



Rotación mental: Cómo la mente rota las imágenes hasta colocarlas en su posición normal

María Isabel Núñez-Peña y J. Antonio Aznar-Casanova

Instituto de Investigación en Cerebro, Cognición y Conducta (IR3C), Facultad de Psicología, Universidad de Barcelona, España

Tipo de artículo: Actualidad.

Disciplinas: Neurociencia, Psicología.

Etiquetas: rotación mental, potenciales evocados, espacio.

Algunas investigaciones han demostrado que cuando se nos presenta un objeto rotado lo giramos mentalmente hasta colocarlo en su posición habitual. En nuestro laboratorio hemos comprobado que si este objeto es una letra que se presenta en su versión simétrica (su imagen en un espejo), primero la rotamos mentalmente hasta colocarla en posición vertical, y luego, la volvemos a rotar fuera del plano para colocarla en su posición normal.



(cc) skëne

una de ellas hasta colocarla en su posición normal. A partir de este trabajo pionero, el proceso de rotación mental se ha descrito con letras, números, manos y otros objetos naturales.

En el año 1971, Shepard y Metzler describieron por primera vez el proceso psicológico de la rotación mental. En su experimento presentaron pares de figuras tridimensionales en diferentes orientaciones (p. ej., una podía aparecer rotada 60 grados respecto a la otra) y pidieron a los participantes que indicaran si ambas figuras eran idénticas o si, por el contrario, una era la imagen simétrica de la otra (su imagen en un espejo). Los resultados mostraron que el tiempo necesario para responder era mayor a medida que el ángulo de rotación aumentaba. La explicación que dieron a este resultado fue que las personas, para tomar una decisión respecto a la igualdad de dos imágenes, debemos rotar mentalmente

En los últimos años, la investigación en el ámbito de la Neurociencia Cognitiva ha descubierto que la rotación mental de las imágenes no sólo incrementa el tiempo de respuesta, sino que, además, provoca un cambio o modulación en un potencial cerebral evocado. Los potenciales cerebrales evocados son fluctuaciones en el voltaje del electroencefalograma (EEG) provocadas por sucesos sensoriales, motores o cognitivos (Coles y Rugg, 1995). En las tareas de rotación mental se ha observado que, aproximadamente 400 ms después de que aparezca el objeto, aparece una onda negativa en regiones parietales. Esta onda, que se ha llamado Negatividad Relacionada con la Rotación, presenta un voltaje más negativo a medida que se incrementa el ángulo de rotación, por lo que se la ha considerado un indicador neurofisiológico de la cantidad de rotación mental que se necesita para colocar el objeto en su posición vertical.

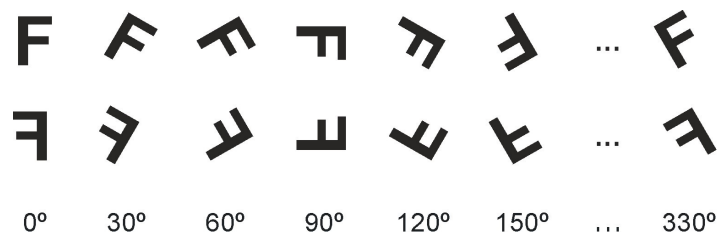


Figura 1.- La letra F en sus versiones normal y simétrica para algunas orientaciones usadas en el experimento.

Las investigaciones con tareas de rotación mental han puesto de manifiesto otro fenómeno, además del que hemos descrito anteriormente, que ha recibido menos interés entre los científicos. A saber: se ha comprobado que, independientemente del ángulo de rotación en que se presente el objeto, el tiempo para tomar la decisión de que un objeto se ha presentado en su versión simétrica es mayor que el tiempo para tomar la decisión de que el objeto se ha presentado en su versión normal. Este resultado se ha explicado aduciendo que, ante un objeto rotado en versión simétrica, primero lo rotamos mentalmente en el plano para colocarlo en su posición vertical, y luego lo giramos mentalmente fuera del plano para colocarlo en su posición normal. Es este último giro el responsable del incremento en los tiempos de respuesta en los objetos simétricos.

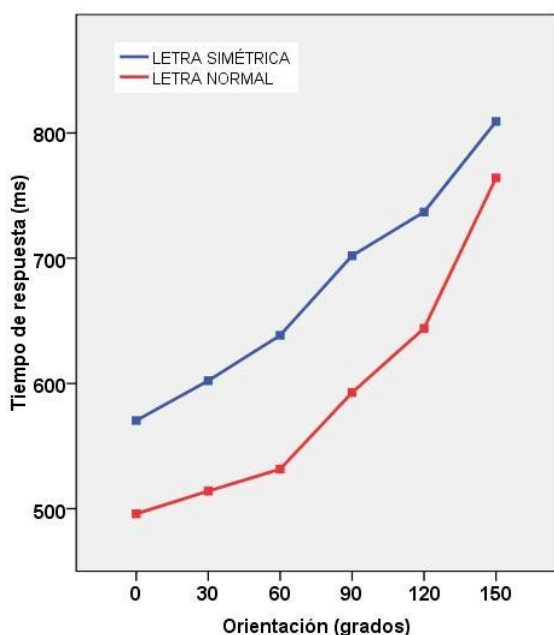


Figura 2.- Medias del tiempo de respuesta para las letras normales y las letras simétricas en función de la orientación del estímulo.

aumenta el ángulo de rotación, tanto para las letras que se presentan en su versión normal como para las

Recientemente, nuestro grupo de investigación ha recurrido al registro de potenciales evocados para aportar evidencias empíricas que apoyen esta explicación (Núñez-Peña y Aznar-Casanova, 2009). Quince estudiantes de la Universidad de Barcelona participaron en un experimento en el que se les mostraban letras en su versión normal o en su versión simétrica. Se utilizaron cuatro letras (F, L, P y R) que podían aparecer en doce orientaciones diferentes, de 0° a 330° en incrementos de 30° (véase la Figura 1). Los participantes debían tomar una decisión respecto a si la letra que se les presentaba aparecía en su versión normal o en su versión simétrica.

Los resultados mostraron el típico efecto de la rotación mental en los tiempos de respuesta y en la amplitud de la Negatividad Relacionada con la Rotación. En la Figura 2 puede verse cómo el tiempo de respuesta es mayor a medida que

letras que se presentan en su versión simétrica. También puede verse cómo el tiempo de respuesta es mayor para estas últimas, independientemente de la orientación en que se presenten.

En las Figuras 3A y 3B se muestran los resultados obtenidos en los potenciales evocados. Puede verse en la Figura 3A cómo, a partir de los 400 ms después de presentar el estímulo, el voltaje de la Negatividad Relacionada con la Rotación es más negativo a medida que se incrementa el ángulo de orientación. Este resultado es especialmente claro en el gráfico superior de la Figura 3A, donde se muestran los resultados para las letras normales. En la Figura 3B se muestra el mismo resultado mediante el voltaje promedio para las distintas orientaciones en la ventana temporal de 400 a 500 ms después de presentar el estímulo.

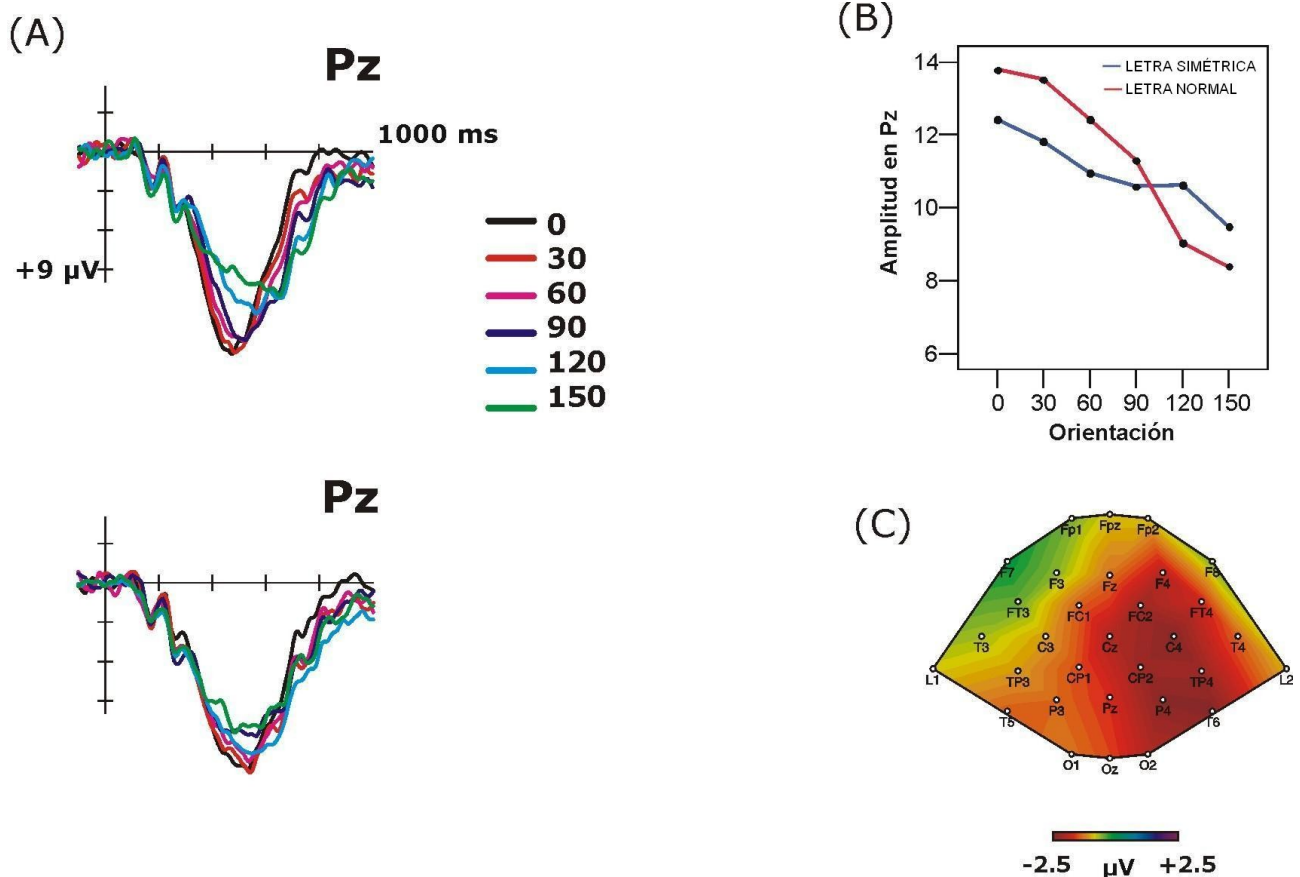


Figura 3.- (A) Potenciales evocados para las letras normales (arriba) y las letras simétricas (abajo) en función de la orientación (de 0 a 150 grados). El resultado se muestra para el electrodo Pz, cuya localización puede comprobarse en el panel C. (B) Amplitud media (voltaje) en microvoltios en la ventana de 400-500 ms para las letras normales y las letras simétricas en función de la orientación del estímulo (de 0 a 150 grados), en el electrodo Pz. (C) Distribución espacial sobre el cuero cabelludo del efecto de versión normal versus simétrica en la orientación de cero grados, medido como la diferencia en voltaje de las letras simétricas menos las letras normales en la ventana de 400-500 ms para los 31 electrodos que se usaron en el experimento. El rojo indica valores más negativos en la versión simétrica que en la normal.

Por lo que se refiere a las diferencias en el procesamiento de las letras normales y las letras simétricas, nuestro experimento ha aportado dos evidencias. La primera es que las letras simétricas en orientación vertical (es decir, sin rotación) provocan una onda negativa en el EEG similar en latencia a la Negatividad Relacionada con la Rotación, pero diferente de ésta en su distribución espacial sobre el cuero cabelludo. En la Figura 3C se muestra la distribución espacial del efecto de la versión (normal vs. simétrica) en la orientación de cero grados. Como puede observarse, al restar el efecto de las letras simétricas del de

las normales, surge un patrón claramente asimétrico, lateralizado a la derecha. Sin embargo, la negatividad provocada por las letras normales que aparecen rotadas en el plano no presenta asimetrías hemisféricas. Estas diferencias de distribución indican que la actividad neuronal para la rotación en el plano y la rotación fuera del plano es diferente, por lo que se trataría de dos procesos psicológicos distintos. La segunda evidencia que ha aportado nuestro experimento es que las letras normales también difieren de las simétricas en las demás orientaciones, en las que aparece un patrón similar al descrito para las letras simétricas en la orientación de cero grados, pero desplazado en el tiempo a medida que se incrementa el ángulo de orientación. Esto sugiere que la rotación mental fuera del plano, necesaria para las letras simétricas, se inicia después de la rotación mental en el plano.

Los resultados de este experimento pueden ser útiles no sólo para incrementar nuestro conocimiento sobre el proceso de rotación mental, sino también para favorecer una mayor comprensión del origen de los errores de escritura de los pacientes con dislexia, un trastorno en el que se confunde la escritura de letras simétricas como la 'p' y la 'q' (Rüsseler, Scholz, Jordan y Quaiser-Pohl, 2005).

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. y Aznar-Casanova, J. A. (2009). Mental rotation of mirrored letters: Evidence from event-related brain potentials. *Brain and Cognition*, 69, 180-187.

Rüsseler, J., Scholz, J., Jordan, K. y Quaiser-Pohl, C. (2005). Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children. *Child Neuropsychology*, 11, 497-512.

Shepard, R. N. y Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 191, 701-703.