



Original

Programa de intervención virtual para mejorar la memoria de trabajo y las habilidades matemáticas básicas en Educación Infantil



Raquel Fernández-Abella*, Manuel Peralbo-Uzquiano, Montserrat Durán-Bouza, Juan Carlos Brenlla-Blanco, y Manuel García-Fernández

Departamento de Psicología, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de A Coruña, A Coruña, España

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historia del artículo:

Recibido el 20 de marzo de 2018
Aceptado el 21 de septiembre de 2018
On-line el 19 de octubre de 2018

Palabras clave:

Funciones ejecutivas
Memoria de trabajo
Habilidades matemáticas básicas
Tecnologías de la información y de la comunicación
Educación infantil

R E S U M E N

El presente trabajo plantea como objetivo principal el diseño y la puesta en práctica de un programa de intervención educativa virtual, basado en el aprendizaje interactivo a través del juego de gestos, para la mejora de la memoria de trabajo y las habilidades matemáticas básicas. Además, se comparan los resultados con los de la aplicación del programa en formato papel y lápiz. Se utiliza un diseño factorial de medidas repetidas con un factor inter-grupo (control, papel y lápiz y tecnológico) y un factor intra-grupo (pretest-posttest). Como variables dependientes se utilizan la amplitud de memoria visoespacial proporcionada por el Test de Corsi, así como los resultados individuales según baremo, y el total de aciertos en el Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas (TEDI-MATH). Han participado 90 niños y niñas de entre 5 y 6 años que se distribuyen en tres grupos de 30 sujetos: un grupo al que se aplica el programa en formato virtual, otro al que se aplica el programa en formato papel y lápiz y un grupo control sin tratamiento. Los resultados han mostrado mejoras tanto en memoria de trabajo como en habilidades matemáticas básicas en los dos grupos que han recibido la intervención frente al grupo control. Por lo tanto, parece que son la estructura y el contenido de las tareas, y no tanto el formato, los responsables de los cambios observados.

© 2018 Universidad de País Vasco. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

Virtual Intervention Program to Improve the Working Memory and Basic Mathematical Skills in Early Childhood Education

A B S T R A C T

The present work proposes as the main objective the design and implementation of a virtual educational intervention program, based on interactive learning through gesture play, to improve working memory and basic mathematical skills. In addition, the results were compared with those of the application of the programme in paper and pencil format. A factorial design of repeated measurements was used with an inter-group factor (control, paper and pencil and technology) and an intra-group factor (pretest-posttest). As dependent variables, the visuospatial memory width provided by the Corsi Test was used, as well as the individual results according to the scale, and the total number of successes in the Test for the Diagnosis of Basic Mathematical Competences (TEDI-MATH). Ninety children between the ages of 5 and 6 participated and were distributed in three groups of 30 subjects: one group to which the program was applied in virtual format, another to which the program was applied in paper and pencil format and a control group without treatment. The results showed improvements in both working memory and basic mathematical skills in the two groups that received the intervention versus the control group. Therefore, it seems that it is the structure and content of the tasks and not so much the resources used that are responsible for the changes observed.

© 2018 Universidad de País Vasco. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Keywords:

Executive functions
Working memory
Basic mathematical skills
Information and communication technologies
Childhood education

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: raquel.fernandez.abella@udc.es (R. Fernández-Abella).

Introducción

El presente trabajo plantea como objetivo principal el diseño y la puesta en práctica de un programa de intervención educativa virtual, basado en el aprendizaje interactivo a través del juego de gestos, para la mejora de la memoria de trabajo (MT) y las habilidades matemáticas básicas (HMB).

La MT constituye uno de los componentes fundamentales del funcionamiento ejecutivo. A pesar de que no existe un acuerdo sobre cómo definir las funciones ejecutivas (FE), la mayoría de los autores coinciden en que abarcan el conjunto de procesos que subyacen a la conducta consciente y planificada dirigida a las metas, a las respuestas en las situaciones novedosas o difíciles y a la capacidad de inhibir aquellas conductas que nos alejan del objetivo perseguido, por lo que se refieren a lo necesario para el control deliberado del pensamiento, de las emociones y de las acciones. Se trata de procesos cognitivos de alto nivel, autorregulatorios que ayudan en el control del pensamiento y de la acción. Estas habilidades incluyen el control inhibitorio, la planificación, la flexibilidad atencional, la detección y la corrección de errores y la resistencia a la interferencia (Baggetta y Alexander, 2016; Carlson, 2005; Verdejo-García y Bechara, 2010).

Recientemente, Baggetta y Alexander (2016) señalan tres aspectos fundamentales en relación a las FE: (1) pueden modificarse con la experiencia; (2) la mejora de las FE se relaciona con mejoras en las habilidades académicas (entre las que se incluyen las HMB), y (3) estos cambios ocurren en el aula en condiciones de entrenamiento poco exigentes.

Con independencia del tipo de modelo teórico empleado a la hora de explicar el funcionamiento ejecutivo (unitario o multidimensional), la MT es considerada un componente fundamental de dicho funcionamiento. Es la encargada de almacenar la información y de operar con ella mentalmente, es decir, cuando la información ya no está presente perceptivamente. Se trata, por lo tanto, de un sistema para mantener temporalmente y de forma activa una capacidad limitada de información para lograr metas inmediatas o a corto plazo (Baddeley, 1986; Baddeley, 2000; Diamond, 2013).

Relación entre memoria de trabajo y habilidades matemáticas básicas

Las HMB son las operaciones mentales necesarias para la elaboración y para la utilización de conceptos y de propiedades matemáticas. Implican la utilización de procedimientos algorítmicos, el uso de procedimientos heurísticos y el análisis y la solución de situaciones problemáticas de carácter intra y extra matemático (Brown y Borko, 1992). Entre las competencias básicas en matemáticas destacan cinco: operaciones lógicas con números, cadena numérica verbal, procesos de cuantificación numérica, sistemas numéricos y aritmética.

La relación entre las FE y las HMB o el rendimiento en matemáticas se evidencia en multitud de investigaciones tanto en niños como en adultos (Bull y Lee, 2014; Presentación, Siegenthaler, Pinto, Mercader, y Miranda, 2015; Raghobar, Barnes, y Hecht, 2010). Los resultados de la investigación permiten afirmar que esta asociación parece más importante durante las etapas iniciales del desarrollo (Clark, Sheffield, Wiebe, y Espy, 2013; Clements, Sarama, y Germeroth, 2016; Thorell, Veleiro, Siu, y Mohammadi, 2013). En la Tabla 1 se presentan por orden cronológico los resultados de algunos de los trabajos en los que se muestra esta relación.

Por otro lado, parece que la MT puede actuar como una variable predictora del rendimiento en matemáticas (Alloway y Alloway, 2010; Alloway, Alloway, y Wootan, 2014), siendo su valor predictivo mucho más potente que el del resto de FE (Aragón, Navarro, Aguilar, y Cerda, 2015; Friso, van der Ven, Kroesbergen, y van Luit, 2013). No obstante, hay que tener en cuenta que algunos trabajos señalan que el valor predictivo del control inhibitorio sobre las dificultades en matemáticas es mayor que el de la MT durante los primeros años de escolaridad (Lan, Legare, Ponitz, Li, y Morrison, 2011; Ng, Tamis-LeMonda, Yoshikawa, y Sze 2015). Por lo tanto, el valor predictivo de la MT podría estar influido por el desarrollo.

En la actualidad, los diferentes estudios apuntan esta relación entre MT y aprendizaje matemático, aunque señalan que la interpretación resulta complicada. Así, hay trabajos que concluyen que es la MT visoespacial la que parece tener el mayor peso explicativo

Tabla 1
Síntesis de investigaciones sobre la relación entre funciones ejecutivas y habilidades matemáticas básicas

Autoría	Variables	Muestra	Resultados
Bull y Scerif (2001)	- FE - HMB	93 M = 7 a. 4 m. (DT = 3.8 m.)	- Las HMB están relacionadas con todas las tareas de evaluación, excepto con las tareas duales - Las dificultades en MT y en control inhibitorio predicen las dificultades en matemáticas
Espy et al. (2004)	- FE - HMB	96 66 - M = 4.21 a. (DT = .87 a.) 30 - M = 3.76 a. (DT = 1.05 a.)	- La MT y el control inhibitorio predicen la competencia aritmética temprana - Las FE están relacionadas con las HMB emergentes
Bull, Espy, y Wiebe (2008)	- FE - RLM	124 M = 4 a. 6 m. (DT = 4 m.)	Un mejor rendimiento en FE proporciona: - Mejor rendimiento general, en lectura y en matemáticas - La MT visoespacial es predictor específico de la habilidad matemática
Brock, Rimm-Kaufman, Nathanson, y Grimm (2009)	- FE - HMB	173 niños/as de EI 36 profesores	- MT y RM están directamente relacionados
Toll, Van der Ven, Kroesbergen y Van Luit (2011)	- FE - RM	227 M = 6,5 a. (DT = 4.3 m.)	- La MT predice el RM mejor que las habilidades preparatorias de las matemáticas
Thorell et al. (2013)	- FE - RA	Suecia (n = 141), España (n = 219), China (n = 72), Irán (n = 49) 6 - 11 a.	- MT y control inhibitorio están relacionados con el RA
Rosas, Espinoza, Garolera y San-Martín (2017)	- FE - RLM	109 niños/as de EI	Las FE predicen: - Entre un 15 y un 23% del desempeño académico general - Entre un 10 y un 14% del rendimiento en lectura - Entre un 9 y un 19% del RM - La MT y el control inhibitorio tienen mayor capacidad predictiva

Nota. a.: años; EI: Educación Infantil; FE: funciones ejecutivas; HMB: habilidades matemáticas básicas; m.: meses; RA: rendimiento académico; RLM: rendimiento en lengua y en matemáticas; RM: rendimiento en matemáticas.

Tabla 2

Síntesis de investigaciones sobre la relación entre memoria de trabajo y habilidades matemáticas básicas

Autoría	Variabes	Muestra	Resultados
Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent, y Numtee (2007)	– MT – Rendimiento en pruebas matemáticas – Velocidad de procesamiento	278 M = 73 m. (DT = 4 m.)	Rendimiento normal en matemática: – Mayor rapidez y precisión en: identificación de conjuntos numéricos, recuperación y retención de información numérica, estimación lineal y capacidad de conteo – La MT visoespacial se relaciona con una mayor capacidad de reconocimiento de conjuntos numéricos
Li y Geary (2013)	– MT – Velocidad de procesamiento	177 6 a. 2 m. (DT = 4 m.) 11 a. 1 m. (DT = ?4 m.)	– Diferencias en el desarrollo visoespacial durante la infancia marcan las diferencias en el aprendizaje matemático
Peng y Fuchs (2014)	– MT – Dificultades de aprendizaje	29 Estudios	– Participantes con dificultades en matemáticas presentan déficits en MT
Mammarella, Hill, Devine, Caviola y Szűcs. (2015)	– Memoria a corto plazo – MT visoespacial y verbal	69 11-13 a.	– Las dificultades en matemáticas se relacionan con la MT visoespacial
Wiklund-Hörnqvist, Jonsson, Korhonen, Eklöf y Nyroos (2016)	– MT – RM	597 M = 9.34 a. (DT = .30 a.)	– Las destrezas en MT visoespacial predicen el RM

Nota. a.: años; FE: funciones ejecutivas; m.: meses; MT: memoria de trabajo; RM: rendimiento en matemáticas.

(Klein y Bisanz, 2000; Rasmussen y Bisanz, 2005); sin embargo, otros trabajos sugieren la importancia de la capacidad predictiva de la MT verbal (McKenzie, Bull, y Gray, 2003; Meyer, Salimpoor, Wu, Geary, y Menon, 2010). Aunque los resultados a este respecto son contradictorios, en la Tabla 2 se presentan los resultados de algunos de estos trabajos.

Teniendo en cuenta los resultados de la investigación, en el presente trabajo se diseña un programa de intervención educativa virtual para la mejora de la MT y de las HMB en niños de Educación Infantil utilizando recursos tecnológicos. En la actualidad, el diseño de este tipo de programas es uno de los tópicos de investigación más populares, ya que permite una participación activa y mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje (Connolly, Stansfield, y Hayne, 2007; Hao et al., 2010; Tüzün, Yılmaz-Soylu, Karakuş, İnal, y Kızılkaya, 2009).

Un estudio de revisión realizado por Romero, Benavides, Fernández, y Pichardo (2017) resalta los resultados positivos de los programas de intervención en las FE desde la etapa preescolar utilizando diversos métodos. En concreto, los programas que se basan en el entrenamiento computarizado sugieren que el entrenamiento en MT puede tener efectos beneficiosos desde etapas tempranas entre 4 y 6 años (Holmes y Gathercole, 2014; Thorell, Lindqvist, Bergman, Bohlin, y Klingberg, 2009).

En el presente trabajo se emplea un sistema basado en el aprendizaje interactivo a través del juego de gestos con el fin de realizar la intervención de manera más natural. Los gestos del usuario son escaneados por dispositivos que permiten conocer la localización del mismo en tiempo real. En los últimos años dispositivos tales como Microsoft Kinect, Asus Xtion Pro y Wii Remote, heredados directamente de la industria de los videojuegos, han permitido un desarrollo mayor de este tipo de aplicaciones (Han, Reily, Hoff, y Zhang, 2017). En este caso, se emplea un controlador Kinect V1, o lo que es lo mismo, un dispositivo de seguimiento que permite obtener una imagen de profundidad del entorno en tiempo real para determinar los gestos desarrollados.

Por lo tanto, los objetivos específicos del estudio son: (1) comprobar si es posible la mejora del rendimiento en MT y en HMB a través de un programa diseñado para Educación Infantil, y (2) comprobar si existen diferencias en los efectos del programa si se implementa a través del Kinect y tareas informatizadas o si se implementa a través de papel y lápiz. La necesidad de diferenciar entre los beneficios debidos a la tecnología y los debidos a las propias tareas realizadas requiere un control de su uso. De ahí que en este trabajo se utilice un grupo control de la tecnología en el que las tareas se realizan en papel y lápiz.

Método

Diseño

Se utiliza un diseño factorial de medidas repetidas con un factor inter-grupo (control, papel y lápiz y tecnológico) y un factor intra-grupo (pretest-postest). Como variables dependientes se utilizan la amplitud de MT visoespacial proporcionada por el Test de Corsi, así como los resultados individuales según baremo, y el total de aciertos en el TEDI-MATH.

Participantes

Se seleccionan 90 niños de un colegio público en el que se imparte Educación Infantil y Educación Primaria de la provincia de A Coruña. La elección del colegio es intencional derivada de la necesidad de disponer de profesorado interesado y formado en nuevas tecnologías. Los participantes cursan el tercer nivel del segundo ciclo de Educación Infantil, distribuyéndose en 41 niños (45.55%) y 49 niñas (54.44%).

El criterio de inclusión es que los participantes estén cursando el tercer nivel del segundo ciclo de Educación Infantil con una edad de 5-6 años. Los criterios de exclusión son: (a) presentar una necesidad específica de apoyo educativo o una necesidad educativa especial; (b) tener un refuerzo educativo o una adaptación curricular, y (c) haber flexibilizado curso y, por tanto, tener una edad superior a los 6 años.

Tanto el colegio como los tutores legales de los participantes son informados, siguiendo las recomendaciones del Comité de Ética de la Universidad de A Coruña, de los objetivos de la investigación, solicitando la autorización de la dirección del centro y un consentimiento informado de los tutores legales.

Instrumentos

Para evaluar la MT visoespacial se utiliza el Test de Corsi de la batería *The Psychology Experiment Building Language* (PEBL). PEBL es un programa de software de código abierto que permite a los investigadores diseñar y ejecutar experimentos psicológicos (Mueller, 2014). La prueba consiste en mostrar una pantalla con ocho cuadrados azules, algunos de los cuales se van iluminando de color amarillo, el participante debe pulsar con el ratón sobre cada uno de los cuadrados que se iluminan, siguiendo el orden de principio a fin. La secuencia aumenta en dificultad a medida que el participante responde. Se comienza con una pantalla de ejemplo y se finaliza la tarea cuando se cometen dos errores consecutivos. La

estandarización de la prueba y los datos normativos se encuentran en Postma, Kappelle, y de Haan (2000).

Para evaluar las HMB se utiliza el Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas (TEDI-MATH) (Grégoire, Noël, y van Nieuwenhoven, 2001). TEDI-MATH permite evaluar las estrategias que utilizan los niños durante Educación Infantil y en los primeros cursos de Educación Primaria (entre los 4 y los 8 años) en cinco ámbitos que componen las competencias básicas en matemáticas: *operaciones lógicas con números, cadena numérica verbal, procesos de cuantificación numérica, sistemas numéricos y aritmética*. Proporciona baremos con porcentajes acumulados para cada grupo escolar en períodos de 6 meses.

TEDI-MATH es un test de aplicación individual, con una duración de aproximadamente 30 minutos. La fiabilidad de todos sus índices (α de Cronbach) supera el .90 en la mayoría de casos. En este estudio y con la muestra utilizada, el valor α de Cronbach es de .86 para las puntuaciones del pretest y de .90 para el postest, con un ω de McDonald de .94, tanto en el pretest como en el postest. El valor de la varianza media extraída es de .52 y .54, respectivamente.

En la fase de intervención se utiliza el «Programa de intervención virtual para mejorar la memoria de trabajo y las Habilidades Matemáticas Básicas en Educación Infantil» (Alzubi, Fernández, Flores, Durán, y Cotos, 2018; Durán, Álvarez, Fernández, y Acuña, 2015) en formato tecnológico y en formato papel y lápiz. El programa está compuesto por dos bloques: (1) se emplea en la sesión inicial para presentar la tecnología y la metodología de trabajo, así como para realizar una prueba de ejemplo, y (2) contiene las nueve tareas del programa de intervención (Tabla 3). Estas tareas se emplean también en el grupo papel y lápiz.

Por otro lado, para la fase de intervención con el grupo tecnológico se utiliza un ordenador de sobremesa, un dispositivo de captación de movimientos del cuerpo y de las extremidades (Kinect VI) y una pantalla de proyección.

Procedimiento

Una vez obtenido el permiso de la dirección del centro educativo y recibidos los consentimientos firmados de los tutores legales, se mantiene una reunión informativa con las tutoras para seleccionar a los niños aplicando los criterios de inclusión y de exclusión.

Los participantes son asignados al azar a tres grupos de 30: un grupo recibe una intervención basada en el uso de la tecnología, otro la misma intervención empleando papel y lápiz, y un tercero es el grupo control. Se comprueba que los grupos son homogéneos aplicando la Prueba de Levene. A continuación se realiza la evaluación previa a la intervención, aplicando el Test de Corsi y el TEDI-MATH, con una duración de entre 40 y 45 minutos por participante.

Tabla 3
Descripción de las tareas del programa de intervención educativa virtual

Tareas	Descripción
Coge el pez	Hay que coger con la mano tantos peces como señala el número que permanece en pantalla unos segundos
Ábaco	Se muestran tres números durante unos segundos en un marcador, tres pivotes y una pelota. Hay que encajar en cada pivote el número de pelotas del marcador
La silla	Aparecen varios compañeros sentados simulando el juego de la silla. Desaparecen y, cuando aparecen de nuevo, dos compañeros están cambiados de lugar, teniendo que colocarlos correctamente sin mover al resto
Ordenar números	Durante un minuto se muestra una fila de números. Aparecen de nuevo con un espacio en blanco para completar con un número de los que hay en la parte inferior
La silla avanzada	Similar a la de la tarea de la silla, pero se debe sentar a cada compañero en su lugar
Avatares	Aparecen dos avatares con dos bolas rojas en la parte superior. Hay que reproducir el movimiento de los avatares con dos muñecos virtuales cuando las bolas están verdes, permaneciendo estáticos si las bolas están rojas
La escalera	Se muestran cuatro números y una escalera, debiendo ordenar los números en cada peldaño de menor a mayor o al revés
Buceo	Aparecen peces de diferentes colores y un círculo de color, que varía, indicando el color del pez que debe capturarse
Dentro o fuera	(a) Se muestran diez objetos de dentro y de fuera del aula durante unos segundos (b) Aparece un avatar, teniendo que decidir levantando la mano derecha si el objeto es de dentro del aula y no haciendo nada si el objeto es de fuera del aula (instrucción variable durante la prueba) (c) Indicar el número de objetos de dentro del aula y de fuera del aula sumando o restando en un contador.

Fuente: Alzubi et al., 2018, y Durán et al., 2015.

La intervención se realiza en un aula del colegio en la que se crea un rincón TIC para el grupo tecnológico y un rincón sin TIC para el grupo papel y lápiz. En ambos casos la intervención se lleva a cabo en 20 sesiones de 30 minutos a razón de 3 sesiones por semana, que se realizan en pequeño grupo.

En el rincón TIC el material empleado es un ordenador, una pantalla, un Kinect y el «Programa de intervención virtual para mejorar la memoria de trabajo y las Habilidades Matemáticas Básicas en Educación Infantil». Este programa consta de nueve tareas para estimular la MT empleando elementos de tipo numérico o cuantitativo con los que se realizan operaciones de carácter matemático. El rincón sin TIC se dota con los materiales necesarios para llevar a cabo la intervención educativa sin recursos tecnológicos. El número de sesiones y las tareas empleadas son las mismas que las realizadas con el grupo tecnológico. Finalizada la intervención se evalúa de nuevo aplicando las mismas pruebas que en la evaluación inicial.

Análisis de datos

El análisis de datos se ha realizado utilizando el programa estadístico Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versión 23. Los análisis de datos son, en primer lugar, análisis descriptivos y, en segundo lugar, un análisis de medidas repetidas multivariable en el que se realizan pruebas de igualdad de Levene de varianzas de error para identificar tanto en el pretest como en el postest si los grupos son o no homogéneos, pruebas de análisis multivariante para identificar si hay diferencias en cada grupo entre el pretest y el postest y para saber si hay interacción entre el grupo y el momento de evaluación, pruebas de efectos inter-sujetos para identificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos y, finalmente, pruebas post hoc para identificar si hay diferencias estadísticamente significativas entre los grupos.

Resultados

Para el análisis de los resultados se utiliza el SPSS realizando un ANOVA de medidas repetidas con un factor inter-grupo (control, papel y lápiz y tecnológico) y un factor intra-grupo (pretest-postest) y la Prueba post-hoc de Scheffé. La variable empleada para analizar los cambios en MT es la amplitud de memoria visoespacial medida a través del Test de Corsi. En el caso de las medidas relacionadas con las HMB se utilizan tanto la suma total de aciertos, como los resultados de cada tarea según baremo.

Memoria de trabajo

Tal y como se observa en la Tabla 4, todos los grupos aumentan sus puntuaciones en el postest, si bien el incremento es mayor en

Tabla 4
Análisis descriptivos de la variable amplitud de memoria

Grupos	M (DT) pre	M (DT) post
Grupo control	2.73 (.78)	2.80 (.88)
Grupo papel y lápiz	2.60 (.98)	4.43 (.59)
Grupo tecnológico	2.56 (.89)	4.38(.56)

los grupos tecnológico y papel y lápiz. La prueba de igualdad de varianzas de error de Levene indica que los tres grupos son homogéneos tanto en el pretest, $F(2, 87) = .87, p = .42$ como en el postest, $F(2, 87) = 2.88, p = .06$. El ANOVA muestra diferencias significativas entre el pretest y el postest, $F(1, 87) = 211.87, p = .00, \eta_p^2 = .70, 1-\beta = 1$. En relación con la prueba de efectos inter-sujetos los datos indican que hay diferencias significativas entre los grupos, $F(2, 87) = 11.09, p = .00, \eta_p^2 = .20, 1-\beta = .99$. La prueba de Scheffé indica que no hay diferencias entre los grupos tecnológico y papel y

lápiz, pero sí entre estos y el grupo control ($p = .00$). El análisis revela la existencia de un efecto de interacción grupo*momento de medida, $F(2, 87) = 47.38, p = .00, \eta_p^2 = .52, 1-\beta = 1$. Por lo tanto, lo que hace homogéneos en el postest a los grupos tecnológico y papel y lápiz es el tipo de tarea realizada, no la tecnología con la que se realiza. La interacción revela que se producen cambios en el postest si, y solo sí, se pertenece a uno de los grupos de tratamiento.

Habilidades matemáticas básicas

Los resultados descriptivos pueden verse en la [Tabla 5](#), tanto los referidos a cada subprueba del TEDI-MATH como los totales.

La prueba de igualdad de varianzas de error de Levene solo resulta significativa en el pretest en las variables: *decisión numérica escrita* $F(2, 87) = 3.51, p = .03$; *series numéricas* $F(2, 87) = 11.45, p = .00$; *conservación numérica* $F(2, 87) = 3.55, p = .03$, e *inclusión numérica* $F(2, 87) = 4.70, p = .01$. En el postest resulta significativa

Tabla 5
Análisis descriptivos de las variables del TEDI-MATH

Variables del TEDI-MATH	Grupos	M (DT) pre	M (DT) post
Contar	Grupo control	47.03 (24.56)	63.17 (26.12)
	Grupo papel y lápiz	52.33 (23.73)	90.97 (7.13)
	Grupo tecnológico	58.83 (26.85)	91.10 (8.38)
Numerar	Grupo control	48.77 (26.38)	54.87 (26.80)
	Grupo papel y lápiz	55.97 (23.91)	96.10 (6.12)
	Grupo tecnológico	51.13 (25.19)	93.73 (9.75)
Sistema numérico arábigo	Grupo control	73.07 (36.51)	83.87 (32.98)
	Grupo papel y lápiz	73.33 (36.36)	100 (.00)
	Grupo tecnológico	70.10 (40.66)	100 (.00)
Decisión numérica escrita	Grupo control	79.43 (38.19)	95.07 (18.77)
	Grupo papel y lápiz	90.50 (28.99)	100 (.00)
	Grupo tecnológico	88.30 (30.50)	100 (.00)
Comparación de números arábigos	Grupo control	62.53 (41.27)	74.30 (40.30)
	Grupo papel y lápiz	74.43 (37.06)	100 (.00)
	Grupo tecnológico	69.57 (41.20)	100 (.00)
Sistema numérico oral	Grupo control	43.70 (28.06)	47.97 (27.62)
	Grupo papel y lápiz	41.97 (30.04)	77.50 (22.79)
	Grupo tecnológico	49.60 (33.01)	73.33(29.12)
Decisión numérica oral	Grupo control	42.50 (25.09)	46.10 (25.20)
	Grupo papel y lápiz	41.43 (27.07)	76.93 (23.54)
	Grupo tecnológico	47.40 (30.48)	71.00 (29.23)
Operaciones lógicas	Grupo control	62.27 (33.51)	65.47 (26.87)
	Grupo papel y lápiz	54.47 (30.16)	83.87 (22.27)
	Grupo tecnológico	60.90 (29.87)	86.67 (19.04)
Series numéricas	Grupo control	40.53 (20.64)	44.53 (22.84)
	Grupo papel y lápiz	38.70 (17.36)	91.37 (22.48)
	Grupo tecnológico	55.43 (30.12)	94.07 (18.21)
Clasificación numérica	Grupo control	49.93 (24.25)	64.73 (24.11)
	Grupo papel y lápiz	60.03 (25.46)	80.60 (19.04)
	Grupo tecnológico	51.50 (24.57)	79.03 (21.01)
Conservación numérica	Grupo control	55.37 (2.00)	55.00 (.00)
	Grupo papel y lápiz	56.50 (4.92)	61.87 (10.27)
	Grupo tecnológico	55.73 (2.79)	61.10 (9.87)
Inclusión numérica	Grupo control	59.77 (33.50)	58.60 (34.38)
	Grupo papel y lápiz	48.27 (29.25)	97.70 (12.59)
	Grupo tecnológico	56.77 (33.55)	95.40 (17.50)
Operaciones con apoyo de imágenes	Grupo control	51.93 (35.09)	62.00 (37.48)
	Grupo papel y lápiz	43.80 (35.99)	84.73 (27.04)
	Grupo tecnológico	36.40 (31.75)	89.60 (26.96)
Operaciones con enunciado aritmético	Grupo control	37.20 (24.84)	51.50 (33.58)
	Grupo papel y lápiz	34.87 (26.98)	65.63 (30.59)
	Grupo tecnológico	39.37 (32.39)	77.80 (29.00)
Sumas simples	Grupo control	62.30 (19.90)	67.67 (24.75)
	Grupo papel y lápiz	57.13 (23.36)	84.00 (15.81)
	Grupo tecnológico	60.77 (25.88)	89.33 (14.14)
Operaciones con enunciado verbal	Grupo control	29.87 (25.48)	22.23 (19.33)
	Grupo papel y lápiz	23.00 (23.86)	45.20 (20.92)
	Grupo tecnológico	24.23 (25.43)	41.73 (19.05)
Estimación del tamaño	Grupo control	100.00 (.00)	100.00 (.00)
	Grupo papel y lápiz	100.00 (.00)	100.00 (.00)
	Grupo tecnológico	100.00 (.00)	100.00 (.00)
Total aciertos TEDI-MATH	Grupo control	1046.20 (262.65)	1157.06 (259.46)
	Grupo papel y lápiz	1046.73 (273.90)	1536.46 (131.52)
	Grupo tecnológico	1076.03 (286.05)	1543.90 (160.67)

en las variables: *contar* $F(2, 87)=36.70, p=.00$; *numerar* $F(2, 87)=27.44, p=.00$; *sistema numérico arábigo* $F(2, 87)=50.11, p=.00$; *decisión numérica escrita* $F(2, 87)=9.60, p=.00$; *comparación de números arábigos* $F(2, 87)=135.99, p=.00$; *decisión numérica oral* $F(2, 87)=3.75, p=.02$; *operaciones lógicas* $F(2, 87)=3.65, p=.03$; *clasificación numérica* $F(2, 87)=4.83, p=.01$; *conservación numérica* $F(2, 87)=57.65, p=.00$; *inclusión numérica* $F(2, 87)=52.00, p=.00$; *operaciones con apoyo de imágenes* $F(2, 87)=5.96, p=.00$; *sumas simples* $F(2, 87)=9.12, p=.00$, y *total aciertos del TEDI-MATH* $F(2, 87)=8.96, p=.00$.

El ANOVA de medidas repetidas muestra diferencias significativas entre el pretest y el postest en las variables: *contar* $F(1, 87)=144.07, p=.00, \eta_p^2=.62, 1-\beta=1$; *numerar* $F(1, 87)=132.56, p=.00, \eta_p^2=.60, 1-\beta=1$; *sistema numérico arábigo* $F(1, 87)=34.30, p=.00, \eta_p^2=.28, 1-\beta=1$; *decisión numérica escrita* $F(1, 87)=12.17, p=.00, \eta_p^2=.12, 1-\beta=.93$; *comparación de números arábigos* $F(1, 87)=29.66, p=.00, \eta_p^2=.25, 1-\beta=1$; *sistema numérico oral* $F(1, 87)=35.67, p=.00, \eta_p^2=.29, 1-\beta=1$; *decisión numérica oral* $F(1, 87)=40.70, p=.00, \eta_p^2=.31, 1-\beta=1$; *operaciones lógicas* $F(1, 87)=32.99, p=.00, \eta_p^2=.27, 1-\beta=1$; *series numéricas* $F(1, 87)=104.69, p=.00, \eta_p^2=.54, 1-\beta=1$; *clasificación numérica* $F(1, 87)=53.10, p=.00, \eta_p^2=.37, 1-\beta=1$; *conservación numérica* $F(1, 87)=16.25, p=.00, \eta_p^2=.15, 1-\beta=.97$; *inclusión numérica* $F(1, 87)=49.03, p=.00, \eta_p^2=.36, 1-\beta=1$; *operaciones con apoyo de imágenes* $F(1, 87)=83.11, p=.00, \eta_p^2=.48, 1-\beta=1$; *operaciones con enunciado aritmético* $F(1, 87)=100.53, p=.00, \eta_p^2=.53, 1-\beta=1$; *sumas simples* $F(1, 87)=105.15, p=.00, \eta_p^2=.54, 1-\beta=.1$; *operaciones con enunciado verbal* $F(1, 87)=20.98, p=.00, \eta_p^2=.19, 1-\beta=.99$, y *total aciertos del TEDI-MATH* $F(1, 87)=326.83, p=.00, \eta_p^2=.79, 1-\beta=1$.

En relación con la prueba de efectos inter-sujetos, los datos indican que hay diferencias significativas entre los grupos en las variables: *contar* $F(2, 87)=10.71, p=.00, \eta_p^2=.19, 1-\beta=.98$; *numerar* $F(2, 87)=16.51, p=.00, \eta_p^2=.27, 1-\beta=1$; *comparación de números arábigos* $F(2, 87)=4.61, p=.01, \eta_p^2=.09, 1-\beta=.76$; *sistema numérico oral* $F(2, 87)=4.11, p=.02, \eta_p^2=.08, 1-\beta=.71$; *decisión numérica oral* $F(2, 87)=4.60, p=.01, \eta_p^2=.09, 1-\beta=.76$; *series numéricas* $F(2, 87)=29.02, p=.00, \eta_p^2=.40, 1-\beta=1$; *clasificación numérica* $F(2, 87)=3.65, p=.03, \eta_p^2=.07, 1-\beta=.66$; *conservación numérica* $F(2, 87)=5.79, p=.00, \eta_p^2=.11, 1-\beta=.85$; *inclusión numérica* $F(2, 87)=5.96, p=.00, \eta_p^2=.12, 1-\beta=.87$, y *total aciertos del TEDI-MATH* $F(2, 87)=8.59, p=.00, \eta_p^2=.16, 1-\beta=.96$.

La prueba de Scheffé indica que no hay diferencias entre los grupos tecnológico y papel y lápiz, pero sí entre estos y el grupo control en todas las variables excepto en *sistema numérico oral* (en control vs tecnológico) y en *clasificación numérica* (en control vs papel y lápiz).

En cuanto a la interacción grupo*momento de medida, los resultados indican que hay interacción significativa en las variables: *contar* $F(2, 87)=7.67, p=.00, \eta_p^2=.15, 1-\beta=.94$; *numerar* $F(2, 87)=20.96, p=.00, \eta_p^2=.32, 1-\beta=1$; *sistema numérico oral* $F(2, 87)=6.60, p=.00, \eta_p^2=.13, 1-\beta=.90$; *operaciones lógicas* $F(2, 87)=5.85, p=.00, \eta_p^2=.11, 1-\beta=.86$; *operaciones con apoyo de imágenes* $F(2, 87)=11.34, p=.00, \eta_p^2=.20, 1-\beta=.99$; *operaciones con enunciado aritmético* $F(2, 87)=6.57, p=.00, \eta_p^2=.13, 1-\beta=.90$; *operaciones con enunciado verbal* $F(2, 87)=15.75, p=.00, \eta_p^2=.26, 1-\beta=.99$; *decisión numérica oral* $F(2, 87)=8.07, p=.00, \eta_p^2=.15, 1-\beta=.95$; *series numéricas* $F(2, 87)=21.69, p=.00, \eta_p^2=.33, 1-\beta=1$; *conservación numérica* $F(2, 87)=4.97, p=.00, \eta_p^2=.10, 1-\beta=.79$; *inclusión numérica* $F(2, 87)=13.83, p=.00, \eta_p^2=.24, 1-\beta=.99$; *sumas simples* $F(2, 87)=14.27, p=.00, \eta_p^2=.24, 1-\beta=.99$, y *total aciertos del TEDI-MATH* $F(2, 87)=38.85, p=.00, \eta_p^2=.47, 1-\beta=1$.

Discusión

En la presente investigación se evalúan los resultados de la implantación del «Programa de intervención virtual para mejorar la

memoria de trabajo y las Habilidades Matemáticas Básicas en Educación Infantil» (Alzubi et al., 2018; Durán et al., 2015). Al tiempo, se ha valorado lo que añade la virtualización al trabajo más tradicional basado en recursos impresos, comprobando los cambios debidos a la intervención frente a los derivados del aprendizaje que se produce en la escuela a lo largo del tiempo. La intervención a través de recursos virtuales añade a la tradicional algunos elementos innovadores. La multisensorialidad que incorpora y las ventajas de la convergencia digital resultan, a priori, beneficiosas desde el punto de vista motivacional. No obstante, sus efectos directos sobre las variables analizadas no parecen ser especialmente relevantes cuando se comparan con la intervención basada en recursos impresos. Hay, sin embargo, otras ventajas del uso de la tecnología que, aunque no se valoran, no pueden ser desconsideradas. Esto es, permite al profesorado trabajar con agrupaciones de diferente tamaño y con materiales siempre disponibles y más económicos, de un curso a otro.

En relación con la MT, los datos indican que son las tareas, más que el formato en que se presentan, las que producen efectos estadísticamente significativos y favorables en los grupos intervenidos. La mejora de la MT en el grupo papel y lápiz y en el grupo tecnológico está en la línea de investigaciones como la de Toll et al. (2011), Thorell et al. (2013), Peng y Fuchs (2014), Mammarella et al. (2015), Wiklund-Hörnqvist et al. (2016) o la de Rosas et al. (2017). La obtención de mejoras en MT mediante programas de intervención educativa aplicados tempranamente es importante por su implicación en el rendimiento académico en matemáticas en años posteriores (Alloway et al., 2014). La implementación de este tipo de programas de intervención educativa, con o sin nuevas tecnologías (Romero et al., 2017), puede favorecer un mejor acceso del alumnado de Educación Infantil a Educación Primaria en relación con las matemáticas. El grupo control, que no recibe intervención educativa, también mejora ligeramente con respecto a la evaluación pretest. Esta pequeña mejora se puede atribuir al propio proceso de desarrollo de las FE, ya que los participantes se encuentran en pleno proceso de desarrollo de la MT, y también al propio proceso de instrucción que los infantes reciben en Educación Infantil, en la que se realizan diversas actividades que pueden trabajar de forma indirecta, aunque no explícita, la MT.

En relación con las HMB, se observan cambios en los tres grupos, aunque los dos intervenidos muestran cambios estadísticamente significativos respecto del grupo control. La mejora de las HMB puede deberse bien a que están relacionadas con la MT, por lo que al mejorar esta indirectamente se produce una mejora de las HMB, en consonancia con los trabajos de Toll et al. (2011), Thorell et al. (2013) y Wiklund-Hörnqvist et al. (2016); o bien el propio efecto de la realización de actividades con números y con operaciones matemáticas refuerza el trabajo escolar ordinario. Esto se evidencia en los progresos observados en el postest en las habilidades medidas por el TEDI-MATH: *contar*, *sistema numérico arábigo*, *sistema numérico oral*, *operaciones lógicas*, *operaciones con apoyo de imágenes*, *operaciones con enunciado aritmético* y *operaciones con enunciado verbal*.

Con frecuencia se atribuye a la tecnología empleada la responsabilidad de las mejoras obtenidas en diversos procesos de aprendizaje (Holmes y Gathercole, 2014; Thorell et al., 2009). El hecho de que con frecuencia no se controle el efecto del tipo de tecnología puede llevar a pensar que es esta, y no tanto el contenido y la estructura de los programas, lo que explica los cambios observados. Esa hubiera sido la conclusión de este trabajo de no incluir el grupo papel y lápiz, y en ese sentido se expresan Romero et al. (2017).

La principal limitación de este trabajo tiene que ver con el tamaño de la muestra que puede dificultar la generalización de los resultados. No obstante, los hallazgos son prometedores porque la MT es una variable predictora del rendimiento académico en

matemáticas y los beneficios de los programas de intervención con recursos tecnológicos, como el presente, permiten que su implementación en los centros educativos y en las aulas de Educación Infantil sea más factible al abaratar los costes en recursos humanos y materiales. Futuras investigaciones deben aclarar el efecto del programa de intervención sobre otras FE, como la flexibilidad cognitiva o el control inhibitorio.

Agradecimientos

Queremos agradecer al grupo de investigación COGRADE (Gráficos por Computador e Ingeniería de Datos de la Universidad de Santiago) y al C.E.I.P. Ponte dos Brozos su participación en la presente investigación.

Referencias

- Alloway, T., y Alloway, R. (2010). Investigating the predictive roles of working memory and IQ in academic attainment. *Journal of Experimental Child Psychology*, 106(1), 20–29. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2009.11.003>
- Alloway, T., Alloway, R., y Wootan, S. (2014). Home sweet home: Does where you live matter to working memory and other cognitive skills? *Journal of Experimental Child Psychology*, 124, 124–131. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2013.11.012>
- Alzubi, T., Fernández, R., Flores, J., Durán, M., y Cotos, M. (en prensa, septiembre 2018). Incremento de las capacidades ejecutivas mediante el uso de herramientas interactivas basadas en gestos: caso de estudio la memoria de trabajo. *Proceedings of XIX International Conference on Human-Computer Interaction (AIPO)*. Palma, Spain.
- Aragón, E., Navarro, J., Aguilar, M., y Cerda, G. (2015). Predictores cognitivos del conocimiento numérico temprano en alumnado de 5 años. *Revista de Psicodidáctica*, 20(1), 83–97. <http://www.ehu.es/ojs/index.php/psicodidactica/article/view/11088>
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417–423. [http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](http://dx.doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baggetta, P., y Alexander, P. (2016). Conceptualization and operationalization of executive function. *Mind, Brain, and Education*, 10(1), 10–33. <http://dx.doi.org/10.1111/mb.12100>
- Brock, L., Rimm-Kaufman, S., Nathanson, L., y Grimm, K. (2009). The contributions of 'hot' and 'cool' executive function to children's academic achievement, learning-related behaviors, and engagement in kindergarten. *Early Childhood Research Quarterly*, 24(3), 337–349. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecresq.2009.06.001>
- Brown, C. y Borko, H. (1992). *Becoming a Mathematics Teacher*. En D. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 209–239). New York: McMillan Publishing Co.
- Bull, R., Espy, K., y Wiebe, S. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functioning in preschoolers: Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 205–228. <http://dx.doi.org/10.1080/87565640801982312>
- Bull, R., y Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36–41. <http://dx.doi.org/10.1111/cdep.12059>
- Bull, R., y Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental Neuropsychology*, 19(3), 273–293. http://dx.doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3
- Carlson, S. M. (2005). Developmentally sensitive measures of executive function in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 28, 595–616. http://dx.doi.org/10.1207/s15326942dn2802_3
- Clark, C., Sheffield, T., Wiebe, S., y Espy, K. (2013). Longitudinal associations between executive control and developing mathematical competence in preschool boys and girls. *Child Development*, 84(2), 662–677. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2012.01854.x>
- Clements, D., Sarama, J., y Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 79–90. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.009>
- Connolly, T. M., Stansfield, M., y Hainey, T. (2007). An application of games-based learning within software engineering. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 416–428. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2007.00706.x>
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135–168. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-psy-113011-143750>
- Durán, M., Álvarez, T., Fernández, R., y Acuña, A. (2015). Eficacia de un entrenamiento en funciones ejecutivas sobre las habilidades matemáticas básicas y la conciencia fonológica en niños de educación infantil. *Revista de Estudios e Investigación en Psicología y Educación*, Extra(9), 104–108. <http://dx.doi.org/10.17979/riepe.2015.09.1158>
- Espy, K., McDiarmid, M., Cwik, M., Stalets, M., Hamby, A., y Senn, T. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematical skills in preschool children. *Developmental Neuropsychology*, 26(1), 465–486. http://dx.doi.org/10.1207/s15326942dn2601_6
- Friso, I., van der Ven, S., Kroesbergen, E., y van Luit, J. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 10, 29–44. <http://dx.doi.org/10.1016/j.edurev.2013.05.003>
- Geary, D., Hoard, M., Byrd-Craven, J., Nugent, L., y Numtee, C. (2007). Cognitive mechanisms underlying achievement deficits in children with mathematical learning disability. *Child Development*, 78(4), 1343–1359. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.01069.x>
- Grégoire, J., Noël, M.P., y van Nieuwenhoven, C. (2001). *TEDI-MATH, Test Diagnostique des Compétences de Base en Mathématiques*. Bruselas: Tema Editions. Adaptación española de Sueiro, M. J., y Pereña, J. (2005). *TEDI-MATH, Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas*. Madrid: TEA S.A.
- Han, F., Reily, B., Hoff, W., y Zhang, H. (2017). Space-time representation of people based on 3D skeletal data: A review. *Computer Vision and Image Understanding*, 158, 85–105. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cviu.2017.01.011>
- Hao, Y., Hong, J. C., Jong, J. T., Hwang, M. Y., Su, C. Y., y Yang, J. S. (2010). Non-native Chinese language learners' attitudes towards online vision-based motion games. *British Journal of Educational Technology*, 41(6), 1043–1053. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01050.x>
- Holmes, J., y Gathercole, S. E. (2014). Taking working memory training from the laboratory into schools. *Educational Psychology*, 34(4), 440–450. <http://dx.doi.org/10.1080/01443410.2013.797338>
- Klein, J., y Bisanz, J. (2000). Preschoolers doing arithmetic: The concepts are willing but the working memory is weak. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 54(2), 105–116.
- Lan, X., Legare, C., Ponzit, C., Li, S., y Morrison, F. (2011). Investigating the links between the subcomponents of executive function and academic achievement: A cross-cultural analysis of Chinese and American preschoolers. *Journal of Experimental Child Psychology*, 108(3), 677–692. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2010.11.001>
- Li, Y., y Geary, D. (2013). Developmental gains in visuospatial memory predict gains in mathematics achievement. *PLoS ONE*, 8(7), e70160. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0070160>
- Mammarella, I., Hill, F., Devine, A., Caviola, S., y Szűcs, D. (2015). Math anxiety and developmental dyscalculia: A study on working memory processes. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 37(8), 878–887. <http://dx.doi.org/10.1080/13803395.2015.1066759>
- McKenzie, B., Bull, R., y Gray, C. (2003). The effects of phonological and visual-spatial interference on children's arithmetical performance. *Educational and Child Psychology*, 20(3), 93–108.
- Meyer, M., Salimpoor, V., Wu, S., Geary, D., y Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 101–109. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2009.08.004>
- Mueller, S. (2014). *PEBL (Version 0.14) Computer experiment programming language*. Disponible en: <http://pebl.sourceforge.net>.
- Ng, F., Tamis-LeMonda, C., Yoshikawa, H., y Sze, I. (2015). Inhibitory control in preschool predicts early math skills in first grade evidence from an ethnically diverse sample. *International Journal of Behavioral Development*, 39(2), 139–149. <http://dx.doi.org/10.1177/0165025414538558>
- Peng, P., y Fuchs, D. (2014). A meta-analysis of working memory deficits in children with learning difficulties: Is there a difference between verbal domain and numerical domain? *Journal of Learning Disabilities*, 49(1), 3–20. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219414521667>
- Postma, A., Kappelle, L. J., y de Haan, E. H. F. (2000). The Corsi Block-Tapping Task: Standardization and normative data. *Applied Neuropsychology*, 7(4), 252–258. http://dx.doi.org/10.1207/S15324826AN0704_8
- Presentación, M. J., Siegenthaler, R., Pinto, V., Mercader, J., y Miranda, A. (2015). Competencias matemáticas y funcionamiento ejecutivo en preescolar: evaluación clínica y ecológica. *Revista de Psicodidáctica*, 20, 65–82. <http://dx.doi.org/10.1387/RevPsicodidact.11086>
- Raghubar, K., Barnes, M., y Hecht, S. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 110–122. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2009.10.005>
- Rasmussen, C., y Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal of Experimental Child Psychology*, 91(2), 137–157. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2005.01.004>
- Romero, M., Benavides, A., Fernández, M., y Pichardo, M. C. (2017). Intervención en funciones ejecutivas en educación infantil. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 1(2), 253–262. <http://dx.doi.org/10.17060/jiodaep.2017.n1.v3.994>
- Rosas, R., Espinoza, V., Garolera, M., y 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. <http://dx.doi.org/10.1080/02109395.2017.1311458>
- Thorell, L., Lindqvist, S., Bergman, S., Bohlin, G., y Klingberg, T. (2009). Training and transfer effects of executive functions in preschool children. *Developmental Science*, 12, 106–113. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1467-7687.2008.00745.x>
- Thorell, L., Veleiro, A., Siu, A., y Mohammadi, H. (2013). Examining the relation between ratings of executive functioning and academic achievement: Findings from a cross-cultural study. *Child Neuropsychology*, 19(6), 630–638. <http://dx.doi.org/10.1080/09297049.2012.727792>
- Toll, S., van der Ven, S., Kroesbergen, E., y van Luit, J. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 44(6), 521–532. <http://dx.doi.org/10.1177/0022219410387302>
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y., y Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68–77. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.008>
- Verdejo-García, A., y Bechara, A. (2010). *Neuropsicología de las funciones ejecutivas*. *Psicothema*, 22(2), 227–235.
- Wiklund-Hörnqvist, C., Jonsson, B., Korhonen, J., Eklöf, H., y Nyroos, M. (2016). Untangling the contribution of the subcomponents of working memory to mathematical proficiency as measured by the national tests: A study among Swedish third graders. *Frontiers in Psychology*, 7, 1062. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01062>