

# EFECTO SNARC CON ESTÍMULOS SIMBÓLICOS Y SENSORIALES

## SNARC EFFECT WITH SYMBOLIC AND SENSORIAL STIMULI

A. Saal\*, E. Izquierdo, J. Codnia, R. Page

Instituto de Ciencias. Universidad Nacional de General Sarmiento.  
J. M. Gutiérrez entre Verdi y J. L. Suárez, (1613) – Los Polvorines - Buenos Aires – Argentina  
e-mail: [asaal@ungs.edu.ar](mailto:asaal@ungs.edu.ar)

Desarrollamos un experimento cognitivo con tareas para juzgar sobre relaciones entre vocales y segmentos de diferentes longitudes. Analizamos la correlación entre el tiempo de reacción y la magnitud de los estímulos estudiados. En un primer experimento la tarea es claramente independiente de la magnitud de los segmentos, o del orden de las vocales. Se ha reportado que, en experimentos similares con los dígitos, los resultados empíricos indican que los tiempos de reacción dependen de la magnitud del dígito, aunque la tarea no lo requiere. El segundo experimento fue diseñado para optimizar la resolución de la tarea por medio de la asociación entre el orden de la vocal y de la magnitud del segmento. En este caso estudiamos, además, la dependencia del tiempo de reacción con la "distancia" entre la orden de las vocales y de la longitud del segmento.

**Palabras Claves:** Tiempo de Respuesta, Experimentos cognitivos, Efecto Distancia, Efecto SNARC

We developed a cognitive experiment with tasks to judge on relations between vowels and segments of different lengths. We analyzed the correlation between the time of reaction and the magnitude of the studied stimuli. In a first experiment the task is clearly independent of the magnitude of the segments, or the order of the vowels. It has been reported that, in similar experiments with digits, the empirical results indicate that the reaction times depend on the magnitude of the digit, although the task does not require it. The second experiment was designed to optimize the resolution of the task by means of the association between the order of the vowel and the magnitude of the segment. In this case we studied, in addition, the dependence of the reaction times with the "distance" between the order of the vowels and the length of the segment. The second experiment was designed to optimize the resolution of the task by means of the association between the order of the vowel and the magnitude of the segment. In this case we studied, in addition, the dependency of the time of reaction with the "distance" between the order of the vowels and the length of the segment.

**Key Word:** Response Time, Cognitive experiments, Distance effect, SNARC effect

### I. INTRODUCCIÓN

En experimentos cognitivos, en muchos casos, la tarea del participante es seleccionar un estímulo, entre dos propuestos (seleccionar el mayor, o el menor o el más largo, etc.), es usual la medición del tiempo de respuesta (TR), de su desviación estándar y de la frecuencia de las respuestas equivocadas. La carencia de una teoría general de los TR hace que la búsqueda de efectos empíricos sea importante. Un ejemplo de esta búsqueda empírica es el "Efecto SNARC"<sup>(1)</sup> que se observó inicialmente en experimentos en que la tarea del participante era decidir sobre la paridad del dígito observado. A pesar de que la magnitud del dígito es irrelevante, la diferencia entre los tiempos de respuesta de cada mano depende linealmente del dígito cuya paridad se evalúa. Las respuestas con la tecla izquierda a dígitos pequeños es más rápida (y se cometen menos errores) que si se contesta con la derecha (y viceversa).

El Efecto SNARC fue interpretado en el contexto del "Modelo del Código Triple"<sup>(2, 3)</sup>, que modela la estructura anatómica y funcional empleada para el procesamiento de números. Según este modelo, basado en el análisis de imágenes y en el estudio de discapacidades por lesiones cerebrales, regiones

específicas de ambos hemisferios cerebrales construyen una representación de la forma visual del estímulo-número y, desde allí, se accede a otra región específica, donde se asigna el contenido semántico (i.e., la magnitud a la que el estímulo hace referencia). Algunas propiedades de los números, como la paridad, estarían asociadas con la región de la representación visual. La percepción del estímulo activa la región de la percepción visual y ésta, a su vez y *de manera automática*, activa la región de la codificación semántica dando lugar al Efecto SNARC. Este efecto, muy conocido en dígitos es controversial cuando los estímulos son vocales<sup>(1, 4)</sup>.

En un trabajo anterior hemos reportado resultados experimentales para decidir si el Efecto SNARC se manifiesta en las vocales<sup>(5)</sup>. Cuando la tarea era decidir si el estímulo visual era un dígito o una vocal el patrón SNARC no se observa en las vocales. Sin embargo, en un segundo experimento, con una etapa inicial de aprendizaje, donde se fuerza la asociación entre los dígitos y las vocales (a = 1, e = 2,...) los resultados muestran el patrón SNARC. La tarea consistía en decidir si el dígito y la vocal (presentados como estímulos simultáneos), eran "iguales" o "diferentes" y

\* Autor a quién debe dirigirse la correspondencia.

el efecto SNARC se observó analizando las respuestas por “igual”.

El modelo del Código Triple interpreta que la sola presentación del dígito desencadena una actividad cerebral automática y genera una dependencia del TR con la magnitud. Resulta de interés, entonces, evaluar si solamente se desencadena dependencia con la magnitud cuando el estímulo es un dígito o, si estímulos sensoriales que se refieran a percepciones físicas, también muestran un patrón SNARC.

En este trabajo estudiamos, en dos experimentos, la comparación entre vocales y segmentos de diferentes longitudes. En el primer experimento, la tarea es decidir si el estímulo observado es una vocal o un segmento (no se requiere explícitamente la magnitud).

En el segundo experimento primero se aprende a relacionar los estímulos (a= segmento más corto, ..., u = segmento más largo) y luego se decide sobre la igualdad de cada combinación posible de vocal y segmentos (con este diseño experimental, el aprendizaje intermedio favorece la resolución de la tarea apelando a la magnitud del segmento).

## II. DESCRIPCION DE LOS EXPERIMENTOS

Los dos experimentos fueron realizados con los mismos 14 participantes, todos diestros, sin dificultades de visión y con estudios universitarios en matemáticas. El primer experimento tuvo seis sesiones, estadísticamente equivalentes, de una misma tarea. Cada sesión duró aproximadamente 10 min y se dividió en cuatro bloques separados por cortos intervalos de descanso. El segundo experimento fue similar al anterior, salvo que cada sesión duró aproximadamente 15 min y se dividió en ocho bloques.

Experimento I Se presentaba en el monitor una vocal o un segmento vertical (con cinco posibles longitudes); la tarea consistía en categorizar el estímulo, “lo más rápidamente posible y sin cometer errores”, como segmento o vocal. En una primera etapa se contestaba con la mano derecha si era vocal y con la izquierda si era segmento, en la segunda etapa se invertía la asignación de las manos. Los estímulos se presentaban en el monitor en letra negra, sobre una ventana gris. En el caso de las vocales, éstas aparecían en “italics” en una región de 1,3 cm de altura y 1,3 de ancho y con un marco negro de 2,5cm por 2,5cm. En el caso de los segmentos, los cinco estímulos medían desde 0,2cm hasta 1,8cm (incrementando su longitud, cada uno en 0,4cm).

El tiempo de barrido del monitor era de 11,71ms. Para fijar la atención del participante se presentaba un símbolo “+”, durante aproximadamente 100ms. Seguidamente, la ventana de presentación de estímulos quedaba en blanco durante 250ms. A continuación, se presentaba el estímulo durante 440ms máximo, o hasta que se respondía al presionar la tecla correspondiente. El TR se contaba a partir del momento en que aparecía el estímulo en el monitor hasta que se apretaba la tecla correspondiente. Cada uno de los catorce participantes realizó 6 sesiones para cada una de las dos consignas. En resumen, cada participante respondió 192 veces a

cada estímulo (6 sesiones x 4 bloques x 4 veces cada estímulo por bloque x 2 consignas = 192). En este experimento, cada sesión iniciaba con 20 ensayos de prueba que no se consideran para el análisis de los datos.

Experimento II En la fase de entrenamiento, el participante aprendía el significado de “igual o distinto”, asociando “a” con el segmento más corto, “e” con el siguiente, etc. Para cada par segmento-vocal (estímulo) se debía decidir si eran “iguales” o “diferentes”. Cada participante realizó seis sesiones con cada consigna de lateralidad de la respuesta. Este experimento se iniciaba con un signo “+” durante 100ms. Después, seguía una pantalla en blanco durante 250ms y, a continuación, se presentaba simultáneamente una vocal y un segmento, hasta que el participante respondía (con un máximo de 660ms). Los segmentos y las vocales tenían las mismas dimensiones geométricas que en los experimentos anteriores. El experimento tenía, dos etapas para invertir la lateralidad de las respuestas.

Durante cada bloque, se le presentaban al participante todos los posibles pares de segmentos y vocales, 40 veces para el estímulo “igual” vocal-segmento (20 veces la vocal aparecía a la derecha y 20 a la izquierda) y 40 veces para “diferente”, en forma aleatoria. En resumen, cada uno de los 14 participantes respondió 384 veces a cada combinación de vocal y segmento (6 sesiones x 8 bloques x 4 veces cada estímulo por bloque x 2 consignas de lateralidad) en la condición de “igualdad” y 384 veces en la condición “diferente”. Cada sesión comenzaba con 80 ensayos de prueba que se descartan del análisis.

En los dos experimentos, el TR se midió con el programa para diseño de experimentos “DMDX” que asegura una resolución temporal de 1 ms<sup>(6)</sup>.

## III. Efecto SNARC

En la Figura 1 se muestran los resultados del experimento I. Se muestra la diferencia de TR con la mano derecha y la izquierda, para cada estímulo:

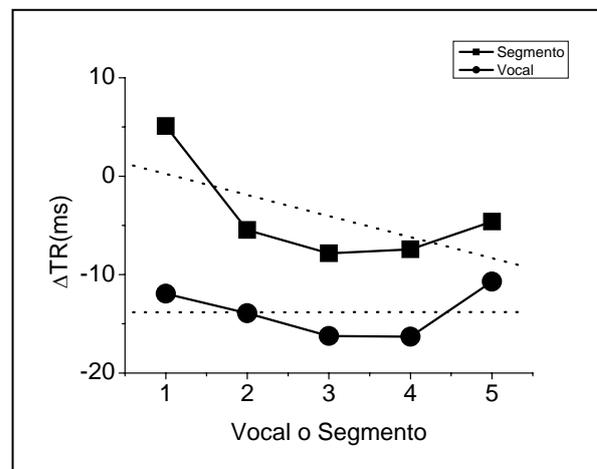


Figura 1  $\Delta TR$ , correspondiente al experimento I, para vocales (círculos) y segmentos (cuadrados). En ningún caso se observa un efecto SNARC significativo. Las rectas de regresión se muestran para guiar el ojo.

$$\Delta TR = TR(\text{mano derecha}) - TR(\text{mano izquierda}).$$

En la expresión anterior, TR representa los tiempos medios, promediados sobre todos los participantes. Los datos experimentales aparecen con círculos llenos (vocales) y cuadrados llenos (segmentos). En ambos casos, la dispersión entre participantes es del orden de unos 4 ms. Ajustamos los datos obtenidos por medio de rectas, como es usual en la literatura<sup>(1, 4, 7)</sup>. Las pendientes ajustadas son  $-2,1\text{mseg}$  y  $+0,002\text{mseg}$ , para segmentos y vocales, respectivamente. Sólo en el caso de los segmentos, se insinúa el efecto SNARC, pero en ninguno de los dos casos, el efecto es estadísticamente significativo ( $p > 0,05$ ).

Estos resultados sugieren que estímulos sensoriales, como segmentos de distintas longitudes, no activan la codificación neuronal de la longitud.

La Figura 2 presenta parte de los resultados del experimento II. Se muestra  $\Delta TR$  para respuestas a los ensayos en que los estímulos vocal-segmento eran "iguales". La dispersión entre los participantes es del orden de unos 8ms. Aunque la pendiente de regresión es sugestivamente negativa ( $-7 \text{ ms/item}$ ), el análisis estadístico muestra que no es posible descartar la hipótesis nula (los datos están mejor representados por una constante que por una recta de pendiente no nula;  $p = 0,2$ ). Este resultado (media sobre participantes) sugiere que al evaluar la igualdad entre los estímulos vocales y segmentos, la estrategia de solución no apela a la magnitud de los segmentos (o al orden de las vocales) en forma automática. Este resultado es opuesto al de experimentos anteriores en que compararon vocales y dígitos<sup>(5)</sup>. Sin embargo, no podemos descartar totalmente el uso de la magnitud para resolver la tarea (efecto SNARC).

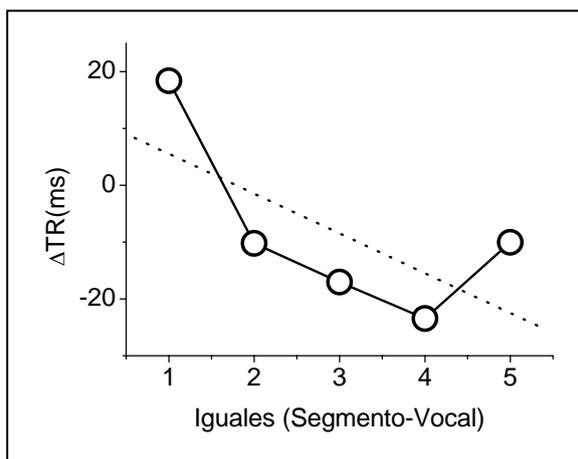


Figura 2  $\Delta TR$ , correspondiente al experimento II, para la respuesta "igual" (círculos vacíos). El efecto SNARC no resulta significativo. Se muestra la recta de regresión para guiar el ojo

Al analizar cada participante individualmente resulta que en la mitad de los casos  $\Delta TR$  presenta una pendiente negativa. Cuando se comparan las pendientes de estos participantes con las obtenidas para el  $\Delta TR$  de los segmentos, en el experimento I, la correlación es

significativa ( $R = 0,85$ ;  $p = 0,007$ ). La correlación equivalente, con los mismos participantes, pero con el  $\Delta TR$  de las vocales (experimento I) resulta no significativa ( $R = -0,6$ ;  $p = 0,11$ ). Estos resultados sugieren que aproximadamente la mitad de los participantes, ante la necesidad de identificar estímulos arbitrarios (como son las vocales) con segmentos de diferentes longitudes, apelan a la magnitud (longitud) del segmento como estrategia para juzgar la igualdad entre vocal y segmento.

#### IV. Efecto distancia

La figura 3 muestra, en la ordenada, los TR (respuestas correctas) del experimento II, a los que se han restado el valor medio global RT para cada persona ( $RT_p$ ), en función de la "distancia" entre vocales y segmentos. La distancia 0 corresponde a las respuestas para los ensayos con estímulos "iguales". La curva con cuadrados corresponde a respuestas en que, a los ensayos "iguales", se respondía con la mano derecha y la curva con los cruces a las que, en los ensayos "iguales", se respondía con la izquierda. La ordenada está corrida en el valor medio RT entre participantes.

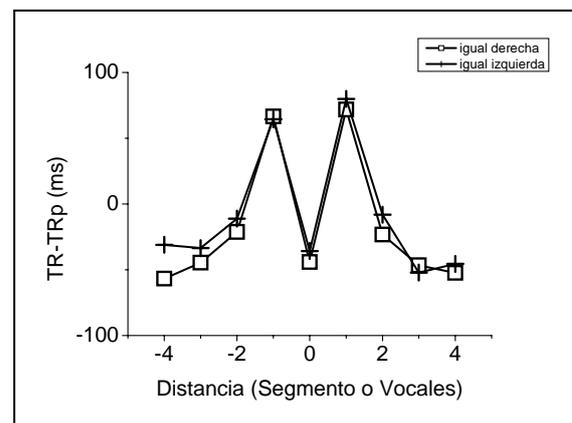


Figura 3. Dependencia con la "distancia= vocal - segmento" del TR promedio entre personas (previo resta del tiempo medio global para cada persona), para las respuestas "igual" con mano derecha (cuadrados) y con mano izquierda (cruces). Cuando  $d=0$  (respuesta "igual") se rompe la tendencia del efecto "distancia".

En los ensayos "diferente" se observa una significativa dependencia del TR con la distancia entre la vocal y el segmento (efecto distancia segmento-vocal). Esto evidencia una notable diferencia entre las respuestas por "igual" y "diferente" en relación a su estrategia para resolver la tarea del experimento II.

La tendencia típica del efecto distancia se interrumpe bruscamente para los ensayos con respuesta "igual" (reconocimiento de igualdad), con una marcada disminución del TR para distancia = 0. El perfil en "M" es muy robusto y se observa individualmente en todos los participantes. La fracción de respuestas equivocadas tiene el mismo perfil (no se muestra) en "M". Este resultado sugiere que ambas respuestas involucran procesos dinámicos subyacentes diferentes.

Esta suposición, sin embargo, resulta controversial si se la analiza en términos de la correlación entre los TR y sus desviaciones estándar como se observa en la

figura 4. Los cuadrados corresponden a respuestas “iguales”, mientras las cruces rojas a la respuesta “diferentes”. Es notable que tanto las respuestas por “igual” como las respuestas por “distinto”, están en la misma recta ( $R = 0,88$ ;  $p < 10^{-4}$ ), compatible con un mismo proceso dinámico para ambas respuestas (una misma “maquinaria” para ambas respuestas). Esto resulta contradictorio con lo que fue sugerido en el párrafo anterior.

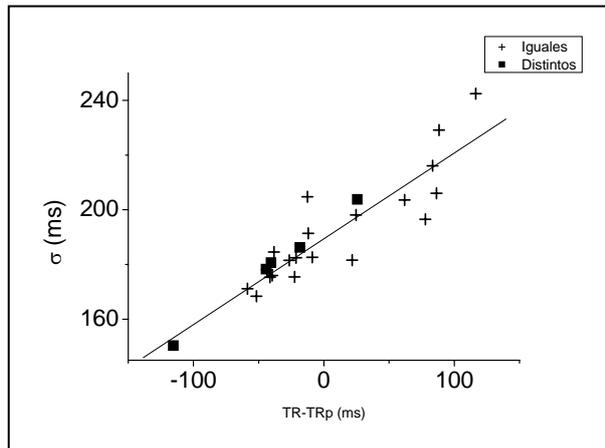


Figura 4.  $\sigma$  vs. TR promedio entre personas (previo resta del tiempo medio global para cada persona) para cada par vocal-segmento. Los cuadrados corresponden a las respuestas “iguales” y las cruces a las “diferentes”. Ambas son ajustadas por una misma recta, sugiriendo un mismo proceso de acumulación para ambas respuestas.

## DISCUSIÓN

El efecto SNARC es aún controversial para las vocales<sup>(1, 4, 5)</sup>. En experimentos donde la tarea es distinguir entre vocal y dígito, el efecto se observa en los dígitos pero no es significativo en las vocales<sup>(5)</sup>. En este trabajo, en el experimento I la tarea es distinguir entre vocales y segmentos de distintas longitudes. Los resultados refuerzan la ausencia del patrón SNARC en las vocales y también muestran su ausencia en los segmentos. En este último caso (ver figura I) el resultado es llamativo (por la magnitud sensorial asociada al estímulo segmento), evidenciando que aún en estas condiciones experimentales, no se apela a la magnitud automáticamente, como ocurre en el caso de los dígitos.

En el experimento II se favorece una estrategia de resolución que apele a la magnitud del segmento y el orden de la vocal. Sin embargo, el efecto SNARC no resulta significativo (ver figura 2). Cabe señalar que en un experimento equivalente donde la asociación era entre vocales y dígitos, el efecto resultó altamente significativo<sup>(5)</sup>.

Hemos analizado el efecto SNARC, por participante,

## Referencias

- 1- S. Dehaene, S. Bossini, and P. Giroux. *Journal of Experimental Psychology: General*, **122**, 371--396, 1993.
- 2- Stanislas Dehaene. *Cognition*, 44:1--42, 1992.

encontrando que 7 de los 14 manifiestan el efecto en los segmentos del experimento I y en el experimento II. Se observa una significativa correlación entre ambos resultados (pendientes negativas). Por otro lado, los demás participantes no muestran el efecto SNARC en ninguno de los experimentos. Esta observación sugiere diferentes estrategias para resolver la tarea del experimento. Una estrategia: tomar las vocales y los segmentos como conjuntos ordenados, esto activaría el recurso neuronal para la magnitud y, por lo tanto, se manifestaría el efecto SNARC. Otra estrategia: por ej., la asociación por memoria, que no produciría el efecto. La correlación entre ambos experimentos indicaría que la mitad de los participantes tendrían una predisposición a utilizar la estrategia basada en la magnitud.

En el experimento II (figura 3) se observa un notable efecto distancia entre la longitud del segmento y el orden de la vocal. El efecto distancia (i.e., una mayor proximidad entre los estímulos comparados, conlleva respuestas más lentas y menos precisas) ha sido bien estudiado en experimentos de comparación de estímulos<sup>(8, 9)</sup> y frecuentemente se modela como una “acumulación de evidencia”<sup>(10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17)</sup>. En las versiones más sencillas de estos modelos, la evidencia es proporcional a la diferencia entre los estímulos que se comparan. Esta señal se acumula en presencia de ruido, como en los procesos de camino al azar, hasta alcanzar uno de dos umbrales críticos (acumulación positiva o negativa). La toma de decisión se asocia con el umbral alcanzado y el TR con los pasos empleados para acceder al umbral. En este contexto, el efecto distancia tiene una interpretación trivial: la proximidad entre los estímulos reduce la evidencia inicial y, consecuentemente, aumenta el tiempo necesario para alcanzar el valor crítico.

En el experimento II, la tendencia monótona del efecto distancia es notoria para la respuesta “distinto”. Esta tendencia se interrumpe para la distancia nula (igualdad) (fig 3). Esto sugiere que la decisión por “igual” y por “distinto” provienen de efectos dinámicos diferentes. Por otro lado, la linealidad entre TR y la desviación estándar (Figura 4), tanto para las respuestas “iguales” como para las “diferentes”, resulta indicativo de una única dinámica de decisión en un proceso de acumulación. Estos resultados contradictorios muestran la necesidad de desarrollar un experimento que permita distinguir entre ambas opciones.

Los modelos de acumulación de evidencia no permiten interpretar trivialmente experimentos en que la tarea es decidir entre “igual” o “diferente”, ya que prevén TR infinito para la respuesta por “igual”. Si ambas decisiones (“igual”, “diferente”) provinieran de una misma “maquinaria”, habría que reformular los modelos cuantitativos existentes.

- 3- Dehaene, S. and Cohen, L.. *Mathematical Cognition* 1 (1995).
- 4- Gevers, W., Reynvoet, & Fias, W. *Cognition*. **87** (3), B87-B95 (2003).

- 5- A. Saal, E. Izquierdo, P. Fernández, J. Codnia, R. Page. *Anales Afa 2004: Representación mental e secuencias ordenadas. Anales AFA (2004).*
- 6- Myors, B. Timing accuracy of PC programs running under DOS and Windows. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers. 31 (2), 322-328 (1999).*
- 7- Lammertyn, J., Fias, W. and Lauwereyns, J. Selected Abstracts From the 20<sup>th</sup> European Workshop on Cognitive Neuropsychology (Bressanone 2002).
- 8- R. Moyer y T. K. Landauer. *Nature, 215, 1519-1520 (1967).*
- 9- Welford, A. T. *Ergonomics, 3, 189-230 (1960).*
- 10- Link, S.. Modeling Imageless Thought: The Relative Judgment Theory of Numerical Comparisons. *Journal of Mathematical Psychology, 34 (1990).*
- 11- Leth-Steensen, C., Marley, A. A. J., A. Model of RT Effects in Symbolic Comparison. *Psychological Review 107, (1), 62-100 (2000).*
- 12- J. Codnia, A. Sartarelli, A. Saal, E. Izquierdo, C. El Hasi, R. Page. *Anales AFA (2000).*
- 13- E. Izquierdo, R. Page, J. Codnia y A. Saal. *Anales AFA (2002).*
- 14- E. Izquierdo, A. Saal, J. Codnia, R. Page. *Internacional Symposium Modeling Complex Biophysical Processes, Uruguay. Ponencia invitada y Anales (2002).*
- 15- R. Page, E. Izquierdo, A. Saal y J. Codnia, C. El Hasi. *Anales AFA (2001).*
- 16- R. Page, E. Izquierdo, A. Saal y J. Codnia, C. El Hasi, A Sartarelli. 8va. Reunion de la Asociación Argentina de Ciencias del Comportamiento (AACC), Poster (2001).
- 17- R. Page, E. Izquierdo, A. Saal, J. Codnia and C. El Hasi. *Perception & Psychophysics, 66(2), 196-207 (2004).*