.4%)	N = 21 (38.9%)
	Edad	6.01 (0.41)	5.82 (0.58)	6.15 (0.33)	6.11 (0.42)

## Participantes

La muestra fue intencionada e incluyó 104 preescolares, de los cuales 50 eran de primer nivel de transición (48.1%) (edad media = 4.97) y 54 eran de segundo nivel de transición (51.9%) (edad media = 6.07), pertenecientes a establecimientos educacionales (EE) públicos (financiados exclusivamente por el Gobierno) (N = 32, 30.8%) y subvencionados (con financiamiento mixto, de las familias y del Gobierno) (N = 72, 69.2%) de las regiones de Coquimbo y Valparaíso, Chile (tabla 1).

Cabe destacar que en Chile el año escolar va desde marzo hasta diciembre y las edades mínimas de ingreso a los niveles de transición son de 4 años cumplidos al 31 de marzo del año escolar correspondiente para el primer nivel de transición y 5 años cumplidos al 31 de marzo para el segundo nivel de transición. En este sentido, no es poco frecuente que, por ejemplo, los/as niños/as de segundo nivel de transición cumplan sus 6 años mientras cursan este nivel, por eso, como se puede observar en la tabla 1, las edades promedio de este nivel, en la mayoría de los/as niños/as, superan los 6 años.

Los criterios de inclusión fueron estar cursando cualquiera de los dos niveles de transición (primer nivel o segundo nivel) en EE públicos o subvencionados y que sus familias autoricen su participación en la investigación por medio del consentimiento informado. Entre los criterios de exclusión se encontraban: (a) presentar cualquier trastorno del desarrollo neurológico diagnosticado, (b) estar bajo tratamiento psicofarmacológico o médico que pueda afectar el desempeño de las FE evaluadas, y (c) estar en desacuerdo con la participación en el estudio o que sus familias no autoricen su participación.

## Instrumentos

Para la evaluación de las CMT se utilizó el Test de Evaluación Matemática Temprana Utrecht (TEMT-U) (Cerde et al., 2012), que evalúa las CMT en sus dos dimensiones: las de tipo lógico-relacional (comparación, correspondencia, clasificación y seriación) y las de tipo numérico (conteo verbal, conteo estructurado, conteo resultante y conocimiento general de los números). Se aplica a niños/as de 4 a 7 años, consta de 40 ítems y tiene una duración de aproximadamente 30 minutos. El coeficiente de confiabilidad del TEMT-U es de .91 (Cerde et al., 2012).

Por su parte, para evaluar la MT y la PLA se empleó una batería de tres tareas. La memoria de trabajo visoespacial (MTVE) se evaluó con la subprueba “Torpo, el topo torpe” del Test de Evaluación Neuropsicológica Infantil (TENI) (Tenorio et al., 2012) para niños/as de 3 a 9 años. En esta tarea, el/la niño/a debe recordar el orden por donde apareció y desapareció un topo en la pantalla de un dispositivo electrónico. Cada dos respuestas correctas, la complejidad aumenta. La medida final analizada es la suma de los aciertos. El coeficiente de confiabilidad de esta subprueba es de .9 (Tenorio et al., 2012).

La memoria de trabajo verbal (MTVB) se evaluó mediante la tarea “inversión de números” de la batería IV Woodcock-Muñoz: pruebas de habilidades cognitivas (batería IV COG) (Woodcock et al., 2019) para niños/as a partir de los 2 años. En esta tarea el/la niño/a escucha un grupo de números y luego debe repetirlos en orden inverso. El coeficiente de confiabilidad de esta subprueba es de .84 (Woodcock et al., 2019).

La PLA se evaluó con el Test de Laberintos de Porteus (Porteus, 1965), que evalúa la habilidad de una persona para formar y ejecutar un plan de trabajo. Puede ser administrada a partir de los 3 años y consta de 12 laberintos, cuya dificultad va aumentando de manera progresiva. El/la niño/a debe encontrar y marcar con un lápiz el camino más corto desde la entrada hasta la salida del laberinto sin levantar el lápiz y sin entrar en una calle sin salida. Su alfa de Cronbach es de .81 (Krikorian & Bartok, 1998).

En relación con el orden de aplicación de las pruebas, si bien no existe un protocolo que señale cuáles deben ser aplicadas antes o después, en nuestro caso iniciamos la evaluación con la prueba de PLA, seguimos con la de MVB, luego la de matemáticas para finalizar con la prueba de MTVE. Orden que responde principalmente a temas de motivación, en el sentido de que dejamos en el medio la más larga y para el final la que es en el dispositivo electrónico y que, a nuestro juicio, es la más lúdica y motivante para los/as niños/as.

## Procedimiento

En los EE que aceptaron participar de la investigación, se asistió a una reunión con las familias y docentes con el fin de explicarles el objetivo del estudio y sus alcances y solicitar la autorización para que sus hijos/as participen en la investigación, mediante la firma del consentimiento informado.

Posteriormente, se evaluó de manera individual a los/as niños/as que tenían firmados sus consentimientos informados, en una sesión de aproximadamente 30 minutos en el horario lectivo de la mañana durante su jornada escolar.

El periodo de evaluación comprendió los meses de octubre y noviembre del 2021.

### Plan de análisis de datos

Se realizaron análisis descriptivos para resumir los datos demográficos de los/as participantes. Luego, se realizó un análisis de correlación para determinar la asociación entre la MTVB, MTVE, PLA y las CMT de los/as niños/as. Por último, para la contrastación de hipótesis se utilizaron modelos de regresión múltiple para evaluar la capacidad predictiva de los dominios ejecutivos en las CMT de los/as niños/as. Para todos los análisis se utilizó el *software* estadístico de código abierto Jamovi, versión 2.2.3 (The Jamovi Project, 2021).

### Consideraciones éticas de la investigación

Con respecto al cumplimiento de las regulaciones éticas, en este estudio, todos los procedimientos se implementaron de acuerdo con las directrices de la Declaración de Singapur sobre Integridad en la Investigación (World Conferences on Research Integrity, 2010). Además, el estudio fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Playa Ancha.

## Resultados

### Análisis de correlación entre la memoria de trabajo, la planificación y las competencias matemáticas

Primero se analizó el supuesto de normalidad univariante para el análisis de correlación de Pearson, el que no se cumplió, por lo que se utilizó el coeficiente de correlación Spearman. Luego, se obtuvo la matriz de correlación entre las competencias matemáticas lógico-relacionales (CMLR), competencias matemáticas numéricas (CMN) y competencias matemáticas globales (CMG) y la MTVB, MTVE y PLA de los/as niños/as.

Como se puede observar en la tabla 2, encontramos correlaciones de moderadas a altas entre la MTVB y las CMLR (0.541), CMN (0.678) y CMG (-0.448). Algo más discretas son las correlaciones entre la PLA y las CMLR (0.386) y entre la MTVE y las CMG (-0.377). Cabe destacar que en el caso

de las CMG existe una relación inversamente proporcional con los dominios ejecutivos, es decir, en la medida que los valores de las CMG aumentan, los valores de la MTVB, MTVE y PLA disminuyen y viceversa.

### MT y PLA como predictores del rendimiento matemático de los/as niños/as: modelos de regresión simple y múltiple

Para evaluar la capacidad predictiva de la MTVB, MTVE y PLA sobre las CMLR, CMN y CMG de los/as niños/as de la muestra, se realizaron modelos de regresión múltiple. Para todos los casos se probaron modelos de regresión incluyendo como primer predictor o predictor único –según el caso– la FE que presentó mayor coeficiente de correlación con el criterio (CMLR, CMN o CMG). Todos los modelos de regresión cumplían con los supuestos de colinealidad ( $VIF < 5$ ) y autocorrelación (valores de Durbin-Watson cercano a 2;  $p > 0.05$ ).

Los resultados sugieren que la MTVB predijo mejor todas las competencias matemáticas de los/as niños/as (CMLR = 0.326,  $p < .001$ ; CMN = 0.556,  $p < .001$ ; CMG = -0.405,  $p < .001$ ) en comparación con el resto de los predictores.

En particular, un modelo de tres predictores compuesto por la MTVB, PLA y curso, permite predecir significativamente las CMLR,  $R^2 = .503$ ,  $F(3, 100) = 33.8$ ,  $p < .001$ . Así, este modelo permite explicar el 50.3% de la variabilidad de los puntajes de los/as niños/as en CMLR.

Del mismo modo, los resultados sugieren que un modelo de dos predictores que incluye la MTVB y curso permite predecir significativamente las CMN de los/as niños/as de la muestra,  $R^2 = .619$ ,  $F(2, 101) = 82.0$ ,  $p < .001$ . En otras palabras, el 61.9% de la variabilidad de los puntajes de las CMN es explicada por el modelo propuesto.

Finalmente, respecto a las CMG, un modelo de tres predictores compuesto por la MTVB, MTVE y Curso permite predecir significativamente el rendimiento matemático general de los/as niños/as ( $R^2 = .254$ ,  $F(3, 97) = 11.0$ ,  $p < .001$ ). Dicho de otro modo, este modelo permite explicar el 25.4% de la variabilidad de los puntajes de los/as niños/as en CMG.

Cabe señalar que en todos los modelos estudiados se observaron diferencias estadísticamente significativas para la variable curso (tabla 3) y, dadas estas diferencias, las ecuaciones de regresión introducen esta variable dicotomizada (i. e., variable ficticia) que asume el valor 0 si el/la niño/a pertenece al curso primer nivel de transición y 1 si pertenece al curso segundo nivel de transición.

Tabla 2. Matriz de correlación de las competencias matemáticas con la memoria de trabajo verbal, visoespacial y la planificación

Competencias matemáticas		Funciones ejecutivas de los/as niños/as		
		Memoria de trabajo verbal (MTVB)	Memoria de trabajo visoespacial (MTVE)	Planificación (PLA)
CM globales (CMG)	rho de Spearman $p$ valor	-0.448*** < .001	-0.377*** < .001	-0.272** 0.003
CM Lógico-relacionales (CMLR)	rho de Spearman $p$ valor	0.541*** < .001	0.249* 0.012	0.386*** < .001
CM Numéricas (CMN)	rho de Spearman $p$ valor	0.678*** < .001	0.334*** < .001	0.328*** < .001

Nota. CMG =  $H_a$  implica una correlación inversa.

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

**Tabla 3.** Modelos de regresión de la memoria de trabajo (verbal y visoespacial) y planificación que predicen las competencias matemáticas de los/as niños/as

Competencias matemáticas	Predictor	Coeficientes del modelo			Ajuste del modelo				Colinealidad
		Coeficientes de regresión no estandarizados	Coeficientes de regresión estandarizados ( $\beta$ )	Error estándar de la predicción ( $\epsilon$ )	t	Valor p	R <sup>2</sup>	$\Delta R^2$	VIF <sup>a</sup>
Competencias matemáticas lógicas-relacionales (CMLR)	Intercepto	6.245	–	2.55	7.79	< .001 ***	–	–	–
	MTVB	0.396	0.326	–	4.25	< .001 ***	0.276	–	1.18
	PLA	0.024	0.305	–	4.20	< .001 ***	0.385	0.108	1.06
	Curso	2.671	0.738	–	4.89	< .001 ***	0.503	0.227	1.16
Competencias matemáticas numéricas (CMN)	Intercepto	3.477	–	3.10	7.51	< .001 ***	–	–	–
	MTVB	0.938	0.556	–	8.46	< .001 ***	0.485	–	–
	Curso	3.916	0.781	–	5.96	< .001 ***	0.619	–	–
Competencias matemáticas globales (CMG)	Intercepto	3.443	–	1.04	11.98	< .001 ***	–	–	–
	MTVB	-0.167	-0.405	–	-3.89	< .001 ***	0.172	–	1.41
	MTVE	-0.060	-0.198	–	-2.02	.046*	0.217	0.045	1.24
	Curso	0.498	0.414	–	2.19	.031*	0.254	0.082	1.17

Nota. MTVB = memoria de trabajo verbal; PLA = planificación; MTVE = memoria de trabajo visoespacial.

\* $p < .05$ , \*\*\* $p < .001$ . <sup>a</sup>. Factor de inflación de la varianza

A partir de lo anterior, la ecuación de regresión para la variable CMLR sería:  $[y = a + (\beta_1 * \text{MTVB}) + (\beta_2 * \text{PLA}) + (\beta_3 * \text{curso dicotomizado}) + e]$ , cuyos valores son  $[y_i = 6.245 + (0.396 * \text{puntaje MTVB}_i) + (0.024 * \text{puntaje PLA}_i) + (2.671 * \text{curso dicotomizado}_i) + 2.55]$ . El subíndice  $i$  indica la persona de interés.

Así, si tomamos como ejemplo esta ecuación en un niño de segundo nivel de transición cuyo resultado en la variable MTVB es de 3 y en la variable PLA de 146, la predicción de las CMLR se realizaría mediante la siguiente ecuación:

$$y = 6.245 + (0.396 * 3) + (0.024 * 146) + (2.671 * 1) + 2.55 = 16.158$$

Lo anterior implica que el valor predicho para las CMLR del niño del ejemplo sería de 16.158.

Por su parte, la ecuación de regresión para las competencias matemáticas numéricas (CMN) sería:  $[y = a + (\beta_1 * \text{MTVB}) + (\beta_2 * \text{curso dicotomizado}) + e]$  y cuyos valores son  $[y_i = 3.477 + (0.938 * \text{puntaje MTVB}_i) + (3.916 * \text{curso dicotomizado}_i) + 3.10]$ .

Finalmente, la ecuación de regresión para las competencias matemáticas globales (CMG) sería:  $[y = a + (\beta_1 * \text{MTVB}) + (\beta_2 * \text{MTVE}) + (\beta_3 * \text{curso dicotomizado}) + e]$ , cuyos valores son  $[y_i = 3.443 + (-0.167 * \text{puntaje MTVB}_i) + (-0.060 * \text{puntaje MTVE}_i) + (0.498 * \text{curso dicotomizado}_i) + 1.04]$ .

En las tres ecuaciones, y corresponde al valor del criterio, a al valor estimado para el intercepto,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  a la estimación de los coeficientes de regresión no estandarizados de las variables (*i. e.*, MTVB, MTVE, PLA y curso) y  $e$  al error estándar de la predicción (*i. e.*, desviación estándar de los residuos obtenidos mediante la resta del valor predicho y el valor real (*i. e.*,  $e = s(y_{\text{predicho}} - y_{\text{observado}}$ , véase la tabla 3).

## Discusión

A partir de los objetivos planteados en la presente investigación se obtuvieron interesantes hallazgos respecto de la capacidad predictiva de la MT verbal y visoespacial y de la PLA en las competencias matemáticas lógico-relacionales, numéricas y globales de los/as niños/as de la muestra.

Uno de los principales hallazgos de esta investigación es la importante capacidad predictiva de la MTVB en las competencias matemáticas, sobre todo, en las de tipo numérico. Lo que nos da luces acerca de la importancia de esta FE, en etapas tempranas del desarrollo, para el aprendizaje, por ejemplo, del sentido numérico o el desarrollo del número (Castro et al., 2021), que de acuerdo con varios autores se da gradualmente mediante las experiencias de conteo del/la niño/a (Dehaene, 2011; Pérez et al., 2018; Torresi, 2020) y que nuestros resultados confirman. Hallazgo que además está en la misma línea de lo concluido por investigaciones como la de Passolunghi et al. (2008) y Liang et al. (2022), quienes destacaron a la MT y específicamente al bucle fonológico como un importante precursor del rendimiento matemático en la infancia. O como la de Van der Ven et al. (2012), quienes señalaron que la MT es un factor clave para el aprendizaje de las matemáticas pues ambas variables se influyen mutuamente, en tanto la capacidad de almacenar y manipular información sería un proceso vital en el aprendizaje de las matemáticas.

Nuestros hallazgos también están en sintonía con el estudio de Presentación et al. (2014), quienes concluyeron que tanto la MTVB como la MTVE están relacionadas con el rendimiento matemático en la infancia, destacando fundamentalmente la importancia de la MTVB en el aprendizaje de las matemáticas.

Por su parte, en el estudio de De Vita et al. (2022), los autores concluyeron que el dominio visoespacial de la MT era el que se encontraba más fuertemente relacionado con las matemáticas en la etapa preescolar, y que el dominio verbal lo estaba más en la etapa escolar. Hecho que corrobora que no hay consenso sobre las contribuciones relativas de los diferentes dominios de la MT al rendimiento matemático en niños/as y nos advierte la importancia de seguir investigando al respecto, sobre todo, en población preescolar.

Otro de los hallazgos —aunque más discreto— que queda en evidencia en nuestro estudio es el papel que cumple la PLA como predictor de las habilidades matemáticas en los/as niños/as de la muestra, en el que encontramos que, en un modelo de dos predictores en conjunto con la MTVB, la PLA explica un importante porcentaje del rendimiento diferenciado de los/as niños/as de la muestra en las CMLR. Este hallazgo sitúa a la PLA como un buen predictor matemático, lo cual confirma que el aprendizaje de las matemáticas requiere tener dominio de los pasos para alcanzar un objetivo específico y solucionar problemas (Clements et al., 2016; Purpura et al., 2017).

Este hallazgo es coherente con estudios realizados antes en el contexto latinoamericano como el de Arroyo et al. (2014), en el que analizaron la relación entre las habilidades de planificación y organización y la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos, y en el cual la PLA resultó estar significativamente relacionada con la resolución de problemas matemáticos. O el de Agudelo et al. (2016), quienes demostraron que la PLA tiene un papel fundamental en el desempeño de tareas matemáticas.

A luz de estos antecedentes, podemos señalar que se cumplieron la mayoría de las hipótesis planteadas en el estudio. Puesto que, por un lado, se demostró una capacidad predictiva estadísticamente significativa tanto de la MT y la PLA, en relación con las competencias matemáticas de los/as niños/as de la muestra. En donde la MTVB fue un predictor, no solo de las CMLR, como se esperaba, sino también de las CMN y del rendimiento matemático global de los/as niños/as de la muestra. Sin embargo, la PLA solo resultó ser un predictor de las CMLR y no de las numéricas, como se esperaba. Creemos que dicho resultado se podría explicar por el periodo en que se recolectaron los datos de nuestra investigación, que fue en plena pandemia por COVID-19. Esto debido a que se ha estudiado que, en muchos casos, la educación a distancia a la que estuvieron expuestos los/as niños/as, debido a los largos periodos de cuarentena y confinamiento, no propició un aprendizaje significativo y autónomo (Aguilar, 2020). Por lo mismo, creemos que las habilidades ligadas a la PLA se pudieron haber visto merma durante la pandemia, lo que dificultó el reforzamiento de estas habilidades ejecutivas debido a la diferencia sustancial entre el aprendizaje mediante la interconectividad y la presencialidad en los establecimientos educacionales. De acuerdo con Korzeniowski (2020), el encierro y la falta de contacto social son factores estresantes, de un impacto altamente negativo en las FE, por lo mismo, la falta del papel de los/as docentes, que es fundamental en el aprendizaje y en el andamiaje de la PLA de los/as niños/as, pudo haber afectado el desempeño en este dominio ejecutivo.

Entre las limitaciones de este estudio están, en primer lugar, el tamaño muestral y que fue una muestra intencionada, en tanto se focalizó solo en EE públicos y subvencio-

nados, por lo que en investigaciones futuras sería relevante no solo ampliar la cantidad de participantes, sino también analizar lo que sucede en instituciones educativas privadas (sin financiamiento gubernamental).

Otra limitación es que los/as niños/as de la muestra pasaron por un año completo de educación remota debido a la pandemia por la COVID-19, lo cual pudo tener un impacto en su desarrollo madurativo y, por tanto, afectar el desempeño y los resultados en las pruebas aplicadas. Por lo mismo, realizar a futuro un estudio similar con niños/as que no hayan visto interrumpida su asistencia regular a la escuela es una buena oportunidad para poder comparar los resultados.

A pesar de estas limitaciones, creemos que este estudio contribuirá a futuras investigaciones que busquen potenciar el aprendizaje de los/as niños/as, específicamente en el área de las matemáticas, utilizando estrategias que permitan estimular los dominios de las FE que han demostrado predecir el desempeño de esta área en edades tempranas. Además, es relevante mencionar la necesidad de que se sigan planteando investigaciones de este tipo que permitan profundizar en la explicación sobre cómo afectan las FE el desarrollo de las habilidades matemáticas en la infancia, pues son limitados los estudios que dan cuenta de la contribución específica de la MTVB, la MTVE y la PLA, en relación con las diferentes competencias que se requieren para desempeñarse exitosamente en el área de las matemáticas en el contexto escolar.

## Conclusión

Los resultados presentados aquí permiten demostrar la capacidad predictiva de la MT, especialmente, la verbal, y las habilidades de PLA en las CMT de los/as niños/as de la muestra, resultado que confirma que estas FE desempeñan un importante papel en el proceso de aprendizaje de las matemáticas en niños/as de etapa preescolar y, por tanto, podrían explicar el desempeño diferenciado de los/as niños/as en esta área disciplinar. Por lo mismo, nuestros resultados aportan información específica a las/os educadoras/es para que puedan planificar sus estrategias de enseñanza en función de las demandas cognitivas que requiere cada habilidad matemática e incorporando actividades que potencien tanto la MT como la PLA en las actividades académicas cotidianas de los/as niños/as, lo que creemos podría ser una vía potencial para promover mejores logros de aprendizaje en esta importante área disciplinar. Sin embargo, teniendo en cuenta que la selección de la muestra fue intencionada, consideró solo EE públicos y subvencionados y fue realizada en pandemia. Estudios futuros deberían ampliar la muestra, incluir EE privados y replicarse en un escenario postpandemia para comparar resultados y aumentar su interpretabilidad.

## Reconocimientos

Artículo enmarcado en los resultados del 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 (ANID) del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación del Gobierno de Chile.

## Referencias

- Agudelo, N., Dansilio, S., & Beisso, A. (2016). Diferentes tareas de solución de problemas y funciones ejecutivas en niños de 7 a 12 años. *Revista Neuropsicología Latinoamericana*, 8(2), 35-42.
- Aguilar, F. (2020). Del aprendizaje en escenarios presenciales al aprendizaje virtual en tiempos de pandemia. *Estudios Pedagógicos*, 46(3), 213-223. <https://doi.org/10.4067/S0718-07052020000300213>
- Aragón, E. L., Navarro, J. I., Aguilar, M., & Cerda, G. (2015). Predictores cognitivos del conocimiento numérico temprano en alumnado de 5 años. *Revista de Psicodidáctica*, 20(1), 83-97. <http://doi.org/10.1387/RevPsicodidact.11088>
- Arroyo, M., Korzeniowski, C., & Espósito, A. (2014). Habilidades de planificación y organización, relación con la resolución de problemas matemáticos en escolares argentinos. *Eureka*, 11(1), 52-64.
- Ávila-Toscano, J., Vargas-Delgado, L., Escobar-Pérez, G., Peñalosa-Torres, A., & Herrera-Bravo, M. (2021). Comprensión docente de la relación entre aprendizaje matemático y funciones ejecutivas. *Revista de Psicología y Educación*, 16(1), 44-59. <https://doi.org/10.23923/rpye2021.01.201>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). Working memory. En G. A. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (pp. 47-89). Academic Press.
- Bernal-Ruiz, F., Ortega, A., & Rodríguez, M. (2020). The influence of parental skills on children executive performance in the Chilean context. *Journal of Child and Family Studies*, 29(11), 3103-3116. <https://doi.org/10.1007/s10826-020-01827-w>
- Castro, D., Dartnell, P., & Estévez, N. (2021). Exploring basic numerical capacities in children with difficulties in simple arithmetical achievement. *Suma Psicológica*, 28(1), 1-9. <https://doi.org/10.14349/sumapsi.2021.v28.n1.1>
- Cerda, G., Pérez, C., Moreno, C., Núñez, K., Quezada, E., Rebollo, 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://doi.org/10.4067/s0718-07052012000100014>
- Cerda, G., & Pérez, C. (2014). Competencias matemáticas tempranas y actitud hacia las tareas matemáticas variables predictoras del rendimiento académico en educación primaria: resultados preliminares. *Revista INFAD de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 7(1), 469-476. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v7.817>
- Cheng, C., & Kibbe, M.M. (2022). Development of updating in working memory in 4-7-year-old children. *Developmental Psychology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1037/dev0001337>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.009>
- 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>
- De Vita, C., Costa, H., M., Tomasetto, C., & Passolunghi, M.C. (2022). The contributions of working memory domains and processes to early mathematical knowledge between preschool and first grade. *Psychological Research*, 86, 497-511. <https://doi.org/10.1007/s00426-021-01496-4>
- Dehaene, S. (2011). *The number sense: How the mind creates mathematics* (revised and updated edition). Oxford University Press.
- Diamond, A. (2020). Executive functions. *Handbook of Clinical Neurology*, 173, 225-240. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64150-2.00020-4>
- Fernández, L., Merchán, A., Phillips-Silver, J., & Daza, M. T. (2021). Neuropsychological development of cool and hot executive functions between 6 and 12 years of age: A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 12, 687337. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.687337>
- González, M. (2015). *Desarrollo neuropsicológico de las funciones ejecutivas en la edad preescolar*. Editorial El Manual Moderno.
- Hartung, J., Engelhardt, L. E., Thibodeaux, M. L., Harden, K. P., & Tucker-Drob, E. M. (2020). Developmental transformations in the structure of executive functions. *Journal of Experimental Child Psychology*, 189, 104681. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.104681>
- Hernández, C., Méndez, J., & Jaimes, L. (2021). Memoria de trabajo y habilidades matemáticas en estudiantes de educación básica. *Revista Científica*, 40(1), 63-73. <https://doi.org/10.14483/23448350.15400>
- Korzeniowski, C. (2020). *Educación en tiempos de pandemia: ¿cómo promover las funciones ejecutivas de los estudiantes?* 1.ª ed. [ebook] Instituto de Ciencias Humanas Sociales y Ambientales, 1-15.
- Krikorian, R., & Bartok J. (1998). Developmental data for the Porteus Maze Test. *The Clinical Neuropsychology*, 12(3), 305-310. <https://doi.org/10.1076/clin.12.3.305.1984>
- Liang, Z., Dong, P., Zhou, Y., Feng, S., & Zhang, Q. (2021). Whether verbal and visuospatial working memory play different roles in pupil's mathematical abilities. *The British Journal of Educational Psychology*, 92(2), e12454. <https://doi.org/10.1111/bjep.12454>
- Lombardi, C., Casey, B., Thomson, D., Nguyen, H., & Dearing, E. (2017). Maternal support of young children's planning and spatial concept learning as predictors of later math (and reading) achievement. *Early Childhood Research Quarterly*, 41, 114-125. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2017.07.004>
- Lonigan, C. J., Lerner, M. D., Goodrich, J. M., Farrington, A. L., & Allan, D. M. (2016). Executive function of Spanish-speaking language-minority preschoolers: Structure and relations with early literacy skills and behavioral outcomes. *Journal of Experimental Child Psychology*, 144, 46-65. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.11.003>
- McClelland, M. M., Cameron, C. E., Duncan, R., Bowles, R. P., Acock, A. C., Miao, A., & Pratt, M. E. (2014). Predictors of early growth in academic achievement: The head-toes-knees-shoulders task. *Frontiers in Psychology*, 5, 1-14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00599>
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A., Howerter, A., & Wager, T. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "frontal lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
- Navarro, J., Aguilar, M., Alcalde, C., Marchena, E., Ruiz, G., Menacho, I., & Sedeño, M. (2009). Estimación del aprendizaje matemático mediante la versión española del Test de Evaluación Matemática Temprana de Utrecht. *European Journal of Education and Psychology*, 2(2), 131-143. <https://doi.org/10.30552/ejep.v2i2.24>
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoé, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 229-250. <https://doi.org/10.1080/87565640801982320>

- Pérez, C., González, I., Cerda, G., & Benvenuto, G. (2018). El Método ABN como articulador efectivo de aprendizajes matemáticos en la infancia: experiencias en profesores y profesoras de ciclo inicial en Chile. *ECPS Journal*, 17, 75-96. <https://www.ledonline.it/index.php/ECPS-Journal/article/view/1458>
- Porteus, S. D. (1965). *Porteus Maze Test: Fifty years application*. Psychological Corporation.
- Presentación, M. J., Siegenthaler, R., Pinto, V., Mercader, J., Colomer, C., Fernández, I., Sanchiz, M. L., & Miranda, A. (2014). Memoria de trabajo en niños de educación infantil con y sin bajo rendimiento matemático. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1), 233-243. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v3.498>
- 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>
- Quílez-Robres, A., Moyano N., & Cortés-Pascual, A. (2021). Task monitoring and working memory as executive components predictive of general and specific academic achievements in 6-9-year-old children. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 6681. <https://doi.org/10.3390/ijerph18136681>
- Ramírez, M., & Olmos, H. (2020). Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. *Naturaleza y Tecnología*, 2, 51-63.
- Romero, M., Benavides, A., Fernández, M., & Pichardo, M. (2017). Intervención en funciones ejecutivas en educación infantil. *INFAD Revista de Psicología. International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1), 253-262. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2017.n1.v3.994>
- 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>
- Spiegel, J. A., Goodrich, J. M., Morris, B. M., Osborne, C. M., & Lonigan, C. J. (2021). Relations between executive functions and academic outcomes in elementary school children: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 147(4), 329-351. <https://doi.org/10.1037/bul0000322>
- Tenorio, M., Arango, P., Aparicio, A., Benavente, C., Thibaut., C., & Rosas, R. (2012). *Test de Evaluación Neuropsicológica Infantil TENI*. Ediciones Cedeti UC.
- The Jamovi Project. (2021). *Jamovi* (versión 2.2.3) [software computacional]. <https://www.jamovi.org>
- Tirapu-Ustárroz, J., Bausela, E., & Cordero-Andrés, P. (2018). Modelo de funciones ejecutivas basado en análisis factoriales en población infantil y escolar: metaanálisis. *Revista de Neurología*, 67(6), 215-225. <https://doi.org/10.33588/rn.6706.2017450>
- Torresi, S. (2020). Acerca de números, dificultades e intervenciones. *Journal of Neuroeducation*, 1(1), 136-140. <https://doi.org/10.1344/joned.v1i1.31681>
- Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: A dynamic relationship. *British Journal of Educational Psychology*, 82(1), 100-119. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x>
- Woodcock, R. W., Alvarado, C. G., Schrank, F. A., McGrew, K. S., Mather, N., & Muñoz-Sandoval, A. F. (2019). *Batería IV Woodcock-Muñoz: Pruebas de habilidades cognitivas*. Riverside Publishing.
- World Conferences on Research Integrity (2010). The Singapore Statement on Research Integrity. <https://wcrif.org/statement>