



## Habilidad aritmética y estrategias de cálculo: No todos los cerebros suman igual

Elisabet Gimeno y María Isabel Núñez-Peña

Dept. de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Universidad de Barcelona, España

Tipo de artículo: Actualidad.

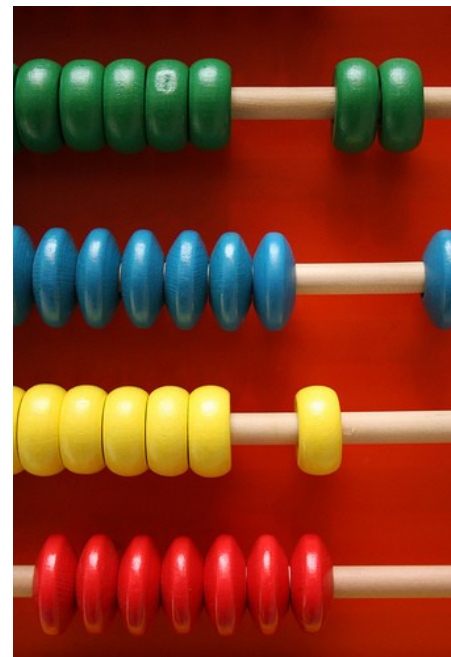
Disciplinas: Neurociencia, Psicología.

Etiquetas: cognición numérica, potenciales evocados, estrategias de cálculo.

*Numerosas investigaciones han revelado que para resolver operaciones aritméticas podemos utilizar dos estrategias: la recuperación directa del resultado en memoria o el uso de procedimientos. La selección de la estrategia está relacionada con la magnitud de los operandos y el nivel de habilidad aritmética. En un estudio reciente hemos examinado la actividad eléctrica cerebral de individuos con habilidad alta y baja mientras verificaban sumas de diferente tamaño. Las diferencias encontradas en el patrón de actividad cerebral según la magnitud del problema y la habilidad aritmética revelan la utilidad de esta medida como indicador válido del uso diferencial de estrategias de cálculo.*

Una cuestión de gran interés para los psicólogos que estudian la cognición numérica es conocer cómo resolvemos las operaciones aritméticas. Se considera que recurrimos a dos tipos de estrategias: la estrategia de recuperación, en la cual se recupera el resultado almacenado en la memoria a largo plazo; y la estrategia procedimental, donde el problema inicial se descompone en operaciones más sencillas (p.ej.,  $7 + 6 = 6 + 6 + 1$ ). El uso de esta última conlleva un mayor número de pasos, por lo que se tarda más tiempo en alcanzar la solución y se tiende a cometer más errores.

La selección de la estrategia depende de varios factores. Se ha observado que, a medida que los operandos aumentan de magnitud numérica, se requiere más tiempo para resolver la operación y se producen más errores (p.ej., se necesita más tiempo y se cometen más errores al resolver  $7 + 9$  que al resolver  $2 + 3$ ). Este fenómeno se conoce como “efecto del tamaño del problema”, y se explica porque en problemas con números pequeños se emplea la estrategia de recuperación, mientras que si los operandos son grandes se recurre a la estrategia procedimental. Por otro lado, la estrategia empleada también depende del nivel de habilidad aritmética. Thevenot, Fanget y



(cc) Photo Phenix

Fayol (2007) descubrieron que los individuos con habilidad aritmética alta (HA) y baja (HB) resolvían las sumas de tamaño mediano (con operandos entre 6 y 9) basándose en estrategias diferentes. Los primeros resolvían las sumas medianas a partir de la estrategia de recuperación, mientras que los segundos usaban procedimientos como la descomposición o el conteo. En cambio, ambos tipos de individuos usaron la estrategia de recuperación en sumas pequeñas y la procedimental en sumas grandes.

En los últimos años, muchos estudiosos de la cognición numérica se han valido de los métodos de la neurociencia cognitiva para estudiar los procesos cognitivos subyacentes al cálculo aritmético. Uno de los métodos más utilizados es el registro de potenciales cerebrales evocados, fluctuaciones en el voltaje del electroencefalograma provocadas por sucesos sensoriales, motores o cognitivos (Coles y Rugg, 1995).

Mediante este tipo de registros se ha observado la existencia de una onda de voltaje positivo 400 ms después de presentar un estímulo que requiere de procesamiento aritmético, denominada "Positividad relacionada con la aritmética" (Arithmetic Related Positivity, o ARP). La amplitud de la ARP aumenta con el tamaño del problema, por lo que se considera un indicador del uso de procedimientos de cálculo (Núñez-Peña, Honrubia-Serrano y Escera, 2005).

En un estudio reciente (Núñez-Peña, Gracia-Bafalluy y Tubau, 2011), nuestro grupo de investigación ha examinado las diferencias en el tiempo de respuesta, la tasa de errores y el patrón de actividad eléctrica cerebral de 37 estudiantes con diferente nivel de habilidad aritmética. Los participantes debían decidir si el resultado de una serie de sumas pequeñas (con sumandos entre 2 y 5), medianas (entre 6 y 9), y grandes (multidígito) era correcto o incorrecto.

Los tiempos de respuesta y la proporción de errores de los participantes con HB fueron superiores a los observados en los participantes con HA. También se constató el efecto del tamaño del problema, obteniéndose respuestas más lentas y más errores al incrementar la magnitud numérica de los sumandos.

En la Figura 1 puede apreciarse que la amplitud del componente ARP es sensible al tamaño del problema puesto que su voltaje se vuelve más positivo cuanto mayor es el tamaño numérico de los sumandos; es decir, la onda aumenta de amplitud. Asimismo, el nivel de habilidad aritmética también afectó a la amplitud de este componente: los participantes con HA mostraban mayor amplitud en sumas grandes que en sumas pequeñas y medianas, no habiendo diferencias entre estas dos últimas. En cambio, en los sujetos con HB, las ondas evocadas por sumas medianas y grandes no difirieron, pero éstas tenían mayor amplitud que las evocadas por sumas pequeñas.

La Figura 2 muestra para cada grupo la distribución de las diferencias de voltaje en el cuero cabelludo entre los distintos tamaños de problema en el periodo que va de los 500 a los 700 ms tras la presentación del estímulo. Puede observarse cómo las diferencias en la amplitud del

componente ARP evocado por sumas pequeñas y medianas fueron mínimas en los participantes con HA, sugiriendo que éstos resolvían ambos tipos de suma mediante la recuperación directa. En cambio, para los individuos con HB, el voltaje era más positivo al verificar sumas medianas que al verificar sumas pequeñas, hecho que sugiere el uso de estrategias diferentes, la procedimental para las primeras y la de recuperación directa para las segundas. Además, las diferencias de voltaje al verificar sumas medianas y grandes fueron menos acusadas en los sujetos con HB, de modo que en éstos prevalecería el uso de procedimientos en problemas medianos y grandes.

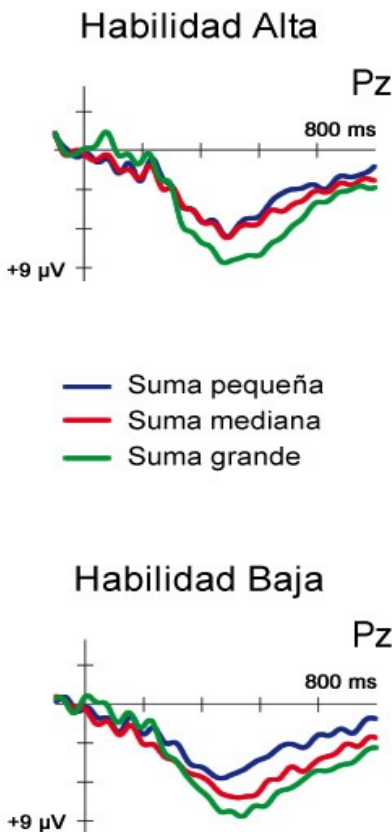
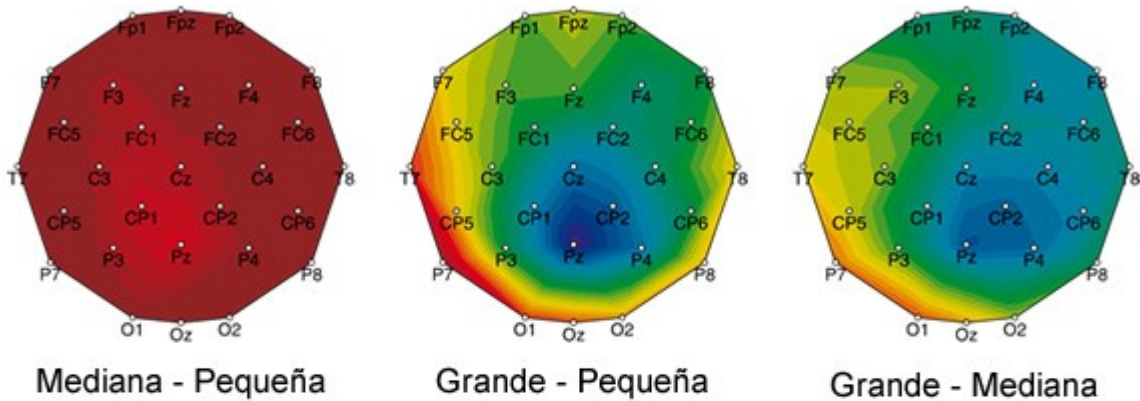


Figura 1.- Potenciales evocados promedios de sumas pequeñas, medianas y grandes en los individuos con habilidad alta (arriba) y habilidad baja (abajo) en el electrodo Pz.

## Habilidad Alta



+0.0  $\mu\text{V}$  +3.0

## Habilidad Baja

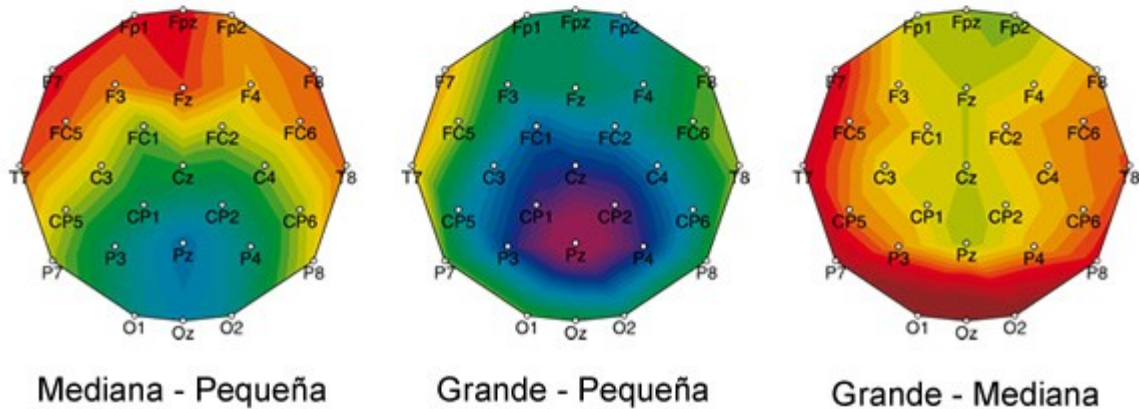


Figura 2.- Distribución espacial sobre el cuero cabelludo del efecto del tamaño del problema en los grupos con habilidad alta (arriba) y habilidad baja (abajo). La medida corresponde a la diferencia en voltaje de las sumas medianas menos las sumas pequeñas, las sumas grandes menos las sumas pequeñas, y las sumas grandes menos las sumas medianas en el periodo de 500 a 700 ms tras la aparición del estímulo. El color rojo representa diferencias de voltaje mínimas entre las condiciones comparadas, y el color violeta representa diferencias máximas.

En conjunto, estos resultados muestran la existencia de un patrón de actividad eléctrica cerebral diferente según la dificultad del problema que se ha de resolver, lo que puede reflejar el uso diferencial de estrategias de cálculo. Además, este cambio en la actividad cerebral no se produce por igual en todos los individuos, sino que depende del nivel de habilidad aritmética. Así, a medida que se aumenta la dificultad del problema, los individuos con habilidad baja recurren antes a la estrategia procedimental que aquellos con habilidad alta. En definitiva, el uso de medidas psicofisiológicas para estudiar la cognición numérica permite trascender algunos límites de las medidas conductuales, al tiempo que también aporta nuevo conocimiento sobre el funcionamiento de los procesos mentales subyacentes al cálculo.

## Referencias

- Coles, M. G. H. y Rugg, M. D. (1995). Event-related brain potentials: An introduction. En: M. D. Rugg y M. G. Coles (Eds.), *Electrophysiology of mind: Event-related brain potentials and cognition* (pp. 1-26). Oxford: Oxford University Press.
- Núñez-Peña, M. I., Gracia-Bafalluy, M. y Tubau, E. (2011). Individual differences in arithmetic skill reflected in event-related brain potentials. *International Journal of Psychophysiology*, 80, 143-149.
- Núñez-Peña, M. I., Honrubia-Serrano, M. L. y Escera, C. (2005). Problem size effect in additions and subtractions: an event-related potential study. *Neuroscience Letters*, 373, 21-25.
- Thevenot, C., Fanget, M. y Fayol M. (2007). Retrieval or nonretrieval strategies in mental arithmetic? An operand recognition paradigm. *Memory & Cognition*, 35, 1344-1352.

Manuscrito recibido el 19 de septiembre de 2012.

Aceptado el 8 de noviembre de 2012.