

Procesamiento numérico y cálculo: Implicaciones educativas

**María Pilar Salguero Alcañiz
y José Ramón Alameda Bailén**

Departamento de Psicología. Universidad de Huelva

El estudio del procesamiento de los números y del cálculo ha cobrado especial importancia en las dos últimas décadas. La evidencia empírica proviene fundamentalmente de la Psicología Experimental y de la Neuropsicología Cognitiva. Los trabajos realizados desde estos campos tienen como objetivo conocer los procesos cognitivos responsables del procesamiento numérico y del cálculo, de esta forma contribuyen a la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de estas habilidades. En este artículo se recogen algunos resultados de interés para la práctica educativa.

Palabras clave: procesamiento numérico, cálculo, efecto frecuencia, facilitación semántica, acalculia.

Abstract: The study of number processing and calculation has taken an especial importance at two last decade. The empiric evidence comes from Experimental Psychology and Cognitive Neuropsychology fundamentally. Theses studies have like objective to know the cognitive processes that are responsible for number processing and calculation, and so contribute to the improvement of teaching and learning processes. This article presents some findings interesting for educative practice.

Key words: number processing, calculation, frequency effect, semantic facilitation, acalculia.

1. Introducción

El objetivo del estudio de los procesos subyacentes al procesamiento numérico y al cálculo es ayudar a conocer los factores que lo determinan y así, optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje de estas habilidades. En otras palabras, se puede decir que el conocimiento preciso de los procesos cognitivos implicados en el procesamiento numérico y en el cálculo puede permitirnos mejorar los aprendizajes, tanto de niños en proceso de adquisición y desarrollo de estas habilidades, como de aquellos niños que presentan trastornos evolutivos en este ámbito (discalculia). De ahí, que los estudios sobre el procesamiento numérico en adultos normales y en pacientes con trastornos neurológicos adquiridos puedan resultar de gran interés pedagógico, ya que aunque no aporten información directa sobre la práctica educativa, sí que proporcionan a los docentes un marco teórico general para la comprensión y reflexión de estos aprendizajes.

En este artículo se recogen algunos de los resultados más relevantes desde el punto de vista educativo de las últimas investigaciones realizadas sobre el procesamiento de los números arábigos, tanto desde la Psicología Experimental como desde la Neuropsicología Cognitiva, haciendo especial hincapié en las implicaciones que estos hallazgos puedan tener para la práctica educativa.

2. Procesamiento alfabético

En primer lugar, conviene recordar que los modelos de lectura de palabras asumen la existencia de dos rutas, una directa o léxica a través de la cual se accede directamente al significado de una palabra; y otra ruta fonológica, que consiste en aplicar las reglas de conversión grafema-fonema (CGF) para leer las palabras, es decir, transforma los símbolos escritos en sonidos y a partir de éstos se accede al significado de la palabra, de ahí que se considere una vía indirecta. El uso de una u otra ruta para la lectura parece estar determinado por la frecuencia de uso de la palabra, de manera que para las palabras más frecuentes se emplearía la ruta directa o visual, y para las menos frecuentes o no frecuentes (no palabras y pseudopalabras) se utilizaría la ruta indirecta o fonológica. Estos son los principios básicos del modelo de reconocimiento de palabras denominado de Doble Ruta.

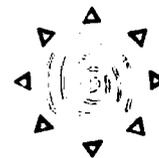
En este contexto, la variable frecuencia de uso se ha consolidado como el factor más influyente en el procesamiento de las palabras, así se ha puesto de manifiesto tanto desde la Psicología Experimental como desde la Neuropsicología Cognitiva. La existencia de este consistente efecto de la frecuencia es una de las razones que justifican que en cualquier método de aprendizaje de la lectura, ya sea analítico o globalizado, las primeras palabras que aprenden los niños sean aquellas referentes a objetos, situaciones o personas de su entorno más cercano, y que por tanto, son para ellos más familiares o más frecuentes. En este punto, hay que tener en cuenta que la familiaridad y la frecuencia de uso comparten la misma interpretación teórica, únicamente se trata de un procedimiento de operacionalización diferente, en cualquier caso las distintas estimaciones de frecuencia están altamente correlacionadas; cuantificándose esta correlación en torno a 0,8. Por otra parte, la variable frecuencia de uso también justifica que las principales diferencias entre niños que presentan dificultades en la lectoescritura y los buenos lectores, se produzcan en las palabras de poca frecuencia.

3. Procesamiento numérico

Los números son símbolos y como tales, están formados por un significado y un significante. El significado de los números normalmente es una cantidad, pero esto no es siempre así, ya que existen números que en algunos contextos pueden usarse y de hecho se usan frecuentemente como referentes ordinales o nominales. En estos casos, el acceso al significado se realizaría a través de una vía directa, desde el estímulo al almacén semántico, por lo que no sería necesario que actuara el sistema de procesamiento numérico, ya que no habría que aplicar las reglas de composición y descomposición numérica. De la misma manera, para los números arábigos familiares, existiría un vínculo directo entre el input visual y un almacén semántico de conocimiento, de forma que estos números no requieren ser descompuestos por el sistema de procesamiento numérico para ser reconocidos (Alameda, Cuetos y Brysbaert, en prensa).

Por lo tanto, se podría establecer un paralelismo entre la lectura de símbolos alfabéticos y numéricos. En ambos procesamientos, parecer que existe una ruta léxica directa, mediante la cual se accede al significado de los números o de las palabras, y otra ruta indirecta que en el caso de las palabras requiere la aplicación de las reglas de CGF y en el caso de los números, supone el empleo de los correspondientes algoritmos de conversión, o lo que es lo mismo, las reglas de composición y descomposición numérica.

Pero existe una diferencia fundamental entre el procesamiento de los números y el de las palabras, y es que los números aparentemente no necesitan de representación léxica. Parece que no es posible que exista una representación interna para cada número, y es lógico, pues defender lo contrario exigiría postular un número infinito de representaciones. Aparentemente, lo único que necesitamos para leer y comprender cualquier número es conocer los diez primeros dígitos y unas reglas



combinatorias que nos permiten formar, con estos diez dígitos, unidades mayores. De forma más exacta, se puede decir que nuestro sistema de numeración, tanto oral como escrito, está formado por los siguientes elementos: Los «primitivos lexicales» que son los nombres para los números del 1 al 10, el 100 y 1.000; los «nombres para las decenas completas» que se forman combinando el nombre del primitivo correspondiente y añadiendo el sufijo «enta» (excepto en el caso del «veinte»); los denominados «particulares», que son las formas verbales numéricas irregulares, por ejemplo en castellano los números del 11 al 15 y el quinientos; y por último, un «procedimiento combinatorio»; es decir, unas reglas combinatorias formadas por relaciones de suma y multiplicación, por ejemplo, para ochocientos veinticinco sería $8 \times 100 + 20 + 5$.

Por otra parte, hay que hacer una distinción entre el conocimiento numérico de carácter enciclopédico o léxico y la representación de la cantidad (Cohen, Dehaene y Verstichel, 1994). El conocimiento léxico numérico indicaría el uso de los números en contextos en los cuales no es necesario la elaboración de la cantidad. Es el caso del contexto de designar, por ejemplo cuando dices «treinta y tres» al médico, compras perfume Chanel 5. Así como de algunos contextos ordinales, por ejemplo, vas al apartamento 405 de la calle 52 o vas a la puerta de embarque 34.

A pesar de que como ya se ha dicho, los números no necesitan una representación mental, algunos estudios han puesto de manifiesto diferencias en el procesamiento numérico en función de la frecuencia de uso del número y que por tanto, hace suponer que algunos números sí disponen de representación mental. Pero esto no quiere decir que todos los números dispongan de representación léxica. De acuerdo con Cuetos y Alameda (1997) es más probable para los siguientes números: Los números bajos, ya que son los de uso más frecuente y por tanto, sería más económico un acceso directo, que a través de la aplicación de un algoritmo. También los números que tienen connotaciones especiales, de carácter cultural, por ejemplo, las fechas históricas (1492, 1808, 1936, 1992,...), los números personales (el número del portal, el código postal, el número de teléfono, el número del D.N.I.,...), los números de marcas publicitarias (los modelos de coches 1500, 1430, 205; las marcas de coñac 501, 103, etc.).

Por otra parte, Cuetos y Alameda (1997) señalan que además de los números terminados en cero y cinco (15, 75, 100, 500, 1.000) hay algunos que destacan por su alta frecuencia tanto en la forma verbal como en la arábica. Uno de ellos es el «doce», probablemente por el uso de la docena con ciertos productos (por ejemplo, la docena de huevos) o como medida de tiempo (doce meses del año, doce horas del día, etc.). Por tanto, es probable que estos números dispongan de su propia entrada léxica.

4. Fuente de datos

En el marco de la Psicología Cognitiva, existen distintas aproximaciones teóricas y metodológicas que proporcionan evidencia empírica a la Psicolingüística en general y al estudio del procesamiento numérico y el cálculo en particular. Nos centraremos en dos de las principales fuentes de datos: la Psicología Experimental y la Neuropsicología Cognitiva.

4.1. Psicología Experimental

Desde la Psicología Experimental es muy abundante la evidencia empírica aportada respecto a la importancia de la frecuencia de uso de los números. Brysbaert (1995) y utilizando la técnica de seguimiento de los movimientos oculares, han puesto de manifiesto que los sujetos tienen fijaciones oculares más largas con los números menos frecuentes que con los más frecuentes, a pesar de que la medida de frecuencia estaba basada en una escala subjetiva con puntuaciones de 20 sujetos. También encuentran efectos asociados a la magnitud del número y de *priming*

de repetición en lectura (*naming*) de números arábigos, lo que indica que la recodificación fonológica tiene lugar después de acceder a la representación interna semántica del número. Estos resultados, sin duda, ponen de manifiesto que la frecuencia del número incide positivamente en el tiempo de reconocimiento de los mismos.

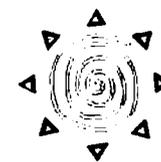
Resultados semejantes se han obtenido recientemente (Alameda, Cuetos y Brysbaert, en prensa) utilizando tareas de lectura (*naming*) y de identificación (desenmascaramiento progresivo) ya que se han observado efectos generalizados y facilitadores de la frecuencia de uso, en la línea de los resultados anteriormente comentados, los números de mayor frecuencia precisan menos tiempo de reconocimiento.

Por otra parte, se han realizado estudios en los que se ha utilizado la técnica del primado, que consiste en la presentación de dos estímulos separados por un intervalo de tiempo denominado SOA (*Stimuli Onset Asynchrony*). El primer estímulo se denomina *prime* (*estímulo primante, facilitador o contexto*) y al segundo se le denomina *target* (*estímulo primado, objetivo, test o diana*), y es el estímulo experimental propiamente dicho. La lógica del funcionamiento consiste en suponer que el estímulo contexto activa información que puede afectar (o no) directamente al estímulo test, facilitando o inhibiendo las latencias de respuesta en función de las características de la relación contexto-test. El supuesto básico consiste en que la presencia del *prime* facilitará la lectura del *target*, si éste se encuentra entre las representaciones léxicas activadas por el *prime*. En los estudios realizados para comprobar la existencia de efecto de *priming* semántico en el procesamiento numérico (Alameda, Cuetos y Brysbaert, en prensa) se ha utilizado como *prime* una palabra y como *target* un número con el que mantenía relación semántica (por ejemplo, seat-600). Los resultados ponen de manifiesto que el tiempo de reconocimiento de un número (*target*) puede reducirse si va precedido de una palabra (*prime*) con la que tiene relación semántica, por lo que se confirma la existencia de un efecto de facilitación semántica. Es decir, el *target* es una más de las representaciones activadas por el *prime*, de ahí que se reduzcan las latencias de respuesta cuando existe relación semántica entre *prime* y *target*. Si tenemos en cuenta que el *target* es un número, se puede concluir que si su reconocimiento se ve facilitado es porque tiene representación léxica (que ha sido activada por el *prime*), de lo contrario no hubiera aparecido efecto facilitador.

Además, estos resultados se han encontrado utilizando diferentes intervalos de exposición del *prime*, en concreto con 200, 84 y 57 milisegundos (Alameda, Cuetos y Brysbaert, en prensa), lo que pone de manifiesto la gran consistencia del efecto de facilitación semántica.

Todos estos datos confirman la hipótesis de la existencia de una doble ruta en el procesamiento numérico, lo que convierte a la frecuencia en una variable influyente en el procesamiento numérico, tanto de niños como de adultos.

Así lo han puesto de manifiesto Scheuer, Sinclair, Merlo y Tièche (2000) que han realizado un estudio con niños de entre 5 y 8 años en el que se les proponía que anotasen una serie de cantidades. Cuando se les pedía que explicasen sus producciones (*¿Cómo lo sabes? ¿Cómo se te ocurrió anotarlo así?*) las respuestas de los niños aludían fundamentalmente a dos vías de acceso, la cual estaba determinada por la frecuencia de uso del número. Así para los numerales frecuentes o relevantes en el ambiente, como 10 ó 100, solían aludir a una correspondencia semántica entre una palabra numérica única y el numeral: Mi mamá me dijo cuál es el cien/ el diez lo sé yo del colectivo (por el número de línea del autobús). Enfatizaban el carácter normativo de esa correspondencia y cada uno de sus términos como si se tratara de un todo en lugar de una composición de partes. En cambio, para explicar la producción de numerales menos frecuentes, los niños se referían a comparaciones analíticas entre dos o más números.



Por tanto, se observa que algunos números tienen un status especial y su escritura correcta resulta más fácil o más frecuente, como es el caso de 100, 500 ó 1000. La explicación es que la frecuencia de las palabras numéricas y de los numerales dentro y fuera de la escuela juega un papel relevante (Scheuer *et al.*, 2000).

En resumen, se puede decir que algunos números disponen de representación mental independiente, lo que implica, primero, que tienen su propia entrada léxica, y por tanto se puede acceder a su significado, sea éste una cantidad o un concepto, a través de una ruta directa, sin necesidad de aplicar los algoritmos de conversión. Y segundo, se comportan igual que las palabras, por eso son sensibles al efecto frecuencia y presentan efecto de priming semántico.

4.2. Neuropsicología Cognitiva

La evidencia empírica aportada por la Neuropsicología Cognitiva permite establecer una distinción entre procesamiento el numérico y alfabético, en el sentido de que uno puede alterarse mientras el otro sigue funcionando con normalidad. Este es el caso de la paciente M.C. (Salguero, Lorca y Alameda, en prensa) que después de sufrir un severo traumatismo craneal presenta una grandes dificultades en la lectura de palabras, mientras que lee correctamente números, tanto en forma arábica como verbal.

Por otra parte, desde la Neuropsicología Cognitiva, se han descrito múltiples casos de pacientes acalculicos que presentan dificultades sólo para los números infrecuentes. En este sentido, es especialmente representativo el caso del paciente C.T. estudiado por Cohen, Dehaene y Verstichel (1994) que presenta dislexia profunda a consecuencia de una lesión cerebral, confirmada por varias pruebas de lectura de palabras y de no palabras. Las principales características del déficit se extienden a los numerales arábigos. El paciente es incapaz de leer en voz alta no palabras y números no familiares, sin embargo, su ejecución es significativamente mejor con palabras reales y con numerales arábigos familiares como fechas famosas o marcas de coches. En los casos de números familiares y palabras, también produce errores cualitativamente similares, así como con números no familiares y no palabras. La dificultad para leer números arábigos es mucho más pronunciada con los números no familiares que con los familiares. De dos listas de 52 números cada una, emparejadas en complejidad sintáctica y número de dígitos pero diferentes en familiaridad (una de ellas estaba formada por números familiares, tales como fechas históricas, modelos de coches, etc.), el paciente lee bien 24 números de la lista familiar y sólo 10 de la no-familiar. Además, con la mayor parte de los números familiares, incluidos los que no consigue leer, hace algún comentario que indica un acceso al significado, y en algunos casos, comete errores que se podrían considerar semánticos. Así para el 1789 decía «me hace pensar en la toma de la Bastilla... pero ¿qué?», para el 1918 decía «el fin de la Primera Guerra Mundial... 1940» o para el 504 decía «fue mi primer coche, comienza con P... Peugeot, Renault.... es Peugeot... 403.... no, 500... 504».

Otra cuestión importante puesta de manifiesto desde la Neuropsicología Cognitiva, es que se han encontrado disociaciones entre las distintas operaciones aritméticas (suma, resta, multiplicación y división). Es decir, existen pacientes que pueden realizar algunas operaciones y otras no. El impedimento y/o la conservación de las operaciones no puede atribuirse a efectos de dificultad de las mismas. Este es el caso de la resta, que en algunos pacientes se ha encontrado mejor preservada que la suma y la multiplicación (Pesenti, Seron y Van Der Linden, 1994; McNeil y Warrington, 1994). En cuanto a la multiplicación, hay casos de pacientes que están impedidos para multiplicar, pero que sin embargo realizan perfectamente operaciones de suma y resta (McCloskey, Caramazza y Basili, 1985; McCloskey, Aliminosa y Sokol, 1991; Delazer, Semenza y Denes, 1994). Por último, decir que se ha descrito el caso de un paciente que presenta un déficit selectivo para la división

(Cipolotti y De Lacy Costello, 1995). Es decir, que es capaz de sumar, restar y multiplicar, pero no de dividir.

Se han planteado distintas explicaciones a estos datos, por una parte, algunos autores (Pesenti, Seron y Van Der Linden, 1994) defienden que estos déficits selectivos se deben a representaciones separadas para las operaciones aritméticas, las cuáles serían susceptibles de dañarse de forma independiente. Por otro lado, Dehaene y Cohen (1995) proponen un argumento diferente, ya que asumen la existencia de distintos niveles de procesamiento encargados de responder las cuatro operaciones básicas, en concreto plantean que la suma y la multiplicación se fundamentan en la memoria, mientras que la resta y la división depende más bien de estrategias de apoyo.

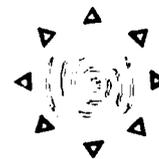
Por último, desde la Neuropsicología Cognitiva se ha puesto de manifiesto que el procesamiento numérico y el cálculo no son un todo indisoluble, sino que constituyen un conjunto de habilidades entre las que existe cierta autonomía ya que se han encontrado pacientes que presentan pérdida de algunas capacidades pero que siguen manteniendo otras en perfecto estado. Esto nos lleva a pensar que si es posible que algunas habilidades puedan dañarse dejando intactas otras, lo cual demuestra su independencia en el sistema cognitivo normal, es probable que requieran procesos de aprendizaje distintos y muy específicos.

Esta autonomía entre procesos ha sido demostrada tanto en el procesamiento numérico como en el cálculo. Las principales relaciones de independencia de interés para la práctica educativa, se han encontrado entre los procesos numéricos de comprensión y producción (Cipolotti y Butterworth, 1995; McCloskey, Caramazza y Basili, 1985; McCloskey, Sokol y Goodman, 1986; Sokol y McCloskey, 1988), entre el procesamiento de los números en forma arábica y verbal (McCloskey, Caramazza y Basili, 1985; McCloskey, Sokol y Goodman, 1986), entre el procesamiento de los números y el cálculo (Borges, García Solís y Borrego, 1999; Cipolotti y Butterworth, 1995; Warrington, 1982) entre la recuperación de datos aritméticos y los procedimientos de ejecución de las operaciones de cálculo (McCloskey, Caramazza y Basili, 1985; Warrington, 1982), entre el procesamiento de los signos aritméticos y la habilidad para realizar cálculos y/o procesar números (Ferro y Botelho, 1980) y entre el cálculo oral y el escrito (Cohen y Dehaene, 1995; McNeil y Warrington, 1994).

5. Implicaciones Educativas

En primer lugar, hay que decir, que actualmente, el único criterio que se utiliza para abordar los procesos de enseñanza-aprendizaje del sistema numérico decimal es la magnitud. Es decir, comenzar por los números más pequeños avanzando progresivamente hasta llegar a representar grandes cantidades. Este criterio, a pesar de ser totalmente válido puede resultar insuficiente, sobre todo si tenemos en cuenta la gran complejidad de estos aprendizajes y la importancia que tienen para el adecuado desarrollo del cálculo y del razonamiento matemático.

Pero hoy en día se sabe que la frecuencia de uso es una variable que indice en el procesamiento de los números, y por tanto es un criterio que hay que tener en cuenta a la hora de elaborar los métodos didácticos para el aprendizaje de los números. De ahí la relevancia que tiene el estudio de los procesos subyacentes al reconocimiento visual de los números, ya que es especialmente importante a la hora del aprendizaje de los dígitos. Es decir, si los números de uso más frecuentes se reconocen antes es probable que sean aprendidos por los niños con menor dificultad. En otras palabras, no sólo afecta al aprendizaje la magnitud (longitud) del número, sino también la frecuencia o la familiaridad de éste, por lo que no sería extraño que a los niños le resultara más sencillo aprender algunos numerales de varios dígitos, por ser más significativos y/o frecuentes, que otros de menor magni-



tud. Incluso podría llegar a resultar menos complejo aprender ciertas cifras de cuatro dígitos que otras más pequeñas. Por ejemplo, el numeral 2002, por ser el año en curso, que el 629 ó el 823.

Se puede decir que las variables que inciden fundamentalmente en los procesos de aprendizaje del sistema de notación numérico decimal son dos: la magnitud que representa el número; y la familiaridad, operacionalizada como frecuencia de uso. Por tanto, es necesario tener en consideración ambos factores tanto en el diseño como en el desarrollo curricular de las matemáticas en la escuela primaria.

En cuanto al cálculo, es importante tener presente los resultados comentados anteriormente sobre la relativa independencia de unas operaciones con respecto a otras. Aunque reconocemos que puede ser llamativa la afirmación de que suma y multiplicación son operaciones independientes, cuando la primera es la base de la segunda, los datos obtenidos con pacientes así lo ponen de manifiesto. Por tanto, de acuerdo con Dehaene y Cohen (1995) habría que fomentar la memoria en las operaciones de suma y multiplicación, ya que es el proceso básico en el que se apoyan las tareas de cálculo, lo cual no es necesario, o resulta secundario con la resta y la división. En definitiva, lo que Dehaene y Cohen (1995), están planteando es la necesidad de la «práctica» como vía de automatización de tareas y por consiguiente, de liberación de recursos cognitivos para poder destinar a «otros menesteres». Dicho de otra forma, es más importante el uso o la práctica de la multiplicación que saberse de memoria las correspondientes tablas. Obviamente, el conocimiento de las tablas nos permite poder realizar determinados cálculos, pero aquellos cálculos más practicados no precisaran de las correspondientes tablas, se accederá a la solución de forma automática.

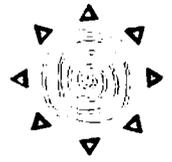
Por otro lado, la independencia en el sistema cognitivo normal entre algunos componentes del procesamiento numérico y el cálculo tiene importantes consecuencias curriculares. La adquisición de ciertas habilidades podría agilizarse si en el aula son tratadas de forma concreta y específica, permitiendo así la optimización de estos aprendizajes.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que, igual que en cualquier aprendizaje, las actitudes juegan un papel fundamental y en este sentido conviene recordar que «padres y educadores tienen una considerable responsabilidad en el desarrollo de las actitudes de sus hijos, positivas o negativas, hacia las matemáticas» (Dehaene, 1997: 8). Es bien sabido que en el desarrollo de las actitudes, también de las aptitudes, es decisivo el tratamiento y la consideración que reciban las ideas previas de los niños y esto también sucede en el mundo de los números. La mayoría de los niños entran en la escuela infantil con un buen desarrollo de la comprensión de aproximación y de contar. Sin embargo, este bagaje informal es tratado como un handicap más que como un valor positivo para los futuros aprendizajes. Por ejemplo, contar con los dedos es considerado como algo infantil, que una buena educación debería hacer rápidamente desaparecer, por eso los niños esconden sus manos bajo las mesas, para que los maestros no los vean. Sin embargo, la historia de los sistemas de numeración consistentemente ha demostrado que contar con los dedos es un importante precursor del aprendizaje del sistema de numeración de base 10. De esta manera, se considera un error que un alumno se equivoque al recuperar de la memoria $6+7$, incluso si después el niño demuestra un excelente dominio de la aritmética recuperando el resultado de forma indirecta, por ejemplo, recordando que $6+6$ son 12 y que 7 es una unidad mayor que 6 (Dehaene, 1997). En resumen, en los procesos de enseñanza-aprendizaje de los dígitos y de las operaciones aritméticas básicas también hay que tener en cuenta las ideas previas de los alumnos, de lo contrario los efectos posteriores sobre sus actitudes hacia las matemáticas podrían ser desastrosos.

Para terminar, hacer hincapié en que a pesar de la extensa bibliografía existente sobre los métodos de enseñanza-aprendizaje de las habilidades lectoescritoras en los escolares, son escasas las investigaciones realizadas sobre el aprendizaje de los números y de las operaciones aritméticas. De ahí la necesidad de seguir investigando en este terreno desde las distintas disciplinas implicadas.

Referencias

- ALAMEDA, J.R., CUETOS, F. y BRYLSBAERT, M. (en prensa): «747 is named faster after seeing Boing than after seeing Levis: Associative priming in the processing of multi-digit arabic numerals». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*.
- BORGES, M., GARCÍA SOLÍS, D. y BORREGO, I. (1999): «Notas clínicas: Estudio de un caso de demencia con afectación posterior», en *Revista Española de Neuropsicología*, 1 (2-3); 89-96.
- BRYLSBAERT, M. (1995): «Arabic number reading: On the nature of the numerical scale and the origin of phonological recoding», en *Journal of Experimental Psychology*, 124; 434-452.
- CARAMAZZA, A. y MCCLOSKEY, M. (1987): «Dissociation of calculation processes». En G. DELOCHE y X. SERON (Eds.), *Mathematical disabilities: A cognitive neuropsychological perspective*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates; 221-234.
- CIPOLLOTTI, L. y BUTTERWORTH, B. (1995): «Toward a multiroute model of number processing: Impaired transcoding with preserved calculation skills», en *Journal of Experimental Psychology, General*, 124; 375-390.
- CIPOLLOTTI, L. y DE LACY COSTELLO, A. (1995): «A selective impairment for simple division», en *Cortex*, 31; 433-449.
- COHEN, L. y DEHAENE, S. (1995): «Number processing in pure alexia: the effect of hemispheric asymmetries and task demands», en *Neurocase*, 1; 121-137.
- COHEN, L., DEHAENE, S. y VERSTICHEL, P. (1994): «Number words and number non-words. A case of deep dyslexia extending to arabic numerals», en *Brain*, 117; 267-279.
- CUETOS, F. y ALAMEDA, J.R. (1997): «El efecto frecuencia en el procesamiento de los números. Un recuento de frecuencias», en *Cognitiva* (9) 2; 207-223.
- DEHAENE, S. (1997): *The number sense*. Nueva York, Oxford University Press.
- DELAZER, M., SEMENZA, C. y DENES, G. (1994): «Concepts and facts in calculation», en *Brain*, 117; 715-728.
- FERRO, J.M. y BOTELHO, M.A.S. (1980): «Alexia for arithmetical sign. A cause of disturbed calculation», en *Cortex*, 16; 175-180.
- MCCLOSKEY, M., ALMINOSA, D. y SOKOL, S. M. (1991): «Facts, rules and procedures in normal calculation: Evidence from multiple single-patient studies of impaired arithmetic retrieval», en *Brain and Cognition*, 17; 154-203.
- MCCLOSKEY, M., CARAMAZZA, A. y BASILI, A. (1985): «Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia», en *Brain and Cognition*, 4; 171-196.
- MCCLOSKEY, M., SOKOL, S.M. y GOODMAN, R.A. (1986): «Cognitive processes in verbal-number production: Inferences from the performance of brain-damaged subjects», en *J. of Experimental Psychology General*, 115 (4); 307-330.
- MCNEIL, J.E. y WARRINGTON, E.K. (1994): «A dissociation between addition and subtraction within written calculation», en *Neuropsychologia*, 32; 717-728.
- PESENTI, M., SERON, X. y VAN DER LINDEN, M. (1994): «Selective impairment as evidence for mental organisation of arithmetical facts: BB, a case of preserved subtraction?», en *Cortex*, 30; 661-671.
- SALGUERO, M.P., LORCA, J.A. y ALAMEDA, J.A. (En prensa): «Procesamiento numérico y cálculo: evidencia de un caso desde la neuropsicología cognitiva», en *Revista de Neurología*.
- SCHEUER, A., SINCLAIR, A., MERLO, S. y TIÉCHE, CH. (2000): «Cuando ciento setenta y uno se escribe 10071: niños de 5 a 8 años produciendo numerales», en *Infancia y Aprendizaje*, 90; 31-50.



-
- SOKOL, S.M. y MCCLOSKEY, M. (1988): «Levels of representation in verbal number production», en *Applied Psycholinguistics*, 9; 267-281.
- WARRINGTON, E.K. (1982): «The fractionation of arithmetical skills: A single case study», en *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34 A; 31-51.

María Pilar Salguero Alcañiz
es miembro del Departamento de Psicología. Universidad de Huelva

Jose Ramón Alameda Bailén.
es miembro del Departamento de Psicología. Universidad de Huelva
Correo Electrónico: alameda@uhu.es