

Jugando con números 2: el software complementario a la instrucción matemática temprana

Estíbaliz L. Aragón Mendizábal, Universidad de Cádiz, España
Gonzalo Ruiz Gagigas, Universidad de Cádiz, España
Manuel Aguilar Villagran, Universidad de Cádiz, España
Antonio Araújo Hoyos, Universidad de Cádiz, España
José I. Navarro Guzmán, Universidad de Cádiz, España

Resumen: El interés por mejorar el rendimiento en matemáticas puede ser útil para el progreso de la sociedad ya que afecta a las personas en diversas áreas de la vida. Normalmente se dirigen esfuerzos a la obtención de un óptimo rendimiento en matemáticas durante las etapas de Educación Primaria y Secundaria, pero los pilares en los que se asientan los aprendizajes se adquieren antes (Clements & Sarama, 2007). Por esta razón es importante identificar y superar los obstáculos que impiden un buen rendimiento en Educación Infantil y los primeros cursos de Educación Primaria (Gersten, Jordan, & Flojo, 2005). Nuestro trabajo ha tratado de conjugar los conocimientos existentes sobre las ciencias de la educación y la psicología, plasmándolos en un software didáctico con posibilidad de aplicación en el ámbito de las dificultades de aprendizaje matemático durante los primeros cursos escolares. A través del uso del ordenador como herramienta educativa podemos lograr que el alumnado realicen actividades basadas en situaciones reales que contribuyan a la comprensión del mundo que le rodea y, en última instancia, que les permitan iniciarse en la adquisición del lenguaje matemático, y la construcción del pensamiento lógico-matemático de una manera atractiva y eficaz.

Palabras clave: matemática temprana, enseñanza asistida por ordenador, software didáctico, dificultades de aprendizaje de las matemáticas

Abstract: The interest to improve math performance involves people in different areas of life therefore may be useful for the progress of society. Frequently efforts are focused in order to obtain an ideal performance in math during Primary and Secondary school. But the bases for learning are acquired earlier (Clements & Sarama, 2007). It is important identify and overcome difficulties to improve performance at children in kindergarten and the first school grades (Gersten, Jordan, & Light, 2005). This research attempted to link current Educational Sciences knowledge and Psychology, connecting them with educational software that can be applied in math learning difficulties during the earlier school years. Using computer as an educational tool, students make activities based on tangible situations contributing to understand the environment and allowing them to start acquisition of mathematical knowledge and building the logical and mathematical thinking on motivating and effective way.

Keywords: Early mathematics, Computer Assisted Instruction, Educational Software, Mathematical Learning Difficulties

Introducción

El éxito en matemáticas es vital no sólo por el aumento del empleo en actividades tecnológicas en el siglo XXI, sino también porque se vuelve esencial en un amplio rango de ocupaciones. El interés por mejorar el rendimiento en matemáticas es, pues, útil para el progreso de la sociedad ya que afecta a las personas en diversas áreas de la vida.

Es muy importante el acercamiento a los conceptos matemáticos en los primeros años escolares, favoreciendo la solución y la obtención de respuesta a las distintas situaciones que los niños crean en su relación con el entorno. Es mediante estas experiencias como el alumnado



descubre propiedades de los objetos, y establece correspondencias que surgen de la experimentación activa con ellos. Habitualmente se dirigen esfuerzos a la obtención de un rendimiento favorable en matemáticas durante las etapas de Educación Primaria y Secundaria, pero los pilares en los que se asientan los aprendizajes se adquieren antes (Clements & Sarama, 2007). Para conseguir un desarrollo óptimo es preciso conocer las limitaciones que surgen en los distintos niveles educativos y lograr superarlas (Gersten, Jordan & Flojo, 2005).

Debemos tener presente que a medida que el niño accede al dominio de las diferentes formas de comunicación y representación, se vuelve capaz de establecer relaciones entre su mundo interior y su mundo exterior. Estos dominios posibilitan no sólo las interacciones sino también la expresión de ideas, sentimientos, y pensamientos que se tornan cruciales para un desarrollo óptimo en el área escolar y personal. Por ello, debemos estimular el desarrollo de las funciones básicas relacionándolas con las experiencias de su entorno, planteando actividades que tengan sentido conceptual y abstracto en el área matemática (Friz, Sanhueza & Sánchez, 2009).

La investigación educativa contribuye a desarrollar conceptos, enfoques y esquemas que mejoran la percepción sobre los fenómenos educativos. Por ello, hemos puesto nuestra atención en relacionar los conocimientos de los estudios derivados de la práctica educativa y las bases psicológicas del aprendizaje con el uso de las nuevas tecnologías. A través del uso del ordenador como herramienta educativa, pretendemos obtener un acercamiento más atractivo y dinámico para el alumnado y una mayor implicación e interés en el aprendizaje del contenido presentado.

El resultado de aunar estos elementos se presenta en forma de software para el aprendizaje matemático en los primeros años de escolarización. Este programa informático proporciona la posibilidad de favorecer un aprendizaje matemático temprano incidiendo, entre otros aspectos, en la construcción del pensamiento lógico y la adquisición de destrezas de conteo.

Nuestro trabajo se asienta en uno de los enfoques actuales más significativos en educación matemática; el desarrollo del sentido numérico (*number sense*) o matematización temprana. Entendemos como sentido numérico el resultado del aprendizaje informal de la matemática temprana (Clarke & Shin, 2004), es decir, aquellas habilidades que se adquieren previamente y que son esenciales para el aprendizaje de las matemáticas en la escuela formal.

En la bibliografía especializada encontramos numerosos programas destinados a mejorar la capacidad matemática en Educación Infantil (Clements & Sarama, 2004; Sophian, 2004; Starkey, Klein & Wakeley, 2004; Greenes, Ginsburg & Balfanz, 2004), y otras referencias que hacen hincapié en la importancia del “number sense”. Un ejemplo de ello son los currículos de matemáticas de países como Gran Bretaña, Nueva Zelanda y USA (Wright, Martland & Stafford, 2006) y los “Principios y Estándares para la Educación Matemática” del National Council of Teachers of Mathematics (NCTM, 2000, 2003), donde se potencia la flexibilidad y capacidad para razonar con los números. Estas habilidades conocidas como sentido numérico pueden desarrollarse a través de juegos relativamente simples originando una mejoría del rendimiento matemático (Siegler & Ramani 2009), o mediante la introducción de conceptos aritméticos iniciales y el entrenamiento de conceptos matemáticos básicos (Berch, 2005).

Bryant y Nunes (2002) han señalado la importancia de que el aprendizaje de las matemáticas se realice de forma significativa, sugiriendo que la base del desarrollo matemático de los niños es el pensamiento lógico, la enseñanza del sistema de numeración convencional y un aprendizaje significativo y contextualizado.

Trabajar todos estos conceptos 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. Ello beneficiará 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*”, que permite completar el aprendizaje de conceptos matemáticos presentado en el programa informático “*Jugando con Números 1*” de Navarro, Ruiz, Alcalde, Aguilar y Marchena (2005).

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”, que recoge los hallazgos de teorías como la de Gelman y Gallistel (1978), la teoría de Piaget (1941) y la adquisición de los principios que dichos autores plantean como prerequisites para el desarrollo matemático.

El uso derivado del software permite progresar en 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 se presenta 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*” también hace referencia a la operación lógica de seriación (Piaget & Szeminska, 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 el criterio 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.

Aspectos técnicos

Para el desarrollo de las aplicaciones informáticas de “*Jugando con Números 2*” se utilizó el software de autor *Flash Professional* de Adobe. Este software emplea la metáfora de “película” para la programación, que consiste en ir colocando objetos y símbolos (el reparto) sobre una línea de tiempo (los fotogramas) para sincronizarlos, y mediante un lenguaje de programación orientado a objetos (ActionScript) establecer las acciones a desarrollar. Es un paradigma más complejo que el de “flujo de iconos” de *Macromedia Authorware* con el que se desarrolló “*Jugando con Números 1*”, y por tanto el desarrollo de programas es más lento. Pero en cambio, presenta la ventaja de permitir crear programas tanto para Internet como para su distribución en soportes físicos como el CD-ROM, pen-drive u otros dispositivos de almacenamiento.

Los archivos SWF (*Shockwave Flash*), que genera Flash, se han convertido en un estándar de Internet, existen plugins o complementos para los principales navegadores y algunos sistemas operativos lo incorporan ya de forma *nativa*. En las aplicaciones utilizamos gráficos vectoriales. De este modo, los tamaños de los archivos se mantienen pequeños, para su uso directo en Internet, y presentan también la ventaja de poder reproducir la aplicación a muy diferentes tamaños (incluso sobre PDA o tablets) sin que se deteriore la calidad gráfica.

Existen dos versiones de “*Jugando con Números 2*”: una para usar desde dispositivos de almacenamiento o desde el ordenador local y otra para uso online. Al ser Flash una herramienta de desarrollo pensada para Internet posee limitaciones, por motivos de seguridad, para almacenar datos y realizar acciones en los ordenadores de los usuarios. Hemos superado estos inconvenientes de dos maneras: para los programas que distribuimos en dispositivos de almacenamiento que necesitan trabajar con una base de datos sobre el propio ordenador local, se han creado los ejecutables con el software MDM Zinc 3, que añade funcionalidades al programa desarrollado con Flash, permitiéndonos grabar un archivo de texto controlado que sincronizamos con una base de datos online a través de una interfaz denominada pHPMyAdmin, o bien grabar los datos en una Base de Datos de Microsoft Access. Por otro lado, en la versión online del programa, un código PHP es el encargado de recoger los datos y efectuar su almacenamiento en la base de datos.

El software “*Jugando con Números 2*” (Navarro, Ruiz, Alcalde, Aguilar & Marchena, 2007) incluye programas destinados 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.

Una de las características más significativas de este software, es la facilidad de moverse a través de él, posee una interfaz muy intuitiva y fácil de manejar. Gracias a un sencillo sistema de navegación, se puede acceder a distintos ejercicios y niveles prácticos y guardar los resultados obtenidos rápidamente y sin complicaciones técnicas (Figura 1).



Fig. 1. Interfaz del programa “*Jugando con números 2*”

Las actividades presentan dos botones en la zona inferior de la pantalla: un botón de ayuda que una vez pulsado repite la instrucción de la tarea en cuestión, y otro de salida o escape que desplaza a la pantalla de presentación de la actividad en la que se esté trabajando una vez se haya comenzado la tarea. En el caso de encontrarnos en la pantalla de presentación de la tarea, el botón de salida nos dirige al menú principal donde podemos observar todas las actividades y niveles, y seleccionar el que queramos poner en marcha (Figura 2).



Fig. 2. Icono de instrucciones y salida

Si la respuesta del alumno es correcta, en cada uno de los programas aparece un mensaje verbal de refuerzo. Por el contrario, cuando no lo es, el ordenador produce una retroalimentación verbal y en ocasiones visual, donde se indica cuál debería haber sido su respuesta correcta en base al error cometido.

Los programas permiten la opción de guardar en una base de datos los resultados del alumno en cada sesión de trabajo, para ello el profesor/administrador deberá introducir el código correspondiente al alumno y, automáticamente, el sistema clasificará la actividad y recogerá los resultados (Figura 3).



Fig. 3. Ejemplo de pantalla de resultados

Otra ventaja de este software es que el orden de presentación de las actividades se realiza de forma aleatoria. Esta característica hace más novedosa cada una de las ejecuciones prácticas evitando la posibilidad de respuestas automáticas y memorísticas. Para la elaboración de la aplicación informática se llevaron a cabo una serie de etapas. En primer lugar, se procedió al diseño y realización de cada una de las pantallas principales que componen las actividades de aprendizaje matemático. Una vez confeccionadas, se realizó la selección y procesamiento de las voces que enuncian las instrucciones de las distintas tareas y guían al usuario en la realización de las actividades propuestas. Posteriormente, se llevó a cabo el diseño y la realización de las pantallas adicionales y complementarias a las que hemos mencionado anteriormente. El registro de resultados ha sido modificado y mejorado como resultado de las distintas revisiones del software. Inicialmente, se elaboró una base de datos en Microsoft Access y se perfilaron los detalles para el correcto almacenamiento de los datos obtenidos por los usuarios. En la última modificación se añadió para la versión online la posibilidad de guardar resultados en una base de datos Online MySQL, mediante PHP, y para la versión offline en un archivo de texto estructurado, que puede ser importado a la anterior base de datos en Internet. Este método es más ventajoso para la versión offline, que no requiere conexión a Internet en el momento de la evaluación y que se puede llevar a cabo mediante un pendrive USB, disco duro u otro tipo de dispositivo de estas características. La ventaja radica en que no es necesario contar con una versión de Microsoft Access actualizada a la hora de iniciar el software en el ordenador

seleccionado, ni con ningún tipo de configuración especial para poder trabajar con el programa y guardar los resultados sin inconvenientes.

Una vez concluidos estos pasos se realizaron múltiples ensayos para poner a prueba la versión inicial del programa, con el fin de detectar errores y proporcionar mejoras. Con estos ensayos se reelaboró el software en repetidas ocasiones hasta obtener el resultado definitivo.

Descripción de actividades

“*Jugando con Números 2*” se inicia con una pantalla de presentación principal o menú que permite acceder a los diferentes programas o actividades. Cada una de ellas a su vez contiene una pantalla de inicio propia que da paso al comienzo de la tarea en el momento que se desee (Figura 4).



Fig. 4. Ejemplo de pantalla de inicio

Actividades de clasificación

Inicia al alumno en el aprendizaje del concepto de agrupamiento de objetos. Mediante la presentación de diferentes tareas, el alumno descubrirá la clasificación y la posibilidad de distinguir entre objetos y grupos de ellos. Presenta tres niveles de dificultad y cada nivel de las clasificaciones contiene tres tareas a su vez, dirigidas a agrupar objetos en función de una característica (en este caso el color). La diferencia entre los niveles se encuentra en el número de cubos y en la distribución de los mismos. En el primer nivel (clasificaciones 1) se presentan de manera ordenada el mismo número de cubos por color. En el segundo nivel (clasificaciones 2) podemos visualizar inicialmente de forma ordenada los cubos que se deben clasificar, el número de cubos es el mismo para cada conjunto. Finalmente, en el tercer nivel (clasificaciones 3) el número de cada grupo de cubos es diferente y se presentan inicialmente desordenados.



Fig. 5. Ejemplo de actividades “clasificar”

Actividades de combinación

Con este subprograma se pretende iniciar al alumno en el aprendizaje de la resolución de problemas de combinación, también denominados problemas de la parte y el todo. Se trabajan problemas de carácter estático presentados de dos maneras diferentes. En el primer nivel

(combinaciones 1) se enuncian los datos de las partes y se pregunta por el todo y en el segundo nivel (combinaciones 2) el enunciado del problema surge del todo y una de las partes, siendo en este caso la incógnita la parte restante del todo (Figura 6). El primer nivel consta de cuatro, y el segundo nivel de cinco tareas.



Fig. 6. Ejemplo de actividades “combinaciones”

Actividades de comparación

Mediante la presentación de diferentes tareas, el alumno descubrirá las diferencias y similitudes entre dos o más situaciones (Figura 7). El programa presenta actividades dirigidas a diferenciar objetos entre sí y a diferenciar objetos frente a un modelo. Contamos con dos niveles que contienen doce cuestiones cada uno.



Fig. 7. Ejemplo de actividades “comparaciones”

Actividades de reparto

La idea principal que subyace a este tipo de actividades es trabajar la habilidad de distribuir un grupo o grupos de objetos en pequeños grupos iguales. Los problemas presentados consisten en repartir un número de objetos entre un número determinado de sujetos con el requisito de que cada uno de ellos tengan finalmente el mismo número de objetos (Figura 8). La dificultad de la tarea aumenta cuando varía el número de sujetos o aumenta el número de objetos a repartir. En esta actividad solo existe un nivel de complejidad y se encuentra compuesto por cinco ejercicios, los cuales pueden resultar más o menos difíciles dependiendo, como mencionamos anteriormente, del número de sujetos y objetos a repartir.



Fig. 8. Ejemplo de actividades “repartir”

Actividades de discriminación

El objetivo primordial de este grupo de tareas es que el alumno diferencie entre el valor cardinal de un número y el tamaño físico de su representación.

Para ello se presentan tres subprogramas con doce cuestiones cada uno y que presentan diferentes niveles de complejidad, según el número de cifras que contengan los dos números a comparar (Figura 9). En el primer nivel de dificultad (discriminaciones 1) se muestran dos números de una cifra, y en el segundo y tercer nivel de dificultad (discriminaciones 2) hay que comparar dos números de dos o tres cifras. La dificultad consiste en seleccionar el número de mayor valor cardinal ignorando el tamaño físico. A veces, los números que se presentan son de igual o distinto tamaño, siendo éste arbitrario y aleatorio, y en muchas ocasiones no correspondiente con el valor cardinal.



Fig. 9. Ejemplo de actividades “discriminar”

Actividades de seriación

Este programa o actividad inicia al alumno en el aprendizaje del concepto de ordenación de objetos. Mediante la presentación de diferentes tareas, el alumno descubrirá el orden en una serie de objetos discretos según un rango determinado. Presentan varios niveles de dificultad dirigidos a discriminar grupos de objetos (ordenar 1), o grupo de números del 0 al 9 (ordenar 2) y del 10 al 20 (ordenar 3). En este caso, los estudiantes deben elegir una de las 4 opciones en que los objetos o números se encuentran ordenados de menor a mayor o en orden inverso, según se especifique en el enunciado (Figura 10). Todos los niveles contienen ocho cuestiones por resolver.



Fig. 10. Ejemplo de actividades “ordenar”

Actividades de recta numérica

La finalidad de estas tareas es consolidar la habilidad de conteo de los alumnos. El enunciado de cada actividad solicita al usuario señalar un número en una recta numérica. Encontramos cuatro subprogramas o niveles de dificultad en función de la secuencia de números presentada. Cada uno de los niveles está compuesto por diez cuestiones. En el primer nivel de dificultad (recta numérica 1) aparecen diez números de una cifra y el usuario atendiendo a la instrucción verbal deberá señalar el número que se le ha mencionado. En el segundo nivel (recta numérica 2) se

sigue la misma dinámica pero se presentan los veinte primeros números. El tercer nivel (recta numérica 3) se diferencia de los anteriores en que aparece una secuencia de veinte números que no tienen por qué ser específicamente los veinte primeros, entre los que deberán seleccionar y pulsar el número solicitado en el enunciado (Figura 11).



Fig. 11. Ejemplo de actividades “*recta numérica*”

En el cuarto nivel (recta numérica 4) se mantiene la complejidad del nivel anterior, ya que sólo se pueden visualizar el primer y el último número de la secuencia de veinte, por lo que deben manejar el conteo adecuadamente o utilizar estrategias de estimación para hallar la respuesta correcta.

Conclusión

Es fundamental incidir en la instrucción matemática en los primeros años escolares, ya que un bajo nivel de competencia matemática temprana va a predecir dificultades en el desarrollo matemático posterior (Aubrey & Godfrey, 2003; Aubrey, Dahl & Godfrey, 2006; Jordan & Hanich, 2003). Por ejemplo, las destrezas matemáticas relacionadas con la discriminación de cantidades, el dominio de las secuencias numéricas y el conocimiento e identificación de los números al final de la etapa de Educación Infantil pueden predecir el logro en primer grado (Desoete & Grégoire, 2006; Clarke & Shinn, 2004; Chard, Clarke, Baker, Otterstedt, Braun & Katz, 2005). Estas tareas son parte del contenido del presente software, el cual puede constituir una herramienta de apoyo para el desarrollo y perfeccionamiento de estas habilidades iniciales.

Por tanto, la finalidad de la aplicación del software “*Jugando con Números 2*” es lograr que a través de la realización de distintas y variadas actividades, los alumnos alcancen un aprendizaje de los conceptos matemáticos que puedan utilizar de forma cada vez más autónoma en las distintas situaciones que se les plantean, y evitar de esta manera posibles dificultades en cursos posteriores.

Debemos hacer hincapié en la utilidad de este software como complementario a la instrucción matemática tradicional, sirviendo como instrumento para un óptimo aprendizaje, es decir, afianzando las distintas estrategias y habilidades que les ayuden a aprender, comprender y utilizar de forma correcta el conocimiento matemático.

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado con la financiación del proyecto I+D EDU2011-22747 del MICINN y del proyecto de excelencia de la Junta de Andalucía P09-HUM-4918.

REFERENCIAS

- Aubrey, C. y R. Godfrey (2003). "The Development of Children's Early Numeracy Through Key Stage 1". *British Educational Research Journal*, 29, 821–840, doi:10.1080/0141192032000137321.
- Aubrey, C., S. Dahl y R. Godfrey (2006). "Early mathematics development and later achievement: Further evidence". *Mathematics Education Research Journal*, 18, 27–46, doi: 10.1007/BF03217428.
- Berch, D. B. (2005). "Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities". *Journal of Learning Disabilities*, 38, 333–339, doi:10.1177/00222194050380040901.
- Bryant, P. y T. Nunes (2002). "Children's understanding of mathematics". En: U. Goswami (Ed.), *Blackwell handbook of childhood cognitive development* (pp. 412-439). Malden: Blackwell.
- Chard, D., B. Clarke, S. Baker, J. Otterstedt, D. Braun y R. Katz (2005). "Using measures of number sense to screen for difficulties in mathematics: Preliminary findings". *Assessment for Effective Intervention*, 30, 3–14, doi:10.1177/073724770503000202.
- Clarke, B. y M. Shinn (2004). "A preliminary investigation into the identification and development of early mathematics curriculum-based measurement". *School Psychology Review*, 33, 234–248.
- Clements, D.H. y J. Sarama (2004). "Building blocks for early childhood mathematics". *Early Childhood Research Quarterly* 19, 181–189.
- (2007). Early childhood mathematics learning. In F. K. Lester, Jr. (Ed.), *Second Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 461-555). New York: Information Age Publishing.
- Desoete, A. y J. Grégoire (2006). "Numerical competence in young children and in children with mathematics learning disabilities". *Learning and Individual Differences*, 16, 351–367, doi:10.1177/00222194040370010601.
- Friz, M., S. Sanhueza y A. Sánchez (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.
- Gelman, R. y C. R. Gallistel (1978). *The child's understanding of number*. Cambridge: HUP.
- Gersten, R., N. C. Jordan y J. R. Flojo (2005). "Early Identification and interventions for students with mathematics difficulties". *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 293-304, doi:10.1177/00222194050380040301.
- Greenes, C., H. P. Ginsburg y R. Balfanz (2004). "Big math for little kids". *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 159–166, doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.010.
- Jordan, N. C. y L. B. Hanich (2003). "Characteristics of children with moderate mathematics deficiencies: A longitudinal perspective". *Learning Disabilities Research y Practice*, 18, 221–231, doi:10.1111/1540-5826.00076.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- (2003). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Navarro, J. I., G. Ruiz, C. Alcalde, M. Aguilar y E. Marchena (2005). *Jugando con los números. Software educativo*. Cádiz: Departamento de Psicología.
- (2007). *Jugando con los números 2. Software educativo*. Cádiz: Departamento de Psicología.
- Piaget, J. y A. Szeminska (1941). *Génesis del número en el niño*. Buenos Aires: Guadalupe.
- Resnick, L. B. (1989). "Developing mathematical knowledge". *American Psychologist*, 44(2), 69-162, doi:10.1037//0003-066X.44.2.162.

- Resnick L. B. y J. A. Singer (1993). "Protoquantitative origins of ration reasoning". En: T. P. Carpenter, E. Fennema, T. A. Romberg (eds.), *Rational Numbers: An Integration of Research* (pp. 107-130). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Siegler, R. S. y G. B. Ramani (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.
- Sophian, C. (2004). "Mathematics for the future: developing a Head Start curriculum to support mathematics learning". *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 59–81, doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.015.
- Starkey, P., A. Klein y A. Wakeley (2004). "Enhancing young children's mathematical knowledge through a pre-kindergarten mathematics intervention". *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 99–120, doi:10.1016/j.ecresq.2004.01.002.
- Wright, R. J., J. Martland y A. Stafford (2006). *Early Numeracy: Assessment for Teaching and Intervention*. London: Paul Chapman Publications/Sage.