

# El software «Jugando con números 2.0» y la adquisición del sentido numérico

## «Playing with numbers 2.0» software and acquisition of number sense

Estívaliz Aragón Mendizábal y Gonzalo Ruiz Cagigas

Universidad de Cádiz

### Resumen

La sociedad actual se encuentra sumergida en un proceso de transformación constante en el que las nuevas tecnologías cumplen un papel relevante. Asimismo, los métodos educativos se encuentran involucrados en un proceso de cambio en el que el empleo de nuevas técnicas y herramientas se vuelve indispensable. En consecuencia, el fin último que persigue todo cambio es obtener un beneficio positivo para la comunidad, y con el presente trabajo se pretende ofrecer nuevos instrumentos que sirvan de apoyo a la obtención de metas positivas en el ámbito educativo. Actualmente, la situación del alumnado español en materia educativa y específicamente en matemáticas no es alentadora. En este trabajo, se presentan «Jugando con números 1 y 2» como herramientas novedosas y lúdicas, que contribuyen al perfeccionamiento de las habilidades matemáticas de los estudiantes en la transición de Educación Infantil a Primaria, una etapa crucial para el desarrollo de éstas destrezas. «Jugando con números 1 y 2» son programas informáticos fundamentados en los modelos cognitivos del aprendizaje numérico, que se ajustan a las necesidades y características de los alumnos, y les aportan los beneficios derivados del uso del ordenador como herramienta mediadora del aprendizaje. El objetivo principal de estos programas es contribuir al desarrollo del sentido numérico para llegar a afrontar exitosamente no sólo los requerimientos de la escuela, sino también para resolver situaciones de la vida cotidiana.

Palabras clave: Cognición numérica, Conocimientos aritméticos, Dificultad de aprendizaje, Enseñanza Asistida por ordenador, Enseñanza de las matemáticas, Matemática temprana, Sentido numérico.

### Abstract

Nowadays society is involved in a continuous transformation process in which new technologies have an important role. Educational methods are also involved in a process in which the use of new techniques and tools becomes essential. Consequently, the final goal proposed by every educational change is obtaining an advantage for the community, and this article aims to provide new tools that support finding constructive

goals in education. Currently, the international assessment for Spanish students and specifically in math is uncertain and should be improved. Therefore, «Playing with numbers 1 and 2» is presented as an innovative and unconventional computer tools that contribute improving math skills for pre-school and elementary education students, a critical period for the development of mathematic abilities. «Playing with numbers 1 and 2» are two pieces of software built on cognitive models of numerical learning and adapted to educative needs and students characteristics. This software can provide them the benefits of computer used as a learning mediating tool. The main objective of these programs is to contribute for development of number sense to get successfully overcomes not only the requests of the school, but also to familiarize users with number sense everyday life situations.

Keywords: Number cognition, Learning disabilities, Computer assisted instruction, Mathematics education, Early mathematics, Number sense, Educational software.

### **Beneficios del uso de las nuevas tecnologías en la enseñanza-aprendizaje de las habilidades escolares**

En la actualidad, el interés creciente por el uso de las nuevas tecnologías y su aplicación en la enseñanza ha permitido que el acceso a los ordenadores en la escuela sea un hecho generalizado. Gracias a ello, el número de intervenciones educativas que los emplean, como medio para llevar a cabo distintos programas instruccionales, se encuentra en alza.

A rasgos generales, el uso de la Enseñanza Asistida por Ordenador (EAO) supone para el estudiante una posibilidad educativa abierta a la práctica continuada, y por tanto, sin restricciones de espacio, tiempo y apoyo. Asimismo, persigue la mejora de sus destrezas adaptándose a sus necesidades, y favoreciendo el aprendizaje de manera personalizada e individual (Judge, Puckett, y Cabuk, 2004). Esta última ventaja, se traduce, igualmente,

en un beneficio para el docente, ya que facilita la instrucción del alumno sin necesidad de una supervisión continua por parte del profesor (Butterworth y Laurillard, 2010). Por otro lado, la privacidad de los resultados que ofrece este tipo de enseñanza, permite al alumno evitar las consecuencias negativas derivadas de la difusión de sus errores y al mismo tiempo incrementa su tolerancia a la frustración (Butterworth et al., 2010; Schunk y Pajares, 2005). Como consecuencia de ello, el estudiante puede aumentar su interés y participación favoreciendo, de este modo, la persistencia en la tarea, fomentando la práctica, y reforzando los procesos cognitivos implicados en la tarea en cuestión (Ke, 2008; Vernadakis, Giannousi, Derri, Michalopoulos, y Kioumourtzoglou, 2012).

Butterworth et al. (2010), aludieron a los aspectos positivos derivados de la intervención basada en el uso de ordenador como mediador del aprendizaje, clasificándolos en tres grandes

bloques: los beneficios obtenidos por el alumno, el profesor y la investigación aplicada. Para el alumno supone una motivadora posibilidad destinada a la mejora de sus destrezas con base en sus necesidades y características específicas. Su aplicabilidad a diversos perfiles de competencia, supone una ventaja además para los profesores, quienes pueden planificar una intervención individualizada al rendimiento de cada alumno. Pero a pesar de los beneficios que los profesores pueden obtener del empleo de las nuevas tecnologías, su actitud no siempre es positiva hacia las mismas (Hinojo y Fernández, 2002). Por otro lado, las intervenciones basadas en este tipo de instrucción muestran una consistencia difícil de lograr con otros métodos, evitando los errores en el registro de datos y el acceso de variables extrañas a la investigación.

A todas estas ventajas podemos añadir la posibilidad de trabajar de manera grupal en el aula (Aragón, Aguilar, Navarro, y Araújo, 2015; Vernadakis et al., 2012) y su uso como herramienta de registro, no sólo favoreciendo la fiabilidad de los resultados propios de la investigación, sino además constituyendo una fuente valiosa de información sobre el progreso de las habilidades académicas tratadas (Vernadakis et al., 2012).

En consecuencia, durante los primeros años de aprendizaje la instrucción

computarizada puede ser especialmente ventajosa en el perfeccionamiento de las capacidades de orden superior, alzándose como una herramienta de gran utilidad para el logro de este objetivo (Ayvaci y Devecioglu, 2010). La investigación sugiere que el uso de la EAO aumenta el éxito de los estudiantes y el desarrollo de habilidades de pensamiento (Ayvaci et al., 2010; Halpern, Millis, Graesser, Butler, Forsyth, y Cai, 2012), ya que este tipo de instrucción estimula los procesos de comprensión en lugar de fomentar las estrategias de memorización (Döst, Saglam, y Altay, 2011). Del mismo modo, contribuye al perfeccionamiento de capacidades de tipo sensorial, emocional y psicomotriz (Ayvaci et al., 2010).

Los estudios basados en el empleo de software educativo han mostrado su eficacia en el tratamiento del alumnado con dificultades en el aprendizaje y de bajo nivel socioeconómico (Aragón, Aguilar, Navarro, y Araújo, 2015; Navarro, Aguilar, Marchena, Alcalde, y Gallardo, 2010). Trabajos como los de Räsänen, Salminen, Wilson, Aunio y Dehaene (2009) y Wilson, Dehaene, Dubois, y Fayol (2009), han proporcionado hallazgos importantes que han servido de guía para establecer pautas a lo hora de llevar a cabo estudios posteriores. Una reciente revisión sobre distintos programas de intervención señala algunos resultados contra-

dictorios de programas basados en la Enseñanza Asistida por Ordenador y propone pautas para mejorar la eficacia de los mismos (Mononen, Aunio, Koponen, y Aro, 2014).

Existen distintas maneras de planificar los programas de instrucción usando el ordenador como herramienta. Por un lado, encontramos autores que subrayan la importancia y la necesidad de que los programas de enseñanza basados en nuevas tecnologías sean usados, única y exclusivamente, como complementarios a otros métodos de enseñanza, y en ningún modo aislados de otros procedimientos instructivos (Gee, 2009; Klopfer, Osterweil, y Salen, 2009). Por otro lado, se defiende el valor y la eficacia de la EAO, y la sitúan como más efectiva que la enseñanza tradicional (Demir y Kabadayı, 2008). De una manera u otra, según la investigación reciente, se hallan resultados positivos a favor de la EAO como herramienta para la mejora de las habilidades académicas (Ihmedieh, 2010; Melton, Graf, y Chopak-Foss, 2009), especialmente en el ámbito de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (véase por ejemplo, Klinkenberg, Straatemeier, y van der Maas, 2011).

### **Situación actual del conocimiento matemático en España**

El pensamiento matemático es una parte fundamental de las funciones

cognitivas humanas. A edades tempranas es esencial la comprensión de los números y las cantidades para llegar a afrontar exitosamente no sólo las demandas escolares, sino también resolver situaciones de la vida cotidiana. Sin embargo, el desempeño actual de los estudiantes españoles en la materia refleja resultados poco ventajosos. Los alumnos españoles arrojan puntuaciones más bajas que las de otros países con similar nivel de desarrollo socioeconómico. La reciente publicación del informe del Ministerio de Educación (2014) «Sistema estatal de indicadores de la educación», recoge los resultados del International Study Center. Establece cuatro puntuaciones de referencia a partir de las cuales se estructuran cinco niveles de rendimiento. La descripción de los conocimientos y destrezas señala que el promedio global en Matemáticas de los alumnos españoles fue de 482 puntos, distribuyéndose porcentualmente según el nivel de rendimiento de la siguiente forma: el 13% se sitúa en el nivel muy bajo, el 31% en el nivel bajo, el 39% en el nivel intermedio, el 16% en el nivel alto y tan solo un 1% en el nivel avanzado. De esta forma, los resultados de estudiantes españoles presentan diferencias considerables con respecto al promedio de los de otros países de la OCDE, sobre todo en los niveles muy bajo, bajo y avanzado.

Además de los resultados anterior-

res, una proporción entre el 3 y el 10% del alumnado presenta problemas con operaciones aritméticas, siendo identificados como alumnos con Dificultades de Aprendizaje Matemáticas (DAM), o discalculia (Artiles, Jiménez, y Rodríguez, 2007; Desoete, Roeyers y DeClercq, 2004). Para conocer sus perfiles cognitivos y las posibilidades de rehabilitación, se han propuesto varias tipologías de niños con DAM (Bartelet, Ansari, Vaessen, y Blomert, 2014). Sin embargo, es especialmente importante intentar comprender mejor las señales tempranas de estas dificultades de aprendizaje, tanto para la prevención como para la intervención, ya que los problemas asociados son persistentes en el tiempo (Shalev, Manor, y Gross-Tsur, 2005).

Por ello, con base en las ventajas derivadas del uso del ordenador como mediador del aprendizaje es pertinente ofrecer instrumentos computarizados que potencien estas destrezas matemáticas, esenciales para progresar y alcanzar no sólo logros de tipo académico, sino también para responder adecuadamente a las demandas del mundo social en que el estudiante se halla inmerso.

### **Aplicabilidad de la enseñanza asistida por ordenador al desarrollo matemático infantil**

La investigación ha establecido que el conocimiento matemático temprano

de los niños predice fuertemente su éxito posterior en matemáticas. Más sorprendente es que el conocimiento matemático del niño preescolar predice el rendimiento incluso en la enseñanza universitaria (Sarama, Lange, Clements y Wolfe, 2012). Estos contenidos básicos están presentes en la vida cotidiana (Muñoz, 2005). En consecuencia, el alumnado necesita adquirir y desarrollar un conocimiento sólido de las matemáticas en sus primeros años. En ese periodo de tiempo es crucial desarrollar el sentido numérico, definido como aquella capacidad basada en la fluidez y flexibilidad para manipular y comprender los números y las operaciones aritméticas, junto con la destreza para hacer juicios aritméticos derivados de ésta comprensión, alzándose como estrategias eficaces en situaciones que requieran el uso de conceptos matemáticos.

Concretamente, entre los 3 y los 6 años, implica un conjunto de habilidades relacionadas con el conocimiento de los números y las operaciones, tales como: la discriminación de pequeñas cantidades, la subitización, la cardinalidad, la comparación de magnitudes numéricas y la transformación de conjuntos. El sentido numérico se encuentra constituido por tres elementos claramente diferenciados como son: el conteo, el conocimiento numérico y las operaciones numéricas (Jordan, Glutting, y Ramineni, 2008). Los in-

investigadores señalan que los déficits en el sentido numérico pueden tener una relación causal con la aparición de la discalculia (Butterworth, 2010), por lo que la intervención temprana parece muy conveniente para la prevención de este problema. Son numerosos los programas o currículos destinados al aprendizaje matemático en Educación Infantil que han demostrado mejorar las habilidades matemáticas de los alumnos y que han mostrado su eficacia en el alumnado con riesgo de presentar dificultades de aprendizaje de las matemáticas (Aragón et al., 2015; Clements y Sarama, 2011; Ginsburg, Greenes, y Balfanz, 2003; Griffin, 2004; Rivas, 2014).

En consecuencia, es un objetivo a de este trabajo la obtención de herramientas computarizadas de intervención educativa que contribuyan al desarrollo lógico-matemático del estudiante, beneficiándose, de este modo, de las ventajas del uso de las nuevas tecnologías, en este sentido, a continuación se presenta el software «Jugando con números», una línea de programas informáticos destinada a la adquisición del sentido numérico y a la prevención de dificultades de aprendizaje de las matemáticas.

### **«Jugando con números»: Una nueva propuesta para la intervención en matemática infantil**

«Jugando con números» nace en respuesta a la necesidad de aportar materiales novedosos basados en la metodología EAO. Se elabora con la finalidad de ofrecer apoyo al alumno en la adquisición del sentido numérico, considerándolo como un conjunto de habilidades relacionadas con el conocimiento de las operaciones y de los números. Estas destrezas se alcanzan como precursores de dominio específico del rendimiento matemático y constituyen un factor clave a tener en cuenta en la aparición de DAM (Jordan et al., 2008).

Actualmente, disponemos de dos programas computarizados de la serie «Jugando con Números»: «Jugando con Números 1 y 2». Ambos programas están basados en modelos cognitivos del aprendizaje numérico (Gelman y Gallistel, 1978; Piaget y Szeminska, 1941; Resnick, 1989) y el currículo escolar de Educación Infantil y Primaria.

Concretamente, «Jugando con Números 1» se centra en el aprendizaje de conceptos de tipo numérico. El contenido de este primer software se completa con las actividades de «Jugando con Números 2», con el que se trabajan en mayor medida nociones de tipo relacional y numérico.

Los programas «Jugando con Números» se componen de tareas de fácil manejo, especialmente elaboradas para ser efectuadas por niños de Educación Infantil y primer ciclo de Educación

Primaria. Asimismo, poseen distintos niveles de dificultad que hacen posible su uso en ambos ciclos educativos y con estudiantes que presenten DAM.

Atendiendo a la población a la que se dirigen estas herramientas educativas, «Jugando con Números 1 y 2» presentan características que las convierten en herramientas atractivas y motivadoras para el estudiante. El entorno de juego y la inclusión de personajes, como niños o extraterrestres, y voces infantiles, contribuyen a atraer la atención de los alumnos y fijarla en la tarea a resolver.

Es importante mencionar que los programas «Jugando con Números» son reforzantes e interactivos. Cuando el usuario responde a una actividad siempre recibe una retroalimentación en función de su respuesta. Si la respuesta es errónea existen pantallas de feedback con el fin de aclarar y consolidar el concepto, previniendo futuros errores. En caso contrario, ante una ejecución adecuada, el alumno recibe una retroalimentación positiva.

### **Descripción del software «Jugando con Números 1.0»**

«Jugando con Números 1» engloba distintos tipos de actividades, con objetivos y niveles diferentes. Entre ellas encontramos las tareas: Aprendiendo a contar, Cadenas, Calcular y Comenúmeros.

1 Aprendiendo a contar: Esta acti-

vidad está destinada a la adquisición del recitado de la secuencia numérica, es decir, el conteo. Este grupo de actividades contribuye al desarrollo de estrategias de conteo más complejas y evolucionadas, de modo que la práctica continuada contribuye a la adquisición de una mayor y destreza a la hora de contar.

Este bloque de actividades consta de una secuencia de 28 ejercicios, presentados de forma ordenada atendiendo a su nivel de dificultad. Dicho nivel de complejidad, varía en función del número de elementos que aparecen en la pantalla del ordenador, y que el niño debe contar. Los primeros ejercicios alcanzan un máximo de 5 elementos que contar, aumentándose en los siguientes niveles hasta 9, 15 y 20 elementos. El alumno debe señalar cada uno de los objetos presentados sin repetir ninguno de ellos; en caso de error aparece una pantalla de ayuda.

2 Cadenas de números: Esta actividad persigue el dominio de la secuencia numérica. Consta de 20 ejercicios agrupados en dos secciones. La primera comprende 9 ejercicios destinados al aprendizaje de la secuencia numérica hasta el 10 mientras que la segunda sección cuenta con 11 tareas, y se ocupa de la instrucción de la secuencia numérica hasta el 20. La tarea consiste en trasladar sobre la pantalla a un marciano a lo largo de una cadena de

casillas que representan una secuencia numérica, contribuyendo a la adquisición de la estabilidad en el recuento (Fig. 2).

Pero además del conocimiento de los números y la secuencia numérica, es fundamental familiarizar a los alumnos con las operaciones básicas, insistiendo en su práctica continuada y favoreciendo el desarrollo de estrategias útiles para resolverlas correctamente. Por ello, el tercer grupo de ejercicios se dirige a la consecución de este objetivo.

3 Calcular: Su finalidad es desarrollar habilidades necesarias para asimilar la cardinalidad y realizar operaciones sencillas de sumas y restas. En este bloque encontramos tres secciones: contar, sumar y restar. En la primera sección, se presentan una serie de elementos que el usuario debe contar, a diferencia del bloque Aprendiendo a contar. Una vez contados los objetos, el estudiante debe señalar en una calculadora el número de objetos enumerados. De este modo, se completan los conceptos trabajados en la primera actividad, reforzándose las estrategias de conteo y el reconocimiento de las representaciones numéricas arábigas hasta el número 20. Las secciones sumar y restar muestran una presentación similar entre sí, en ambas tareas el usuario debe completar una caja de lápices realizando un cálculo de tipo

parte-todo.

En la sección de sumar se pide verbalmente al estudiante que introduzca un número determinado de lápices en una caja que no está vacía. Una vez colocados deberá resolver la suma para conocer el total de lápices que contiene la caja (Fig. 3). Cuando resuelva la operación el estudiante deberá señalar el resultado de la suma en la calculadora.

Por otro lado, en la sección de restar (complementos de suma y resta) también hay lápices en la caja, pero esta vez se pide al sujeto que coloque lápices hasta que haya un determinado número. Posteriormente, aparece una calculadora en la que tendrá que indicar el número de elementos que faltan para completar la caja.

4 Comenúmeros: Es el último grupo de actividades que contiene «Jugando con Números 1». En esta actividad caen caramelos con cifras en su interior y el estudiante debe pulsar el número correspondiente en el teclado del ordenador antes de que los caramelos toquen el suelo y exploten. Una vez pulsada la tecla correcta, el marciano se comerá el caramelo y se mencionará la cifra, reforzando de este modo la correspondencia entre la gráfica y la etiqueta verbal del número. Sin embargo, ante un error se produce un «calambre» en las antenas del marciano.

Las cifras que aparecen en el juego entre el 0 y el 9. corresponden a los números de cualquier teclado de ordenador, y fluctúan

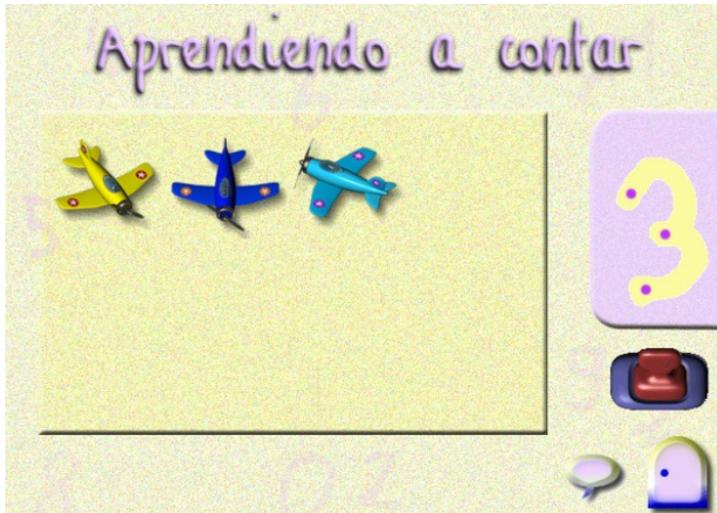


Figura 1. Ejemplo de actividades «Aprendiendo a contar» del programa «Jugando con Números 1»



Figura 2. Ejemplo de actividades «Cadena de números» de «Jugando con Números 1».

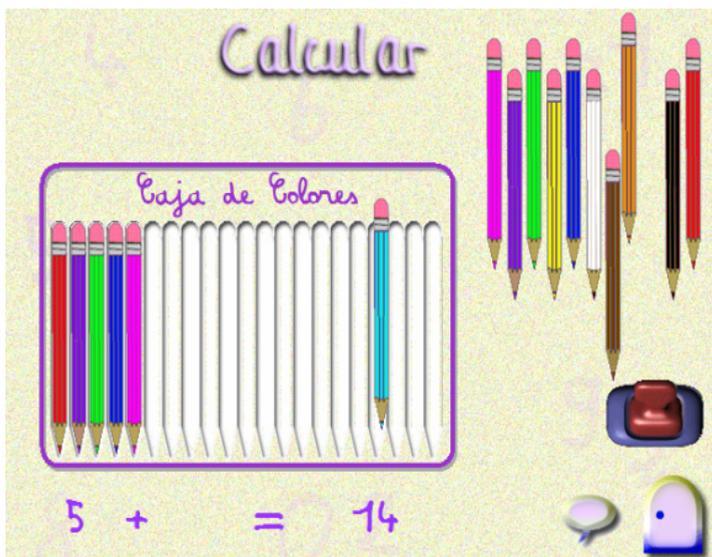


Figura 3. Ejemplo de actividades «Calcular-Restar» del programa «Jugando con Números 1».

### Descripción del software «Jugando con Números 2.0»

El software está constituido por una serie de actividades destinadas a favorecer el desarrollo lógico-matemático del estudiante mediante el uso de nuevas tecnologías. A continuación describimos cada uno de los bloques de actividades que componen este programa interactivo.

1 Clasificar: El objetivo de este bloque de actividades es profundizar en el concepto de agrupamiento de objetos, con el fin que el estudiante sea capaz de realizar a cabo clasificaciones en base a sus semejanzas y diferencias. Contribuye a la adquisición del principio de inclusión relacionado con el do-

minio de las clasificaciones jerárquicas y la comprensión de las relaciones parte-todo. Este grupo de actividades contiene tres niveles de dificultad que varía en función del número de elementos y de su distribución espacial. Cada nivel contiene tres tareas cada uno, en las que el alumnado debe agrupar elementos en base a una propiedad en común: el color.

2 Combinaciones: Este bloque de tareas entrena al estudiante en la resolución de problemas que contribuye a la adquisición del esquema parte-todo. De este modo, asume que el todo es mayor que las partes y se asimila la propiedad aditiva de las cantidades. Asimismo, conlleva la adquisición del dominio del principio de inclusión, en-

tendiendo que los números se comportan como conjuntos que están contenidos los unos en los otros. Estas tareas presentan dos niveles de dificultad, el primer nivel consta de cuatro y el segundo nivel de cinco tareas. En el primer nivel se presentan dos grupos de estrellas (partes), el alumno debe desplazar todos los elementos del primer grupo, para posteriormente deslizar todas las estrellas del segundo grupo. A continuación, el alumno debe realizar la adición que indicará el total de elementos sumados y señalar en una divertida calculadora el resultado de la operación.

En el segundo nivel el enunciado indica el todo y una parte, debiendo el alumno desplazar el grupo de elementos correspondientes a la parte que constituye la incógnita. Una vez realizada la operación de resta, debe señalar el resultado en la calculadora (Fig. 4).

3. Comparaciones: Este grupo de tareas ofrece la posibilidad de realizar juicios de cantidad sin exigir precisión numérica. De este modo, empleando etiquetas verbales o lingüísticas como mayor o menor, el estudiante puede llevar a cabo adecuadamente la tarea y solucionar exitosamente las cuestiones planteadas. El objetivo de este bloque de actividades conduce a diferenciar elementos entre sí, y frente a un modelo. En esta actividad el alumno debe

indicar qué fila de las tres presentadas tiene más o menos números de cubos, o indicar que hilera contiene el mismo número de cubos que la fila modelo. Este bloque contiene dos niveles de dificultad con doce tareas cada uno de ellos.

4 Repartir: Estas actividades inician al alumno en la distribución de elementos en grupos iguales. El estudiante debe repartir marcianos entre una serie de niños con la condición de que al final del reparto todos tengan el mismo número de marcianos. Existe un único nivel de dificultad que presenta 5 tareas a su vez. La complejidad de las tareas es aleatoria, y aumenta cuando el número de niños y marcianos es mayor.

5 Discriminar: Con este bloque de tareas se persigue que el alumno sea capaz de asimilar correctamente el valor cardinal del número. Además, se pretende llegar a automatizar este concepto y lograr la inhibición de información irrelevante y distractora, a la hora de dar una respuesta rápida en base al concepto de cardinalidad. Asimismo, se trabajan aspectos relacionados con la subitización. El alumno debe señalar cuál de los dos números que se presentan en la pantalla es mayor, atendiendo al valor cardinal e ignorando el tamaño físico de su representación arábica (Fig. 5). El tiem-

po de presentación y decisión es de 3 segundos, y se suceden 12 tentativas en cada tarea. Hay tres niveles de dificultad en función del número de cifras que tengan los números que el estudiante debe comparar.

6 Ordenar: La finalidad de esta actividad es que el estudiante asimile la seriación y por tanto que adquiera la serie ordenada de números enteros y de sus correspondientes etiquetas verbales, volviéndose capaz de identificar series numéricas ordenadas en sentido directo e inverso. Se presentan cuatro opciones de respuesta, y el alumno deberá seleccionar aquella opción en el que los elementos (números u objetos) estén ordenados de mayor a menor o viceversa (Fig. 18). Encontramos tres

niveles de dificultad en función del tipo de elemento presentado, pudiendo ser objetos o números del 0 al 9 y del 10 al 20. Cada nivel está compuesto por una sucesión de ocho tareas a su vez.

7 Recta numérica: Este bloque está destinado al perfeccionamiento del conteo y la estimación. Se presenta una línea numérica y el alumno debe señalar dónde se encuentra el número indicado (Fig. 6). Estas actividades contienen cuatro niveles de dificultad en función de las secuencias de números que aparecen en pantalla y de la presencia o no de la representación arábica de los números de la línea numérica.



Figura 4. Ejemplo de actividades «Combinar» del programa «Jugando con números 2».



Figura 5. Ejemplo de actividades «Discriminar» del programa «Jugando con números 2»



Figura 6. Ejemplo de actividades «Recta numérica» del programa «Jugando con números 2».

### Conclusiones

El interés en trabajar el sentido numérico radica en la importancia que este concepto tiene en los primeros

años, que resulta crucial para el desarrollo de las habilidades matemáticas tempranas. Tanto es así, que las diferencias entre los pequeños en las habilidades que componen el sentido

numérico son determinantes en el desarrollo de la destreza. Por ejemplo, aquellos niños que tienen un conocimiento previo de los principios que sirven de base al conteo (Gelman et al., 1978), pueden aplicar estrategias efectivas que les lleven a resolver satisfactoriamente situaciones planteadas, a diferencia de los pequeños que no han sido expuestos a esta información y no son capaces de dar sentido a estas actividades de conteo. Asimismo, los niños en edad escolar deben ser capaces de dar respuesta a operaciones aritméticas simples y de hacer juicios de cantidad de manera paralela a la adquisición, una representación lineal de la magnitud. De no ser así, este déficit podría conllevar graves dificultades que afectarían al futuro rendimiento matemático de los alumnos. Del mismo modo, la noción de la línea numérica hasta el 100 debería alcanzarse normalmente antes de los 6 años (Siegler y Ramani, 2004) y al constituir la base sobre la que se adquieren conceptos más avanzados y procedimientos matemáticos complejos (Schneider, Grabner, y Paetsh, 2009), también podría suponer una importante fuente de dificultad que atrasase el desarrollo de la competencia matemática. Actualmente, los datos que ofrecen los informes oficiales sobre las competencias educativas de los alumnos españoles no son alentadores, por lo que es necesario comprometernos con la mejora de

estos resultados aportando herramientas y metodologías que promuevan un cambio positivo en el conocimiento y la motivación del alumnado.

El software «Jugando con números» no descuida ninguno de los tres aspectos que según Jordan et al. (2008) componen el sentido numérico, ya que presta atención tanto al desarrollo del conteo, como al conocimiento numérico, así como a las operaciones numéricas, ofreciendo actividades destinadas a potenciar cada uno de estos factores esenciales en el aprendizaje matemático temprano (Aunio, Hautamäki, y Van Luit, 2005).

Estos y otros aspectos matemáticos básicos son los que se trabajan mediante «Jugando con números», con el fin de obtener una herramienta útil en aquellos casos en que los pequeños no estén familiarizados con estos contenidos previos e informales, facilitando su adquisición gracias a los beneficios derivados del uso del ordenador como mediador del aprendizaje. Mediante la intervención a través de este software se pretende evitar que los pequeños caigan en desventaja con respecto a sus compañeros, lo cual traería consigo un avance con menor rapidez en la construcción del conocimiento matemático, y un aumento de las diferencias previas existentes entre ellos.

## Referencias

- Aragón, E. L., Aguilar, M., Navarro, J. I., y Araújo, A. (2015). Efectos de la aplicación de un programa de entrenamiento específico para el aprendizaje matemático temprano en educación infantil. *Revista Española de Pedagogía*, 206, 99-113.
- Artiles, C., Jiménez, J. E., y Rodríguez, C. (2007). *Cuestionario para la detección temprana de las dificultades específicas de aprendizaje en lectura, escritura y cálculo* (CUDEA). Dirección General de Ordenación e Innovación Educativa del Gobierno de Canarias.
- Aunio, P., Hautamäki, J., y 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: <http://doi.org/fbtqs6>
- Ayvaci, H. S. y Devecioglu, Y. (2010). Computer-assisted instruction to teach concepts in pre-school education. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2, 2083-2087. DOI: <http://doi.org/b39k8c>
- Bartelet, D., Ansari, D., Vaessen, A., y Blomert, L. (2014) Cognitive Subtypes of Mathematics Learning Difficulties in Primary Education. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 657-670. DOI: <http://doi.org/xk9>
- Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in Cognitive Sciences*, 14(12), 534-541. DOI: <http://doi.org/bnj5q6>
- Butterworth, B. y Laurillard, D. (2010). Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. *ZDM Mathematics Education*, 42, 527-539. DOI: <http://doi.org/bsbbwr>
- Clements, D. H., y Sarama, J. (2011). Early childhood mathematics intervention. *Science*, 333(6045), 968-970. DOI: <http://doi.org/c2cdtr>
- Demir, N. y Kabadayı, A. (2008). Comparison of Traditional and Computer -Assisted Teaching Methods for Preschoolers' Color Concept Acquisition. *International Journal of Human Sciences*, 5(1) 1-18.
- Desoete A., Roeyers H. y De Clercq A. (2004). Children with mathematics learning disabilities in Belgium. *Journal of Learning Disabilities* 37(1), 50-61. DOI: <http://doi.org/fpxqmp>
- Döst, S., Saglam, Y., 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
- Gee, J. P. (2009). Deep learning properties of good digital games: how far can they go? In U. Ritterfeld, M. Cody, y P. Vorderer (Eds.), *Serious games: Mechanisms and effects* (pp. 65–80). New York y London: Routledge.
- Gelman, R. y Gallistel, C. (1978). *The Child's Understanding of Number*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Ginsburg, H. P., Greenes, C., y Balanz, R. (2003). *Big Math for Little Kids*. Parsippany, NJ: Dale Seymour Publications.
- Griffin, S. (2004). Building number sense with Number Worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19, 173–180. DOI: <http://doi.org/ckr3sj>
- Halpern, D. F., Millis, K., Graesser, A. C., Butler, H., Forsyth, C., y 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: <http://doi.org/xmb>
- Hinojo, F. J., y Fernández, F. (2002). Diseño de escalas de actitudes para la formación docente en tecnologías. *Comunicar*, 19, 120-125.
- 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: <http://doi.org/cnbpkip>
- Jordan, N. C., Glutting, J. y Ramineni, C. (2008). A number sense assessment tool for identifying children at risk for mathematical difficulties. In A. Dowker (Ed.), *Mathematical difficulties: Psychology and intervention* (pp. 45-58). San Diego, CA: Academic Press. DOI: <http://doi.org/cvq7vc>
- Judge, S., Puckett, K. y Cabuk, B. (2004). Digital equity: New findings from the early childhood longitudinal study. *Journal of Research on Technology in Education*, 36(4), 383-396.
- Ke, F. (2008). Computer games application within alternative classroom goal structures: cognitive, metacognitive, and affective evaluation and interpretation. *Educational Technology Research and Development*, 56, 539–556. DOI: <http://doi.org/fk62k4>
- Klinkenberg, S., Straatemeier, M. y 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: <http://doi.org/c2tc94>
- Klopfer, E., Osterweil, S., y Salen, K. (2009). *Moving learning games forward: Obstacles, opportunities, y openness*. <http://goo.gl/b1UvQ0> (consultado el 5-11-2012).
- MEC. (2014). *Sistema estatal de indicadores de la educación*. Madrid. <http://goo.gl/ANRPgw> (consultado el 7-10-2014)
- Melton, B., Graf, H., y 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. DOI: <http://doi.org/xmc>
- Mononen, R., Aunio, P., Koponen, T., y Aro, M. (2014). A review of early numeracy interventions for children at risk in mathematics. *International Journal of Early Childhood Special Education*, 6(1), 25-54.
- Muñoz, J. (2005). 25<sup>2</sup> líneas: las matemáticas en la televisión. *Comunicar*, 25.
- Navarro, J.I., Aguilar, M., Marchena, E., Alcalde, C., y Gallardo, J. (2010). Evaluación del conocimiento matemático temprano en una muestra de 3º de Educación Infantil. *Revista de Educación*, 352, 601-615.
- Piaget, J., y Szeminska, A. (1941). *Génesis del número en el niño*. Buenos Aires, AR: Guadalupe.
- Räsänen, P., Salminen, J., Wilson, A.J., Aunio, P., y Dehaene, S. (2009). Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills. *Cognitive Development*, 24, 450-472. DOI: <http://doi.org/cznbqp>
- Resnick, L. B. (1989). Developing mathematical knowledge. *American Psychologist* 44(2), 69-162. DOI: <http://doi.org/dh9wsw>
- Rivas, M. (2014). *Diseño y aplicación de dos programas de Matemática temprana con alumnado de Educación Infantil* (Tesis doctoral). Universidad de Cádiz, Cádiz.
- Sarama, J., Lange, A. A., Clements, D. H., y Wolfe, C. B. (2012). The impacts of an early mathematics curriculum on oral language and literacy. *Early Childhood Research Quarterly*, 27, 489– 502. DOI: <http://doi.org/chrmt8>
- Schneider, M., Grabner, R. H., y Paetsch, J. (2009). Mental number line, number line estimation, and mathematical achievement: Their interrelations in grades 5 and 6. *Journal of Educational Psychology*, 101(2), 359-372. DOI: <http://doi.org/cxtejz>
- Schunk, D. H., y Pajares, F. (2005). Competence perceptions and academic functioning. In A. J.

- Elliot, y C. S. Dweck (Eds.), *Handbook of competence and motivation* (pp. 85–104). New York, NY: Guilford Press.
- Shalev, R. S., Manor, O., y Gross-Tsur, V. (2005). Developmental dyscalculia: A prospective six-year follow-up. *Developmental Medicine y Child Neurology*, *47*, 121-125.
- Siegler, R. S., y Ramani, G. B. (2008). Playing linear numerical board games promotes low-income children's numerical development. *Developmental Science*, *11*(5), 655–661. DOI: <http://doi.org/cvt5zk>
- Vernadakis, N., Giannousi, M., Derri, V., Michalopoulos, M., y Kioumourtzoglou, E. (2012). The impact of blended and traditional instruction in students' performance. *Procedia Technology*, *1*, 439–443. DOI: <http://doi.org/xmd>
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Dubois, O., y Fayol, M. (2009). Effects of an Adaptive Game Intervention on Accessing Number Sense in Low-Socioeconomic-Status Kindergarten Children. *Mind, Brain, and Education*, *3*(4), 224-234. DOI: <http://doi.org/fb5mvj>

---

*Estivaliz Aragón Mendizábal.* Doctora en el Departamento de Psicología. Universidad de Cádiz. Ha desarrollado su tesis doctoral sobre la eficacia del e-aprendizaje a través de la implementación de un programa de entrenamiento en matemática temprana. Ha sido becaria de investigación durante 4 años, donde también ha ejercido la docencia en psicología. Su trayectoria como investigadora en el área de la cognición matemática le ha permitido desarrollar una estancia con la Dra. Passolunghi, en la Universidad de Trieste.

*Gonzalo Ruiz Cagigas.* Licenciado en Ciencias y Doctor por el programa de Psicología de la Universidad de Cádiz. Desde hace años ejerce la docencia en el Departamento de Ingeniería Informática de la UCA y fue uno de los que iniciaron el grupo de investigación HUM634. Su trabajo investigador se ha centrado en el desarrollo de software educativo para diferentes colectivos.

*Agradecimiento.* Trabajo co-financiado con los proyectos EDU2011-22747 del plan nacional I+D+i y por el P09-HUM4918 del PAIDI.

*Correspondencia.* Estivaliz Aragón Mendizábal. Departamento de Psicología. Universidad de Cádiz. Campus Río San Pedro. 11510 Puerto Real (Cádiz, España). Email: [estivaliz.aragon@uca.es](mailto:estivaliz.aragon@uca.es)