



## Eficacia de un entrenamiento en Funciones Ejecutivas sobre las Habilidades Matemáticas Básicas y la Conciencia Fonológica en niños de Educación Infantil

Montserrat Durán Bouza\*, Tamara Álvarez Pedreira\*, Raquel Fernández Abella\*\* y Alejandra González Acuña\*

Universidade da Coruña

\* Departamento de Psicología, \*\* Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación

### Resumen

El objetivo principal del presente estudio fue llevar a cabo un entrenamiento en Funciones Ejecutivas (FE) para comprobar sus efectos sobre las Habilidades Matemáticas Básicas (HMB) y la Conciencia Fonológica (CF) en niños de Educación Infantil (EI). La investigación se realizó a lo largo de tres fases: una de evaluación previa a la intervención, una segunda fase en la que implementó un entrenamiento en FE, y finalmente una fase de evaluación al finalizar el entrenamiento. Este entrenamiento se aplicó por separado a dos grupos de 6 niños de 6º curso de EI (un grupo TIC y un grupo en lápiz y papel) que recibieron igual tratamiento. Los resultados mostraron mejoras tanto en HMB como en CF en ambos grupos.

*Palabras clave:* Funciones Ejecutivas, Habilidades Matemáticas Básicas, Conciencia Fonológica, Educación Infantil, TICS.

### Introducción

En la actualidad no hay un acuerdo sobre cómo definir las FE pero la mayoría de los autores coinciden en que se refieren a procesos de control de arriba-abajo que están implicados en la regulación de la acción, y por ello estos procesos son clave en EI. Tampoco hay acuerdo en la tipificación de las FE. Actualmente, el modelo de mayor acuerdo quizá sea el de Miyake, Friedman, Emerson, Witki, y Howerter (2000). Para ellos existen tres tipos de FE: memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio. Será precisamente en el marco establecido por estos autores dónde situaremos esta investigación.

Para trabajar las FE se ha desarrollado un programa de intervención de las mismas en contexto matemático. Dicho programa se desarrolló de diferente modo con dos grupos; así un grupo trabajó con recursos tecnológicos y el otro grupo realizó exactamente las mismas tareas pero en lápiz y en papel.

Esta doble perspectiva de trabajo permitió indagar en los beneficios de trabajar con recursos tecnológicos en el aula, pues a pesar del incipiente uso de estos en los centros, la generalización de sus ganancias aún no ha sido bien confirmada; como tampoco lo ha sido el modo en que otras variables, no relacionadas con los programas, pero sí con los agentes sociales que intervienen en ellos, contribuyen a los buenos resultados obtenidos. Así, en esta investigación, partiendo de interfaces de interacción hombre-máquina y del mismo programa sin recursos tecnológicos, se trató de potenciar las FE con la finalidad de observar sus efectos sobre las HMB y la CF.

### Funciones Ejecutivas, Habilidades Matemáticas Básicas y Conciencia Fonológica

En relación con las FE y el desarrollo de las HMB, cabe destacar que una competencia matemática se vincula con el ser capaz de hacer, relacionado con cuándo, cómo y por qué utilizar determinado conocimiento como una herramienta (Cardoso y Cerecedo, 2008). Las dimensiones que abarca el ser matemáticamente competente son: comprensión conceptual de las nociones, propiedades y relaciones matemáticas; desarrollo de destrezas procedimentales; pensamiento estratégico (formular, representar y resolver problemas); habilidades de comunicación y argumentación matemática, y, finalmente, actitudes positivas hacia las situaciones matemáticas y hacia sus propias capacidades matemáticas (Chamorro, 2005).

En relación con las FE y el desarrollo de la CF, cabe destacar que la CF se refiere a la capacidad para trabajar con los segmentos fonológicos del lenguaje, es decir, es el conocimiento consciente de que las palabras están constituidas por diferentes unidades de sonido (Gillam y Van Kleeckl, 1996).

Numerosas investigaciones han indagado la relación entre FE y rendimiento en matemáticas y lengua. Entre estas investigaciones destacan la de Bull, Espy, y Wiebe (2008), quienes hallaron que el desempeño en tareas de memoria a corto plazo y FE está asociado a un mejor rendimiento inicial de los niños en matemáticas y lectura. Dicha superioridad en el rendimiento, se sostenía en primaria.

Posteriormente, Clark, Sheffield, Wiebe, y Espy (2013) realizaron una investigación longitudinal con niños de infantil desde su inicio en la etapa hasta finalizar la misma. Sus resultados indicaban el papel de las FE para predecir qué niños pueden tener dificultades para la transición a la enseñanza de las matemáticas en primaria. En esta misma línea Fuhs, Nesbitt, Farran, y Dong (2014) encontraron fuertes asociaciones bidireccionales sobre las FE y las matemáticas. Ambos resultados sugieren que las actividades de matemáticas pueden ser una posible vía para mejorar las FE en los niños de infantil.

Por tanto, se trata de considerar como lo más importante, que el alumnado realice una manipulación de los objetos matemáticos, desarrolle su creatividad, reflexione sobre su pensamiento, adquiera confianza en sí mismo, se divierta pensando, haga transferencias a otros problemas y por último, prepararlo para los nuevos retos de la tecnología (Guzmán, 2007).

## Método

### Participantes

Los participantes fueron 12 niños (6 niñas y 6 niños) de un C.E.I.P. de A Coruña que fueron distribuidos en dos grupos (un grupo recibió un entrenamiento en FE mediante TICS, y el otro grupo el mismo entrenamiento pero mediante tareas en lápiz y en papel). Los alumnos cursaban sexto de EI con una media de edad de 5 años y 8 meses (rango 5-4 y 6-1).

### Instrumentos

Para la medida de los efectos del programa se utilizaron antes y después de la implementación del mismo los siguientes instrumentos:

Para evaluar las FE se usaron tres tareas:

Tarea Corsi (Mueller, 2014) es una tarea que permite la evaluación de la memoria de trabajo visoespacial.

Tarea Flanker (Mueller, 2014) es una tarea que permite la evaluación de la flexibilidad cognitiva.

Tarea Go/No Go (Mueller, 2014) es una tarea que permite la evaluación del control inhibitorio.

Además, se ha desarrollado para la investigación un cuestionario de autoeficacia percibida para el uso de instrumentos tecnológicos. Dicho instrumento consta de siete ítems sobre la capacidad que los alumnos creen que tienen en relación con el uso de diversas tecnologías. El cuestionario presenta una estructura de respuesta dicotómica de sí o no seguido de una segunda parte en la que se les presenta a los alumnos una escala tipo Likert graduada de 0 a 10 en la que tienen que indicar su grado de competencia en relación al dominio de las tecnologías.

Para evaluar la motricidad manual se utilizó la subprueba 1 del LURIA-INICIAL. Evaluación Neuropsicológica en la Edad Preescolar (Manga y Ramos, 2006).

Las HMB fueron medidas con el Test para el Diagnóstico de las Competencias Básicas en Matemáticas, TEDI MATH, (Van Nieuwenhoven, Noël, y Grégoire, 2005). Es una batería que consta de 25 pruebas agrupadas en seis ámbitos de conocimiento numérico (contar, numerar, comprensión del sistema numérico, operaciones lógicas, operaciones y estimación del tamaño).

Para evaluar la CF se empleó LOLEVA (Fernández, Mayor, Zubiauz, Tuñas, y Peralbo, 2006). LOLEVA es una prueba que permite evaluar el nivel de CF y de competencia lectora inicial en niños de 4 a 6 años.

Por otro lado, en la fase de intervención con el grupo TIC se emplearon dos instrumentos: un ordenador de sobremesa y un dispositivo de captación de movimientos del cuerpo y de las extremidades (Kinect).

### Procedimiento

Inicialmente se contactó con el C.E.I.P. para solicitar su participación en la investigación. Una vez que el centro aceptó colaborar, se efectuó una reunión con el equipo directivo del centro y con las tutoras de las aulas con las que se trabajó. En la reunión se les informó del objetivo de la investigación y de las tareas a realizar con el alumnado.

Posteriormente, a través del centro, se les pidió a los tutores legales el consentimiento para la participación de sus hijas e hijos en la investigación.

Seguidamente, las tutoras de cada aula seleccionaron a 6 alumnos para participar en el estudio.

En función de esta selección se organizaron los dos grupos. Un grupo recibió entrenamiento en FE con el apoyo de recursos tecnológicos; y el otro grupo recibió el mismo entrenamiento mediante tareas con lápiz y papel.

A continuación se llevó a cabo la evaluación previa a la intervención. Una vez finalizada se aplicó el entrenamiento en FE en ambos grupos a lo largo de 10 sesiones con una duración de 50 minutos cada una. Finalmente, para comprobar los efectos del entrenamiento, al finalizar el mismo, se realizó la evaluación final. Ambas fases de evaluación se realizaron a lo largo de 4 jornadas lectivas cada una de ellas.

Para realizar el estudio se habilitaron en el centro dos rincones de trabajo: uno para el grupo con el que se emplearon recursos tecnológicos; y otro para el grupo con el que se emplearon tareas en lápiz y en papel.

## Resultados

El análisis de los datos se llevó a cabo empleando el paquete estadístico SPSS y se aplicó una prueba no paramétrica, en concreto, la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon.

En consonancia con los objetivos planteados en el presente estudio se describen los resultados en dos partes. Inicialmente se presentan los resultados del grupo que trabajó con recursos tecnológicos y a continuación los resultados del grupo que trabajó con lápiz y papel.

En primer lugar, en cuanto al grupo TIC, los análisis de los datos mediante la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon, muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las fases de evaluación inicial y final en las FE (memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio); pero sí en el resto de variables estudiadas (autoeficacia percibida para el manejo de recursos tecnológicos, motricidad manual, HMB y CF) (ver tabla 1).

En concreto, en la variable de autoeficacia percibida para el manejo de recursos tecnológicos, los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en la pregunta relacionada con el manejo de dispositivos móviles ( $Z = -2,032, p < .05$ ).

Así mismo, se encontraron cambios estadísticamente significativos en la motricidad manual ( $Z = -2,032, p < .05$ ).

También se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la variable HMB, en concreto en la prueba de contar ( $Z = -2,014, p < .05$ ), y en la de operaciones con apoyo de imágenes ( $Z = -2,121, p < .05$ ).

Y por último, en CF los resultados mostraron cambios estadísticamente significativos en las subpruebas de adicción de sílaba inicial (ASI) ( $Z = -2,232, p < .05$ ), en adicción de fonema final (AFF) ( $Z = -2,264, p < .05$ ), en omisión de fonema final (OFF) ( $Z = -2,121, p < .05$ ) y, finalmente, en la puntuación directa (PD) ( $Z = -2,201, p < .05$ ).

Tabla 1.

*Cambios estadísticamente significativos en las variables objeto de estudio en el grupo TIC*

Variables	Z
Autoeficacia percibida	-2,032*
Motricidad manual	-2,032*
HMB (contar)	-2,014*
HMB (operaciones con apoyo de imágenes)	-2,121*
CF (ASI)	-2,232*
CF (AFF)	-2,264*
CF (OFF)	-2,121*
CF (PD)	-2,201*

\* $p < .05$

En segundo lugar, en cuanto al grupo de lápiz y papel, los análisis de los datos mediante la Prueba de Rangos con Signo de Wilcoxon, muestran que no hay diferencias estadísticamente significativas entre las fases de evaluación inicial y final en flexibilidad cognitiva, en control inhibitorio, en autoeficacia percibida en el uso de recursos tecnológicos, ni en motricidad manual; pero sí en el resto de las variables estudiadas (memoria de trabajo, HMB y CF) (ver tabla 2).

En la variable de memoria de trabajo los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas en la amplitud de bloque ( $Z = -2,060$ ,  $p < .05$ ), en la puntuación total ( $Z = -2,023$ ,  $p < .05$ ), en el total de correctas ( $Z = -2,041$ ,  $p < .05$ ), y en la amplitud de memoria ( $Z = -2,041$ ,  $p < .05$ ).

En HMB se encontraron cambios estadísticamente significativos en la prueba de contar ( $Z = -1,992$ ,  $p < .05$ ), y en la subprueba de operaciones lógicas ( $Z = -1,997$ ,  $p < .05$ ).

Y por último, en CF se encontraron diferencias estadísticamente significativas en identificación de fonema final (IFF) ( $Z = -2,041$ ,  $p < .05$ ), en adicción de sílaba inicial (ASI) ( $Z = -2,070$ ,  $p < .05$ ); en OFF ( $Z = -2,041$ ,  $p < .05$ ) y, finalmente, en la PD ( $Z = -2,023$ ,  $p < .05$ ).

Tabla 2.

*Cambios estadísticamente significativos en las variables objeto de estudio en el grupo de lápiz y papel*

Variables analizadas	Z
Memoria de trabajo (amplitud de bloque)	-2,060*
Memoria de trabajo (puntuación total)	-2,023*
Memoria de trabajo (total correctas)	-2,041*
Memoria de trabajo (amplitud de memoria)	-2,041*
HMB (contar)	-1,992*
HMB (operaciones lógicas)	-1,997*
CF (IFF)	-2,041*
CF (ASI)	-2,070*
CF (OFF)	-2,041*
CF (PD)	-2,023*

\* $p < .05$

## Discusión

El objetivo principal del estudio era llevar a cabo un entrenamiento en FE para comprobar sus efectos sobre las HMB y la CF en niños de EI.

Al analizar los datos relativos al grupo TIC, se detectó que los niños participantes en el estudio habían obtenido progresos en la autoeficacia percibida en el uso de recursos tecnológicos, en la motricidad manual, en las HMB y en la CF.

No obstante, en relación a las FE no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos fases de evaluación, ni en memoria de trabajo, ni en flexibilidad cognitiva, ni en control inhibitorio. Esto se pudo deber a varios motivos. El primero de ellos, el corto período de tiempo dedicado a la intervención con los niños y a la breve duración de cada una de las sesiones (50 minutos). Debido a este factor, la participación en las sesiones de intervención, en relación al número de ensayos realizados por cada uno de los alumnos, fue más limitada. Además la distancia entre el centro de desarrollo de la actividad y la disposición alejada del resto de los niños, con el objetivo de que el dispositivo Kinect operara con normalidad, pudo influir en el proceso de retroalimentación del entrenamiento de las FE.

En cuanto a la autoeficacia percibida en el uso de las TIC, se pudieron observar cambios estadísticamente significativos entre las dos fases de evaluación en lo que respecta al grado de dominio de dispositivos móviles. Esto se pudo deber a que quizás sea el móvil el dispositivo tecnológico al que tienen mayor acceso y por lo tanto el que usan con más frecuencia. Además, el manejo del dispositivo Kinect requería de cierta precisión manual, lo cual se ha traducido en un incremento de la motricidad a este nivel y que se relaciona, a su vez, con el mayor grado de dominio en el uso de dispositivos móviles.

Por otro lado, en relación a los avances en HMB sólo se han encontrado diferencias estadísticamente significativas en las subpruebas de contar y de operaciones con apoyo de imágenes. Estas diferencias pueden atribuirse a que las actividades que se desarrollaron en las sesiones de intervención se diseñaron dentro de un contexto matemático. Tanto es así que una de las tareas consistía en atrapar una serie de peces en la pantalla del ordenador, lo cual requería que los niños contabilizaran los peces que ya habían capturado y los que quedaban por atrapar. Concretamente, en relación a la mejora producida en operaciones con apoyo de imágenes, se puede deducir que el tipo de diseño de la aplicación pudo ser motivo de influencia, puesto que este tipo de actividades resultaron ser más atractivas para los niños a nivel visual. Sin embargo, aunque no se hallaron cambios estadísticamente significativos en el resto de subpruebas, entre las dos fases de evaluación, sí que se observaron mejoras en prácticamente todas ellas y en la mayoría de los alumnos, aunque en algunos casos, en vez de mejorar, los niños se mantenían estables entre una fase de evaluación y la otra.

Por último, en relación con la CF se encontraron resultados estadísticamente significativos en las subpruebas de ASI, AFF, OFF y, finalmente, en la PD. Cabe señalar que ante estos resultados se puede apuntar que los niños mostraron mejoría en la conciencia fonémica (AFF y OFF), un dominio que resulta ser el más complejo y que se adquiere más tardíamente a estas edades. Sin embargo no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el resto de las subpruebas (rima, identificación silaba inicio, identificación silaba final, adición silaba final, omisión silaba inicio, omisión silaba final, identificación fonema de inicio, identificación fonema final, adición fonema de inicio y omisión fonema de inicio), aunque entre la evaluación inicial y final sí que se percibieron mejoras.

Esta falta de significatividad en los resultados de FE (memoria de trabajo, flexibilidad cognitiva y control inhibitorio), HMB y CF puede ser debida al poco tiempo que duró la intervención.

Por otro lado, al analizar los datos relativos al grupo de lápiz y papel, se detectó que los niños habían obtenido progresos en la FE de memoria de trabajo, así como en algunas de las pruebas de HMB y CF.

En relación con las FE los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas en la memoria de trabajo, pero no en la flexibilidad cognitiva ni en el control inhibitorio. Este aspecto puede responder a que generalmente las actividades planteadas en la intervención demandaban mayor esfuerzo memorístico que de control inhibitorio o de flexibilidad cognitiva.

En las HMB se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la subprueba de contar, y en la subprueba de operaciones lógicas. Al igual que en el grupo de tecnología, las actividades presentadas en este grupo se centraban dentro de un contexto matemático, lo cual favorece al desarrollo de las habilidades de esta área. A pesar de que no se encontraron diferencias significativas en el resto de las subpruebas (numerar, sistema numérico arábigo, sistema numérico oral, operaciones con apoyo de imágenes, operaciones con enunciado aritmético, operaciones con enunciado verbal y estimación del tamaño) se detectó que entre la evaluación inicial y final la mayoría de los niños se mantuvieron estables entre las dos fases.

Estos datos van en la línea de investigaciones como las de Bull et al. (2008); Clark et al. (2013), Fuhs et al. (2014) y Li y Geary (2013), en las que los resultados indicaban que los niños de EI que obtenían buenos resultados en las tareas de FE, obtenían mejores resultados en tareas matemáticas; y viceversa, que los niños con peor rendimiento en tareas de FE, no obtenían buenos resultados en tareas matemáticas.

En CF se encontraron resultados estadísticamente significativos en IFF, ASI, OFF y, finalmente, en la PD.

En este caso, al igual que en el grupo de tecnología, se percibe una mejora en la conciencia fonémica, puesto que hay dos subpruebas que muestran mejoras a este nivel (IFF y OFF). A pesar de que es un aspecto que conlleva más esfuerzo en su adquisición, tras la intervención se vio reforzado.

Por otro lado no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el resto de las subpruebas (rima, identificación silaba inicio, identificación silaba final, adición silaba final, omisión silaba inicio, omisión silaba final, identificación fonema de inicio, adición fonema de inicio, adición fonema final y omisión fonema de inicio) aunque entre la evaluación inicial y la evaluación final la mayoría de los niños se mantienen en el nivel previo a la intervención.

Estos resultados van en la línea de investigaciones como la de Bull et al. (2008) y la de Martínez (2014) en las que los resultados indicaban que las FE era un buen predictor del nivel de CF.

Así pues se concluye que se produjeron mejoras en las HBM y en la CF, dos aspectos directamente relacionados puesto que los procesos fonológicos pueden influenciar en el crecimiento en habilidades aritméticas debido a que para resolver combinaciones numéricas básicas se deben procesar los sonidos del habla, es decir, convertir los términos del problema en un código hablado (Hecht, Torgesen, Wagner y Rashotte, citado en Solsona, Navarro y Aguilar 2006)

Finalmente, comentar las limitaciones de la investigación. En primer lugar hay que destacar que a la hora de generalizar los resultados hay que ser prudente, pues la muestra es reducida. En segundo lugar en relación con los instrumentos destacar que el cuestionario de autoeficacia percibida para el uso de recursos tecnológicos no presenta contrastación a nivel empírico. En tercer lugar sería recomendable realizar un entrenamiento con una duración mayor, especialmente en el grupo con recursos tecnológicos, ya que las actividades de cada sesión de 50 minutos se realizaban individualmente, pues se disponía de un único Kinect.

## Referencias

- 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), 205-28.
- Cardoso, E. y Cerecedo, M. (2008). El desarrollo de las competencias matemáticas en la primera infancia. *Revista Iberoamericana de Educación*, 47(5), 1-11. Recuperado de: <http://www.rieoei.org/deloslectores/2652EspinosaV2.p df>
- Chamorro, M. (2005). *Didáctica de las matemáticas para educación infantil*. Madrid: Pearson Educación.
- Clark, C., Sheffield, T., Wiebe, S. y Espy, K. (2013). Longitudinal association between executive control and developing mathematical competence in preschool boys and girls. *Child Development*, 84, 662-677. doi: 10.1111/j.1467-8624.2012.01854.x
- Fernández, M., Mayor, M., Zubiauz, B., Tuñas, A. y Peralbo, M. (2006). Aplicación informática para la evaluación de la conciencia fonológica y competencia lectora. *Comunicación presentada en el III Congreso Internacional de Lectoescritura. AMEI-WAECE Asociación Mundial de Educadores Infantiles*. Morelia - México, 23 - 25 marzo de 2006.

- Fuhs, M., Nesbitt, K., Farran, D. y Dong, N. (2014). Longitudinal associations between executive functioning and academic achievement across content areas. *Developmental Psychology*, 50(6), 1698-1709. doi: <http://dx.doi.org/10.1037/a0036633>
- Gillam, R. y Van Kleeck, A. (1996). Phonological awareness training and short-term working memory: Clinical implications. *Topics in Language Disorders*, 17(1), 72-81.
- Guzmán, M. (2007). Enseñanza de las ciencias y la matemática. *Revista Iberoamericana de Educación*, 43, 19-58, Recuperado de <http://www.rieoei.org/rie43a02.htm>
- Li, Y. y Geary D. (2013). Developmental Gains in Visuospatial Memory Predict Gains in Mathematics Achievement. *PLoS ONE*, 8(7), e70160. doi: 10.1371/journal.pone.0070160
- Manga, D. y Ramos, F. (2006). *Luria Inicial. Evaluación neuropsicológica en la edad preescolar*. Madrid: TEA.
- Martinez Cubelos, J. (2014). Relación entre funciones ejecutivas, conciencia fonológica y lectura inicial en el alumnado del 1º curso de Educación Primaria. *Revista de Educación y Futuro Digital*, 10, 65-80, Recuperado de <http://www.cesdonbosco.com/revista>
- Miyake, A., Friedman, N., Emerson, M., Witzki, A. y Howerter, A. (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.
- Mueller, S. T. (2014). PEBL: The Psychology experiment building language (Version 0.14) [Computer experiment programming language]. Recuperado en mayo de 2014 de: <http://pebl.sourceforge.net>
- Solsona, J., Navarro, J., y Aguilar, M. (2006). Conocimiento lógico-matemático y conciencia fonológica en educación infantil. *Revista de Educación*, 341, 781-802.
- Van Nieuwenhoven, C., Grégoire, C. y Noël, M. (2005). *Test para el diagnóstico de las competencias en Matemáticas. (TEDI-MATH)*. Madrid: TEA.

#### Agradecimientos

Queremos agradecer a Manuel Peralbo Uzquiano (profesor e investigador de la Universidade da Coruña) todo el trabajo que ha depositado en la presente investigación. Sin su trabajo, esfuerzo y comprensión nunca hubiera sido posible.