

INTERVENCIÓN MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL BASADA EN LA EVIDENCIA

Estívaliz Aragón Mendizábal

Universidad de Cádiz

<https://doi.org/10.17060/ijodaep.2014.n1.v7.818>

Fecha de Recepción: 19 Febrero 2014

Fecha de Admisión: 30 Marzo 2014

RESUMEN

Se propone como objetivo validar la eficacia del software educativo “*Jugando con Números 2.0*” (Navarro *et al.*, 2007) cuya finalidad fue enseñar diferentes aspectos del sentido numérico a niños y niñas pequeños. “*Jugando con Números 2.0*” está constituido por una serie de actividades de clasificación, comparación, problemas aritméticos simples, reparto, discriminación del tamaño, seriación y un conjunto de tareas dirigidas al dominio de la línea numérica. Las tareas desarrolladas en estos programas se enmarcan dentro del enfoque denominado “*sentido numérico*”, que recoge los hallazgos de Gelman y Gallistel, Piaget y la adquisición de los principios que dichos autores plantean como prerequisites para el desarrollo matemático. Para el desarrollo de las aplicaciones informáticas de “*Jugando con Números 2.0*” se utilizó el software de autor Flash Professional de Adobe, que emplea archivos SWF (*Shockwave Flash*) que actualmente son estándares para Internet. En las aplicaciones se emplearon gráficos vectoriales, de modo que el tamaño reducido de los archivos permitiese su uso directo en Internet, y la posibilidad de poder reproducir la aplicación a muy diferentes tamaños (incluso sobre PDA, tablets, pizarras digitales...) sin que se deteriorase la calidad gráfica. El software “*Jugando con Números 2.0*” incluye actividades destinadas al desarrollo, aprendizaje, y refuerzo de habilidades de pensamiento matemático. Está dirigido a alumnos del primer ciclo de Primaria, aunque al presentar distintos niveles de dificultad puede aplicarse a edades más tempranas o a niños con necesidades educativas especiales. Su objetivo es contribuir al desarrollo lógico-matemático del estudiante, de forma atractiva y motivadora, mediante el uso de nuevas tecnologías. En la validación, se utilizó un diseño experimental con grupo control y medidas pre- y pos-intervención. Los análisis estadísticos de los resultados confirmaron que los alumnos entrenados con riesgo de tener dificultades de aprendizaje matemático, mejoraron su ejecución en la puntuación total del *Early Numeracy Test-R* (utilizado como variable dependiente). Asimismo, se encontró que la ganancia obtenida por el grupo experimental en el total del test fue mayor que la del grupo control tras el proceso de intervención. Se propone la aplicación de este tipo de entrenamiento de manera complementaria a la metodología de enseñanza de tipo más tradicional, utilizándola como apoyo para superar las diferencias existentes entre los alumnos y lograr equipararlos. De este modo, se pretende favorecer el tránsito de Educación Infantil a Primaria y reducir el riesgo de presentar Dificultades de Aprendizaje en Matemáticas en cursos posteriores.

INTERVENCIÓN MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL BASADA EN LA EVIDENCIA

Palabras clave: Jugando con Números 2.0, dificultades de aprendizaje matemático, matemática temprana, programas de intervención, Early Numeracy Test-R.

Nota: esta comunicación corresponde a las investigaciones financiadas por el proyecto I+D+i del MEC, EDU2011-22747 y por el proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía P09-HUM-4918.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la prevalencia de las dificultades en el aprendizaje de las matemáticas (DAM), se sitúa entre el 5 % y el 9 % en la edad escolar (Geary, 2004, 2011). Estas cifras deben promover y alentar el estudio pormenorizado de estas dificultades, de su evaluación y de su posterior intervención. Con respecto a este último aspecto, existe amplia bibliografía que confirma la importancia de la intervención temprana, es decir, en los primeros cursos escolares (Aunio, Hautamäki, & Van Luit, 2005; Greenes, Ginsburg, & Balfanz, 2004; Starkey, Klein & Wakeley, 2004; Young-Loveridge, 2004).

Es necesario tener en cuenta que las dificultades de aprendizaje guardan relación con los niveles de escolarización de los alumnos, por lo tanto, en Educación Infantil, es fundamental estimular concretamente el desarrollo de las habilidades escolares relacionándolas con las de experiencias a su entorno. Durante la Educación Infantil los alumnos comienzan a desarrollar aquellos pilares básicos que sustentarán los aprendizajes más elaborados y complejos (Friz, Sanhueza, & Sánchez, 2009).

Asimismo, es esencial que en los cursos iniciales previos a la Educación Primaria, se trabajen conceptos numéricos como el orden, la correspondencia, la clasificación, el cálculo, y las relaciones espaciales y temporales. Igualmente, en estos primeros años, es clave detectar las situaciones de riesgo en aquellos alumnos que presenten dificultad en los conceptos numéricos básicos, con el fin de prevenir la aparición de DAM en cursos posteriores.

Una vez iniciada la Educación Primaria, se comienza a trabajar el cálculo escrito, lo que obliga a una mayor formalización en vías de alcanzar la comprensión de diferentes reglas y algoritmos. Del mismo modo, se incorporan actividades de estimación, redondeo, resolución de problemas y representaciones geométricas y se cimientan las habilidades escolares básicas, como son la lectura, escritura y matemática. Es en esta etapa cuando es viable si procede el diagnóstico de DA.

Con respecto a las dificultades existentes para la evaluación y detección de las DAM, Fuchs et al. (2005) apuntaron una serie de limitaciones que dificultan este objetivo. Entre ellas encontramos la focalización de las DAM en los problemas de cálculo simple manteniendo al margen a otras formas de DAM, traduciéndose en la existencia de dificultades manifiestas en la identificación de alumnado con DAM y enmascarando los valores correspondientes a su prevalencia. Por último Fuchs et al. subrayan las dificultades derivadas de la operacionalización de las DAM, haciéndose de manera inconsistente en virtud del trabajo que se trate.

Una de las alternativas propuesta para eliminar estos problemas en la definición de las DA ha sido el enfoque denominado Respuesta a la Intervención, que recoge una definición de las DA de tipo dinámica. Según estos modelos, la identificación del alumnado se produce en dos etapas, en la primera se establece el estatus de alumnos con riesgo de dificultades. En una segunda fase y tras esta identificación, los alumnos se someten a un proceso de intervención. A través de este método se descarta la posibilidad de que las dificultades se deban a la pobre instrucción, y a la vez se previene una incorrecta atención y un retraso de estos alumnos/as en el sistema educativo (Blanco & Bermejo, 2009). Existen estudios que confirman la eficacia de la identificación del alumnado con esta metodología en la lectura (Vaughn, Linan-Thompson & Hickman, 2003; Fuchs, Fuchs, & Compton, 2004). En matemáticas, sin embargo, son muchos menos los trabajos análogos para identificar al alumnado con DAM mediante este procedimiento (Atkins, 2009; Ota, 2009).

Por ende, es de vital importancia proveer apoyos a los alumnos en los primeros años educativos con el fin de prevenir DAM en cursos posteriores. Asimismo, la bibliografía apoya el uso de herramientas atractivas y motivadoras, como es el caso de los programas computerizados, contribuyendo al desarrollo de las habilidades escolares con instrumentos útiles y novedosos. Concretamente, la investigación sugiere que el uso de la Enseñanza Asistida Ordenador (EAO) aumenta el éxito de los estudiantes y el desarrollo de habilidades de pensamiento (Akta - Arnas, 2005; Ayvaci & Devecioglu 2010; Halpern, Millis, Graesser, Butler, Forsyth, & Cai, 2012), ya que este tipo de instrucción estimula los procesos de comprensión en lugar de fomentar las estrategias de memorización (Döst, Saglam, & Altay, 2011). Del mismo modo, contribuye al perfeccionamiento de capacidades de tipo sensorial, emocional y psicomotriz (Ayvaci et al., 2010; Ghani, 2005; Lynch & Warner, 2004; Vernadakis Avgerinos, Tsitskari, & Zachopoulou, 2005). En consecuencia, la investigación arroja resultados positivos a favor de la EAO como herramienta para la mejora de las habilidades académicas (Chen, & Jones, 2007; Ihmedieh, 2010; Judge, 2005; Melton, Graf, & Chopak-Foss, 2009; Riffell & Sibley, 2005), especialmente en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Kaçar & Dogan, 2010; Klinkenberg, Straatemeier, & van der Maas, 2011).

No debemos olvidar que los nuevos hallazgos que la neuropsicología y la educación matemática aportan sobre el conocimiento de los procesos de adquisición del conocimiento matemático y sus dificultades, avalan enfoques innovadores en la investigación sobre las DAM (McCloskey, Caramazza y Basili, 1985; Passolunghi, Vercelloni & Schadee, 2007; Dowker, 2008), sin dejar de lado la tradición teórica. Indudablemente la práctica sobre el desarrollo y enseñanza de los conceptos matemáticos en los estudiantes ha estado fuertemente influida por el modelo de operaciones lógicas de Piaget (Piaget & Szeminska, 1941) que incluye las nociones de clasificación, seriación y conservación. La posición piagetiana apunta una fuerte relación entre las operaciones lógicas, los conceptos numéricos y también con las operaciones aritméticas. Desde este modelo, las aportaciones prácticas han sido numerosas. Pueden verse en los distintos trabajos de Kamii algunas de las mayores contribuciones (Kamii, 1995; Kamii, Miyakawa, & Kato, 2007). Según su modelo, el papel del conteo verbal en el desarrollo de los conceptos numéricos y destrezas matemáticas ha sido considerado como una habilidad de segunda categoría (Payne & Huinker, 1993). Sin embargo, estudios más recientes han cuestionado el papel central de las operaciones lógicas, mostrando al mismo tiempo la importancia del conteo en el desarrollo matemático (Mayer, 2002). Otros trabajos, sin embargo, mantienen la importancia del desarrollo de las operaciones piagetianas para un adecuado conocimiento matemático (Baroody & Dowker, 2003; Siegler y Ramani, 2009).

En el presente trabajo consideramos tanto aspectos piagetianos y numéricos como componentes de igual peso en la competencia matemática temprana, proponiendo como objetivo principal del estudio la eficacia del software educativo "*Jugando con Números 2.0*" (Navarro *et al.*, 2007). Un software cuya finalidad fue enseñar diferentes aspectos del sentido numérico a niños y niñas pequeños mediante tareas desarrolladas dentro del enfoque denominado "*sentido numérico*", que recoge los hallazgos de Gelman y Gallistel, Piaget y la adquisición de los principios que dichos autores plantean como prerrequisitos para el desarrollo matemático.

MÉTODO

Participantes

Se seleccionaron 156 alumnos de último curso de Educación Infantil perteneciente a cuatro colegios de la provincia de Cádiz. Dos de los colegios eran concertados y los dos restantes públicos, asimismo, las familias y los núcleos urbanos donde se hallaban los colegios correspondían a los estándares de la clase media. Las edades de los estudiantes oscilaron entre los 59 y los 72 meses, del total de los estudiantes 75 fueron varones y 81 fueron mujeres.

Instrumentos

Jugando con Números 2.0. Trabajar con “*Jugando con Números 2.0*” implica potenciar las capacidades del alumno y favorecer el proceso de construcción del pensamiento, presentando pequeños conflictos cognitivos que contribuyan a la elaboración y modificación de esquemas, ayudando a la comprensión del mundo que le rodea. Su finalidad es facilitar la adquisición de habilidades que influirán en el desarrollo de distintas capacidades con las que pueda llegar a desenvolverse de forma autónoma en la sociedad.

Atendiendo a estas bases teóricas surge el software “*Jugando con Números 2.0*” con el fin de completar el aprendizaje de conceptos matemáticos presentado en el programa informático “*Jugando con Números 1*” de Navarro, Ruiz, Alcalde, Aguilar y Marchena (2005).

Para el desarrollo de las aplicaciones informáticas de “*Jugando con Números 2.0*” se utilizó el software de autor Flash Professional de Adobe, que emplea archivos SWF (*Shockwave Flash*) que actualmente son estándares para Internet. En las aplicaciones se emplearon gráficos vectoriales, de modo que el tamaño reducido de los archivos permitiese su uso directo en Internet, y la posibilidad de poder reproducir la aplicación a muy diferentes tamaños (incluso sobre PDA, tablets, pizarras digitales...) sin que se deteriorase la calidad gráfica. El software “*Jugando con Números 2.0*” incluye actividades destinadas al desarrollo, aprendizaje, y refuerzo de habilidades de pensamiento matemático. Está dirigido a alumnos del primer ciclo de Primaria, aunque al presentar distintos niveles de dificultad puede aplicarse a edades más tempranas o a niños con necesidades educativas especiales.

El programa está constituido por una serie de actividades de clasificación, comparación, problemas aritméticos simples, reparto, discriminación del tamaño, seriación y un conjunto de tareas dirigidas al dominio de la recta numérica. Las diversas actividades desarrolladas en estos programas se enmarcan dentro del enfoque denominado “sentido numérico o numerización”.

El uso derivado del software permite trabajar el conocimiento de tipo relacional, lo que en la teoría de Resnick (1989, 1993) se denominan esquemas protocuantitativos. El esquema cuantitativo de comparación se trabaja con las actividades de comparación mediante las que presentan la posibilidad de expresar juicios de cantidad sin necesidad de llevar a cabo una precisión numérica. De esta manera, con el empleo de etiquetas verbales o lingüísticas, el usuario es capaz de realizar juicios de cantidad (como mayor o menor) y resolver los problemas que se presentan.

La actividad denominada repartir se encuentra intrínsecamente ligada al esquema protocuantitativo de cantidad mencionado anteriormente, y al esquema incremento-decremento. Este último esquema permite razonar en situaciones de adición y sustracción de elementos, por lo que se hace imprescindible para la resolución satisfactoria de este tipo de tareas. Las actividades presentes en el software y denominadas combinaciones, giran en torno a la necesidad de adquirir el último esquema protocuantitativo parte-todo enunciado por Resnick, para la efectiva resolución de problemas. Este esquema es básico para la adquisición de la propiedad aditiva de las cantidades y para asumir que el todo es mayor que las partes. La presencia de este esquema y el dominio del principio de inclusión, referido al hecho de que los números se comportan como conjuntos que están contenidos los unos en los otros (Piaget & Szeminska, 1941), son el eje central de estas actividades.

Este principio de la inclusión se adquiere cuando se domina las operaciones de clasificación, ya que para ello es esencial realizar clasificaciones jerárquicas y razonar sobre las relaciones que hay entre las partes y el todo. La operación de clasificación es una de las capacidades lógicas piagetianas que se trabajan con las actividades de clasificación propiamente dichas que se presentan en el software. Estos ejercicios están basados en la agrupación de objetos (cubos) en conjuntos prestando atención únicamente a sus características comunes (color).

“*Jugando con Números 2.0*” también hace referencia a la operación lógica de seriación (Piaget

et al., 1941), mediante las actividades de ordenar en las que el usuario debe ordenar los objetos a partir de sus diferencias. En el primer nivel de las tareas de ordenar la diferencia es el tamaño, por lo que es necesario que el alumno establezca una relación asimétrica entre los objetos y haga abstracción de las equivalencias para lograr una respuesta correcta. En los siguientes niveles de complejidad la tarea de seriación se orienta hacia el concepto numérico, siendo la base de la dimensión ordinal del número. Con los niveles 2 y 3 de la actividad ordenar, pretendemos que se adquiera la serie ordenada de números enteros y de sus correspondientes etiquetas verbales y que de esta manera ser capaz no solo de determinar series numéricas ordenadas en sentido directo, sino también en orden inverso. Este principio también se encuentra implicado en las tareas correspondientes a la recta numérica, especialmente cuando afrontamos el último nivel de complejidad. Pero el objetivo principal de estas actividades es desarrollar las habilidades relacionadas con el conteo. Como mencionamos anteriormente es tan necesaria la cuantificación como los aspectos relacionales para poder obtener un aprendizaje numérico y aritmético satisfactorio.

Finalmente, debemos mencionar que el objetivo último de este programa de intervención educativa es contribuir al desarrollo lógico-matemático del estudiante, de forma atractiva y motivadora, contribuyendo a una eficaz intervención mediante el uso de nuevas tecnologías.

Early Numeracy Test-R. En nuestro trabajo empleamos una versión computerizada de Early Numeracy Test Revisado (ENT-R), una herramienta desarrollada por Van Luit y Van de Rijt, (2009), cuyo objetivo es la evaluación del conocimiento numérico temprano, así como la detección de alumnado con DAM. Tiene un ámbito de aplicación de 4 a 7 años y dispone de tres versiones paralelas (A, B y C) de 45 ítems cada una, por lo que presenta una puntuación máxima de 45 puntos (uno por cada ítem correcto). La prueba tiene un tiempo promedio de aplicación de 30 minutos y debe ser administrada individualmente. Permite al profesor llevar el seguimiento del desarrollo de la CMT de sus alumnos, de modo que administrar el ENT-R dentro de los programas de tránsito (por ejemplo de Educación Infantil a Educación Primaria), nos permite averiguar qué alumnos no han alcanzado el nivel de competencia necesario para hacer frente a los nuevos aprendizajes matemáticos, generando la posibilidad de establecer programas de intervención que subsanen esta situación. El Early-Numeracy-Test-R evalúa 9 componentes de la CMT: conceptos de comparación, clasificación, correspondencia uno a uno, seriación, conteo verbal, conteo estructurado, conteo (sin señalar), conocimiento general de los números y estimación. El alfa de Cronbach se sitúa en .92.

Procedimiento

Para la validación del software se utilizó un diseño experimental con grupo control y medidas pre- y pos-intervención. En primer lugar se llevó a cabo una evaluación pretest de la CMT mediante la administración de la prueba ENT-R. En base a los resultados obtenidos, se seleccionaron los 6 alumnos de cada aula que tuvieron una peor ejecución en la prueba que evaluaba la CMT. Se llevaron a cabo 30 sesiones 4 veces por semana de aproximadamente 30 minutos contando con la presencia de al menos dos investigadores supervisores por sesión. Tras la fase intervención se llevó a cabo la recogida de datos posttest con el fin de estudiar los efectos del tratamiento.

RESULTADOS

Según el nivel de ejecución en el ENT-R (A) en la fase pretest se establecieron cuatro grupos: *Experimental-1* lo componían 24 alumnos que formaron parte de la fase de intervención y cuya ejecución osciló entre un mínimo de 6 y un máximo de 13 puntos en el ENT-R (A). Es decir, con puntuaciones inferiores a una desviación típica por debajo de la media. El grupo *Experimental-2* también estuvo formado por 24 alumnos que formaron parte de la fase intervención, y cuya ejecución se situaba por debajo de la media (entre 14 y 19 puntos). El grupo Control-1 (n=40) estuvo com-

INTERVENCIÓN MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL BASADA EN LA EVIDENCIA

puesto por aquellos alumnos que no formaron parte de la intervención pero cuya ejecución osciló entre 14 y 19 puntos y que, por tanto, era equivalente al grupo Experimental 2. Estos alumnos cuya ejecución se sitúa por debajo de la media podrían haber formado parte del grupo experimental, pero debido a factores ecológicos (clase, colegio, etc...) no participaron en la intervención. Finalmente, el grupo Control-2 (n=68) estuvo constituido por aquellos alumnos con una ejecución que se situó por encima de la media, entre 20 y 40 puntos, en el ENT-R (A). En la tabla 1 encontramos los estadísticos descriptivos del pretest y el postest del ENT-R y la ganancia obtenida en el total del test tras la fase intervención.

	N	Pretest		Postest	
		\bar{x}	d.t	\bar{x}	d.t
EXPERIMENTAL-1	24	11.04	1.80	24.04	4.38
EXPERIMENTAL-2	24	15.88	1.45	28.04	4.95
CONTROL-1	40	16.75	1.66	21.85	4.13
CONTROL-2	68	24.60	4.19	27.57	4.74
Total	156	19.16	5.95	25.63	5.21

Tabla 1. Estadísticos descriptivos del ENT-R en pretest y postest para los grupos Experimental-1, Experimental-2, Control-1 y Control-2.

Los análisis estadísticos de los resultados confirmaron que los alumnos entrenados con riesgo de presentar dificultades de aprendizaje matemático, mejoraron su ejecución en la puntuación total del *Early Numeracy Test-R* (utilizado como variable dependiente). A continuación, se presenta una figura que refleja los resultados obtenidos en el postest.

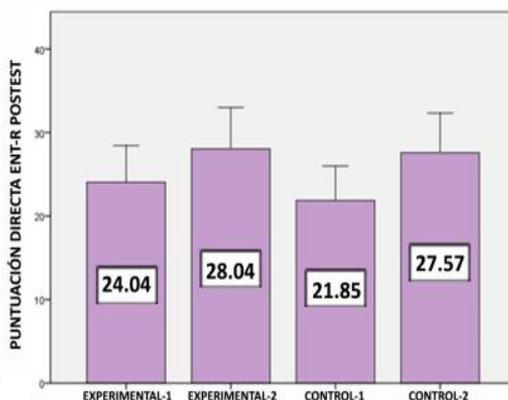


Figura 1. Resultados en el postest para los grupos Experimental 1, Experimental-2, Control-1 y Control-2.

En la figura 1 observamos cómo el grupo Experimental-1 tras la intervención fue capaz de superar la ejecución del grupo Control-1 que inicialmente era superior a él. Asimismo, el grupo Experimental-2, que no se encontraba en riesgo pero que fue sometido a intervención, superó a aquellos alumnos que se situaban por encima de la media en el pretest (Control-2).

Es de interés prestar atención a la comparación en el rendimiento del grupo Experimental-2 y Control-1, ambos grupos se encontraban inicialmente equiparados en su nivel de CMT, de modo que la diferencia entre los dos grupos se debía únicamente a la intervención. Esta diferencia fue considerablemente mayor a favor de los alumnos que participaron en el entrenamiento con *Jugando con Números 2.0*.

En la figura 2 observamos la diferencia existente entre los grupos en términos de ganancia.

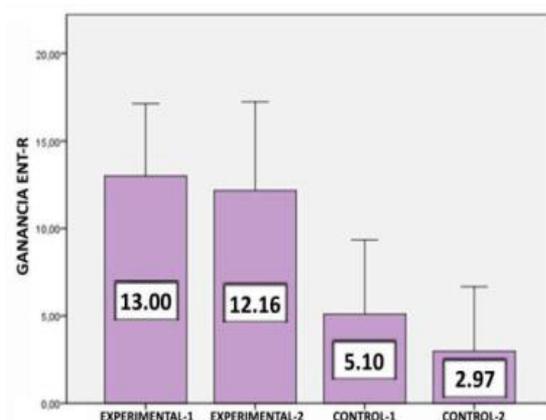


Figura 2. Ganancia obtenida por los grupos Experimental-1, Experimental-2, Control-1 y Control-2.

La ganancia obtenida por el grupo experimental en el total del test fue mayor que la del grupo control tras el proceso de intervención. Concretamente, fue el grupo que se encontraba en riesgo de presentar DAM (entendiendo como criterio de riesgo puntuar en CMT una desviación típica por debajo de la media) aquel que mayor beneficio obtuvo tras la intervención con el software. Con respecto al grupo control, los alumnos que se encontraban por encima de la media (Control-2) fueron aquellos participantes que menor ganancia obtuvieron según los datos arrojados por la recogida de datos posttest.

Nuestra investigación se encuentra en la línea de aquellos trabajos que defienden el uso de programas de instrucción de tipo computerizado (por ejemplo, Chen et al., 2007; Ihmedieh, 2010; Melton et al., 2009). Al igual que en otros estudios (Gee, 2009; Klopfer et al., 2009) se propone la aplicación de este tipo de tratamiento de manera complementaria a la enseñanza de tipo tradicional, utilizándola como apoyo para superar las diferencias existentes entre los alumnos y lograr equipararlos.

Asimismo, el presente trabajo propone la aplicación de este tipo de entrenamiento de manera complementaria a la metodología de enseñanza de tipo más tradicional, utilizándola como apoyo para superar las diferencias existentes entre los alumnos y lograr equipararlos. De este modo, se

INTERVENCIÓN MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL BASADA EN LA EVIDENCIA

pretende favorecer el tránsito de Educación Infantil a Primaria y reducir el riesgo de presentar Dificultades de Aprendizaje en Matemáticas en cursos posteriores.

REFERENCIAS

- Akta -Arnas, Y. (2005). Computer-Assisted Instruction in Pre-School Education. *Eurasian Journal of Educational Research*, 20, 36-47.
- Atkins, M. E. (2009). Response to intervention: Incorporation of an increasing intensity design to improve mathematics fluency. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*. 69(8-A), 3028.
- Aunio, P., Hautamäki, J., & Van Luit, J. E. H. (2005). Mathematical thinking intervention programmes for preschool children with normal and low number sense. *European Journal of Special Needs Education*, 20(2), 131-146. doi:10.1080/08856250500055578
- Ayvaci, H. S., & Devocioglu, Y. (2010). Computer-assisted instruction to teach concepts in pre-school education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2083-2087. doi:10.1016/j.sbspro.2010.03.285
- Baroody, A. J. & Dowker, A. (2003). *The Development of Arithmetic Concepts and Skills: Constructive Adaptive Expertise*. London: Lawrence Erlbaum.
- Blanco, M. & Bermejo, V. (2009). El efecto Mateo en niños con Dificultades Específicas de Aprendizaje de las Matemáticas. *Escritos de Psicología*, 3(1), 30-36.
- Chen, C. C., & Jones, K. T. (2007). Blended Learning vs. Traditional Classroom Settings: assessing Effectiveness and Student Perceptions in an MBA Accounting Course. *The Journal of Educators Online*, 4(1), 1-15.
- Döst, S., Saglam, Y., & Ugur Altay, A. (2011). Use of computer algebra systems in mathematics teaching at university: a teaching experiment. *H. U. Journal of Education*, 40, 140-151
- Dowker, A. D. (2008). Individual differences in numerical abilities in preschoolers. *Developmental Science*, 11, 650–654. doi:10.1111/j.1467-7687.2008.00713.x
- Friz, M., Sanhueza S., & Sánchez A. (2009). Conocimiento que poseen los estudiantes de pedagogía en dificultades de aprendizaje de las matemáticas (DAM). *Estudios Pedagógicos*, 35(1), 47-62. doi:10.4067/S0718-07052009000100003
- Fuchs, D., Fuchs, L. S., & Compton, D. L. (2004). Identifying reading disabilities by responsiveness-to-instruction: Specifying measures and criteria. *Learning Disability Quarterly*, 27, 216–228.
- Fuchs, L. S., Compton, D. L., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D., & Hamlett, C. L. (2005). The Prevention, Identification, and Cognitive Determinants of Math Difficulty. *Journal of Educational Psychology*, 97, 3, 493–513. doi:10.1037/0022-0663.97.3.493
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 4-15.
- Geary, D. C. (2011). Consequences, Characteristics, and Causes of Mathematical Learning Disabilities and Persistent Low Achievement in Mathematics. *Journal of Developmental and Behavioral Pediatrics*, 32, 250–263. doi:10.1097/DBP.0b013e318209edef
- Gee, J. P. (2009). Deep learning properties of good digital games: how far can they go? In U. Ritterfeld, M. Cody, & P. Vorderer (Eds.), *Serious games: Mechanisms and effects* (pp. 65–80). New York & London: Routledge.
- Gelman, R., & Gallistel, C. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ghani, N. A. (2005). Using Computers in Preschool Education. *The Twelfth International Conference on Learning*, 11-14 July 2005. Granada.
- Greenes, G., Ginsburg, H. P., & Balfanz, R. (2004). Big Math for Little Kids. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 159-166.

- Halpern, D. F., Millis, K., Graesser, A. C., Butler, H., Forsyth, C., & Cai, Z. (2012). Operation ARA: A computerized learning game that teaches critical thinking and scientific reasoning. *Thinking Skills and Creativity*, 7(2), 93-100. doi:10.1016/j.tsc.2012.03.006
- Ihmedieh, F. (2010). The role of computer technology in teaching reading and writing: Early childhood teachers' beliefs and practices. *Journal of Research in Childhood Education*, 24(1), 60-79. doi:10.1080/02568540903439409
- Judge, S. (2005). The impact of computer technology on academic achievement of young African American children. *Journal of Research in Childhood Education*, 20(2), 91-101. doi:10.1080/02568540509594554
- Kaçar, A. Ö., & Dogan, N. (2007). The role of computer-assisted education in preschool education. *Akademik Bilişim, Dumlupınar University, Kütahya*.
- Kamii, C. (1995). El niño reinventa la aritmética III. Implicaciones de la teoría de Piaget. Madrid: Aprendizaje Visor.
- Kamii, C., Miyakawa, Y., & Kato, T. (2007). Trying to make a lever work at ages 1-4: The development of functions (logico-mathematical thinking). *Early Education and Development*, 18(1), 145-161.
- Klinkenberg, S., Straatemeier, M., & van der Maas, H. L. J. (2011). Computer adaptive practice of maths ability using a new item response model for on the fly ability and difficulty estimation. *Computers in Education*, 57, 1813-1824. doi:10.1016/j.compedu.2011.02.003.
- Klopper, E., Osterweil, S. & Salen, K. (2009). Moving learning games forward: Obstacles, opportunities, & openness. Retrieved November 5, 2012, from http://education.mit.edu/papers/MovingLearningGamesForward_EdArcade.pdf.
- Lynch, S. A. & Warner, L. (2004). Computer Use in Preschools: Directors' Reports of the State of the Practice. *ECRP*, 6(2). <http://ecrp.uiuc.edu/v6n2/lynch.html>
- Mayer, R. E. (2002). *Psicología de la Educación. El Aprendizaje en las Áreas de Conocimiento*. Madrid: Prentice Hall.
- McCloskey, M., Caramazza, A. & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia. *Brain and Cognition*, 4, 171-196. doi:10.1016/0278-2626(85)90069-7
- Melton, B., Graf, H., & Chopak-Foss, J. (2009). Achievement and satisfaction in blended learning versus traditional general health course designs. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 3(1), 1-13.
- Navarro, J. I., Ruiz, G., Alcalde, C., Aguilar, M. & Marchena, E. (2007). *Jugando con los números 2*. Software educativo. Cádiz: Departamento de Psicología.
- Navarro, J. I., Ruiz, G., Alcalde, C., Aguilar, M. & Marchena, E. (2005). *Jugando con los números*. Software educativo. Cádiz: Departamento de Psicología.
- Ota, M. (2009). Responsiveness of elementary-aged students, with and without Specific Learning Disabilities, to interventions for mathematics calculation. *Dissertation Abstracts International Section A: Humanities and Social Sciences*. 69(10-A), 3859.
- Passolunghi, M. C., Vercelloni, B., & Schadee, H. (2007). The precursors of mathematics learning: Working memory, phonological ability and numerical competence. *Cognitive Development*, 22, 165-184. doi:10.1016/j.cogdev.2006.09.001
- Payne, J. N., & Huinker, D. M. (1993). Early number and numeration. In R. J. Jensen (Ed.), *Research ideas for the classroom: Early childhood mathematics* (pp. 43-71). New York: Macmillan.
- Piaget, J., & Szeminska, A. (1941). Génesis del número en el niño. Buenos Aires. Guadalupe.
- Resnick L. B., & Singer, J. A. (1993). Protoquantitative origins of ration reasoning. In ed. T. P. Carpenter, E. Fennema, & T. A. Romberg (Eds.), *Rational Numbers: An Integration of Research*,

INTERVENCIÓN MATEMÁTICA EN EDUCACIÓN INFANTIL BASADA EN LA EVIDENCIA

- (pp: 107-30). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Resnick, L. B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist* 44(2), 69-162. doi:10.1037//0003-066X.44.2.162
- Riffell, S., & Sibley, D. (2005). Using web-based instruction to improve large undergraduate biology courses: An evaluation of a hybrid course format. *Computers & Education*, 44, 217-235. doi:10.1016/j.compedu.2004.01.005
- Siegler, R. S. & Ramani, G. B. (2009). Playing Linear Number Board Games—But Not Circular Ones—Improves Low-Income Preschoolers' Numerical Understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101, 545–560. doi:10.1037/a0014239
- Starkey, P., Klein, A., & Wakeley, A. (2004). Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 99-12. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.002
- Vaughn, S., Linan-Thompson, S. y Hickman, P. (2003). Response to Instruction as a Means of Identifying Students With Reading/Learning Disabilities. *Exceptional Children*, 69, 4, 391-409.
- Vernadakis, N., Avgerinos, A., Tsitskari, E., & Zachopoulou, E. (2005). The Use of Computer Assisted Instruction in Preschool Education: Making Teaching Meaningful. *Early Childhood Education Journal*, 33, 2, 99-104. doi:10.1007/s10643-005-0026-2
- Young-Loveridge, J. (2004). Effects on early numeracy of a program using number books and games. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 82-98. doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.001

Nota: esta comunicación corresponde a las investigaciones financiadas por el proyecto I+D+i del MEC, EDU2011-22747 y por el proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía P09-HUM-4918.