

CLASIFICACIÓN DE DÍGITOS CON “PRIME” ENMASCARADO. ¿INVERSIÓN DEL EFECTO RESPUESTA?

CLASIFICATION OF DIGITS WITH MASKED PRIMES. ¿REVERTION OF THE RESPONSE PRIMING EFFECT?

A. Saal^{*}, E. Izquierdo, 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

Desarrollamos tres experimentos cognitivos. La tarea de los participantes era decidir si un estímulo simbólico presentado en el monitor (un dígito que referiremos como “target”), era mayor o menor que 5. Previa a la presentación del “target”, se mostraba una secuencia de máscaras (caracteres distractores presentados aleatoriamente) que ocultan otro dígito (el “prime”). La duración de cada máscara y/o del “prime” era del orden de decenas de milisegundos. El “prime” influye en la toma de decisión, facilitando o dificultando el proceso, según sea congruente o incongruente con el “target” (respeto del 5), respectivamente. Este efecto del “prime” se conoce como “efecto-respuesta”. Los estímulos congruentes producen tiempos de respuesta menores que los incongruentes. Sin embargo, para estímulos sensoriales, en la literatura se reportan evidencias sobre inversiones del efecto-respuesta. Algunos autores sugieren que la inversión es la consecuencia comportamental de un mecanismo automático de regulación que inhibiría las señales no significativas. En este trabajo se mide en una variedad de condiciones experimentales para verificar la existencia (o no) de la reversión con estímulos numéricos.

Palabras Claves: efecto respuesta, “prime enmascarado subliminal”, supresión de actividad

We developed three cognition experiments. The participant’s task was to decide if a symbolic stimulus exhibited in the monitor (a digit, referred to as target), was greater or smaller than 5. Previous to the target presentation, a sequence of windows with random characters, i.e., the masks, were shown. Hidden in the mask sequence one window presented another digit (referred to as the prime). The duration of each mask and/or of priming was of the order of tens of milliseconds. The decision is influenced by the priming. Congruent pairs of priming and target (both on the same side of the 5) facilitates the decision process and incongruent pairs hinders it. This influence of the priming is known as the “response-priming effect”. Congruent stimuli produce faster responses than the incongruent stimuli. Nevertheless, some authors have reported that, for the sensorial stimuli, a reversion of the “response-priming” it takes place. It is suggested that this reversion is the behavioral expression, of an automatic process of regulation, which would inhibit the non significant signals. In this work, we measured in a variety of experimental conditions to verify the existence (or not) of the reversion for numerical stimuli.

Key Word: “response priming effect”, unconscious masked priming, suppression of activity.

I. INTRODUCCIÓN

Para comprender los procesos involucrados en actividades cognitivas como la toma de decisión a preguntas sencillas, se recurre a diversas técnicas, como la medición del tiempo de respuesta (TR), potenciales evocados, métodos de imágenes cerebrales, etc.. En las tareas que estudiamos, el participante debe decidir la clasificación (mayor/menor, alto/bajo, etc.) del estímulo presentado.

Los resultados observados en experimentos cronométricos de toma de decisión, en comparación de estímulos simbólicos, se pueden describir, por ej., con el “modelo recursivo”⁽¹⁾. Éste es un modelo de acumulación de evidencia^(2, 3, 4), que puede representarse, en forma esquemática, como una red neuronal. La acumulación de evidencia hace referencia a que la información codificada, de la diferencia entre los estímulos, es acumulada en el tiempo hasta alcanzar cierto valor “umbral de decisión”, donde el proceso de

decisión finaliza. La inclusión de ruido en el proceso permite modelar la existencia de respuestas equivocadas. El modelo recursivo predice bien los TR y, en particular, el resultado empírico del decrecimiento logarítmico del TR con la distancia entre los estímulos (“efecto distancia”).

El estudio del proceso de toma de decisión se ha enriquecido con nuevos experimentos donde el dígito que se compara (cuyo nombre es conocido en la literatura como “target”) está precedido por otro dígito (conocido como “prime”) presentado durante algunas decenas de milisegundos. El “prime” se muestra enmascarado, es decir, precedido y sucedido por otros estímulos, también rápidos que, generalmente, son letras aleatorias. Las máscaras evitan la percepción del “prime” pero no su influencia en los TR. Los efectos observados normalmente son de facilitación o de inhibición.

Koechlin et. al.⁽⁵⁾ analizaron la influencia de la presentación de un “prime” (con y sin

* Autor a quién debe dirigirse la correspondencia

enmascaramiento) en la toma de decisión en comparación de dígitos. En ese experimento el participante respondía con la mano derecha o la izquierda según si el “target” es mayor o menor que 5, respectivamente. Los autores encuentran un efecto denominado “efecto-respuesta”, que consiste en favorecer o desfavorecer la respuesta (tiempos de reacción más cortos y respuestas más precisas o más largos y menos precisas, respectivamente) cuando el estímulo “prime-target” es congruente (es decir, ambos dígitos se hallan del mismo lado del 5) o incongruentes, respectivamente. Los estímulos congruentes se distinguen entre congruentes (propriadamente dichos) o de “repetición”, (cuando “prime” y “target” son idénticos).

Koechlin et. al.⁽⁵⁾ observaron que los TR más rápidos corresponden a “primes” de repetición. Le siguen los TR de “primes” congruentes, luego los de “primes” que son “neutros” y finalmente los de “primes” incongruentes. Un “prime” es neutro cuando en la secuencia máscara-“prime”-máscara, la ventana del “prime” está vacía.

Recientemente presentamos una extensión del modelo Recursivo de acumulación de evidencia^(6,7,8,9), que permite describir los resultados observados en experimentos con “prime”.

La interpretación del origen del efecto-respuesta es, aún, controversial. Algunos autores sugieren que el enmascaramiento del “prime” no impide su categorización como mayor o menor que 5. En este sentido, Naccache et. al.^(10, 11) en experimentos con “prime”, investigan la codificación de cantidades numéricas y proponen que la categorización se realizaría en una región específica identificada en la corteza parietal. Para ello se basaron en la “supresión por repetición”, que consiste en una disminución de la actividad neuronal en las zonas de la corteza, “posiblemente relacionadas con la codificación del estímulo que se repite”. Los autores encuentran que las respuestas más rápidas son para los “prime” de repetición.

Sin embargo, en la literatura se reportan experimentos con evidencia sobre inversiones del efecto-respuesta⁽¹²⁾. Algunos autores sugieren que la inversión resulta de un mecanismo automático de regulación que inhibiría las señales no significativas. En este sentido, Bowman et. al.⁽¹³⁾ realizaron experimentos de clasificación con “prime” enmascarados donde el efecto-respuesta cambia de signo. En este caso los autores miden simultáneamente los potenciales evocados e interpretan que la percepción del “prime” activa la corteza motora en el sentido correcto para una respuesta al “prime” pero esta se transforma luego en una inhibición, si el “prime” es subliminal. Las mediciones reportadas se refieren a experimentos de clasificación con estímulos sensoriales (en este experimento se debía responder con la mano derecha al “target”: “>>” y con la izquierda al “target”: “<<”). Los resultados mostraron que la respuesta era más rápida cuando el “prime” (también “flechitas”) era diferente al “target” y que era más lenta cuando ambos coincidían. En la figura 1 se muestra, en un mismo gráfico, el

resultado de tres de sus mediciones de potenciales evocados⁽¹³⁾: una para pares “prime-target” coincidentes (línea más gruesa), otra para pares diferentes (línea intermedia), y, la tercera, sin “prime” (línea más fina).

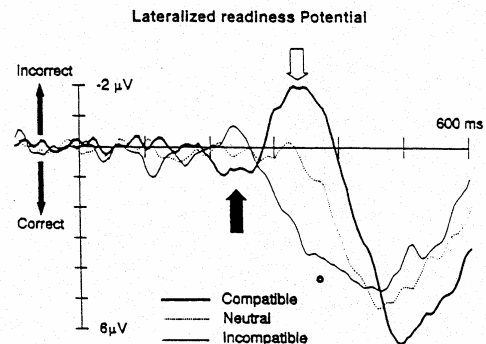


Fig.1. Potenciales evocados en tareas con “prime” enmascarado. Se diferencia el caso de “prime” igual al “target” (línea gruesa), el caso en que difieren (línea intermedia) y el caso en que no hay “prime” (línea fina). Tomado de la referencia nro. 13.

En la figura, la dirección de la activación (arriba o abajo del eje x) indica la activación en las regiones motoras del cortex, correspondientes al movimiento de la mano correcta o incorrecta (para el “target”). El tiempo se mide a partir de la presentación del “prime”. La señal indicada con la flecha en negro, es interpretada por los autores como la preactivación de la respuesta motora correspondiente a la dirección del “prime”. La flecha en blanco indica el momento en el cual la activación del “target” empieza a tener efecto. Entre ambas flechas, poco antes de los 300mseg, es posible observar que la supresión por repetición tiene ya suficiente efecto como para revertir el signo de la actividad (en el caso en que el “prime” y el “target” sean coincidentes). La figura muestra cómo la inhibición hace que la respuesta correcta se retrase cuando ambos estímulos coinciden.

Es sus experimentos, Eimer y Schlaghecken⁽¹²⁾ midieron, en diferentes condiciones el TR, manipulando la visibilidad del “prime” con la densidad de máscaras, diferentes duraciones de “prime”, diferentes valores del lapso ente la presentación del “prime” y del “target” denominado SOA (sigla usada en la literatura para “Stimulus Onset Asynchrony”).

Con el objetivo de verificar (o no) la existencia de la reversión del efecto-respuesta para estímulos numéricos, realizamos una serie de experimentos de TR, bajo diferentes condiciones experimentales. Si los estímulos son numéricos, la magnitud del “prime” podría adquirir un valor semántico, al igual que la magnitud del “target” (a diferencia de los estímulos sensoriales) por lo que la dinámica subyacente de comparación del “target” con el 5 podría ser alterada por un eventual proceso de comparación del “prime” con el 5.

Para variar el índice de visibilidad del dígito “prime”, manipulamos la excentricidad de su

presentación, su tipo (“font”), la duración del “target” y/o “prime” y el SOA.

II. MEDICIONES

Se realizaron tres experimentos. La tarea de los participantes era decidir si el “target”, precedido por un “prime” enmascarado, era mayor o menor que 5. El diseño de los tres experimentos es similar y las diferencias se especifican abajo. La consigna, en todos los casos fue: “Si el número que aparece en la pantalla es mayor que 5 apriete, con la mano derecha, la tecla “shift” de la derecha. Si es menor que 5 apriete, con la mano izquierda, la tecla “shift” de la izquierda. Contestar lo más rápidamente posible, tratando de no cometer errores.”.

Cada experimento se realizó en varias sesiones, estadísticamente equivalentes. Cada sesión duraba aproximadamente 30 min. y estaba dividida en varios bloques separados por cortos intervalos de descanso. Cada ensayo, en cada bloque, comenzaba con la presentación del signo “+”, en el monitor. Después de 234 mseg se presentaban 4 máscaras (cada máscara consistía en una combinación aleatoria de letras en mayúscula y minúscula), luego se presentaba el “prime” (dígito en numeración arábiga), luego dos máscaras y, por último, el “target” (dígito en numeración arábiga). En algunas ocasiones, el “prime” era reemplazado por un estímulo neutro (espacio en blanco). El “prime” estaba lateralmente rodeado por caracteres “#” hasta cubrir el ancho de las máscaras (en el caso del “prime” neutro, era el espacio en blanco el que estaba rodeado de los símbolos “#”). Las máscaras aparecían rápidamente, al igual que el “prime”. La duración de cada máscara, “prime” y “target” varió con el experimento y sus valores se detallan abajo.

Los estímulos se presentaron en el monitor en letra negra sobre fondo blanco. En todos los casos, cada sesión iniciaba con 8 ensayos de prueba que se descartaron en el análisis.

Al finalizar cada experimento, cada participante realizó otro, para evaluar la visibilidad del “prime”. Al participante se le advertía que podía (o no) aparecer un “prime” en forma de dígito y se preguntaba si el “prime” estaba o no presente. La secuencia de presentación de los estímulos era idéntica a la del experimento anterior (pero con igual proporción de “primes” neutros y no neutros) y sólo se cambiaba la consigna.

Todos los participantes de los experimentos, eran estudiantes universitarios y ninguno tenía dificultad de visión. En cada caso, se midió el TR y se guardó la información del par “prime-target” y si la respuesta era correcta o no. El TR se midió desde el momento en que aparece el “target” en el monitor hasta que se aprieta la tecla de respuesta. La información permite calcular, para cada par “prime-target”, los TR medios de las respuestas correctas e incorrectas, su dispersión y la tasa de errores.

El control del tiempo se realizó por soft, utilizando

el programa de distribución gratuita “DMDX”⁽¹⁴⁾ que garantiza un error menor que el milisegundo. El tiempo de barrido del monitor fue de 11,71 mseg. (unidad de tiempo que llamaremos “tic”). Los participantes recibieron un estipendio de 2,5\$ por cada media hora de medición (descansos incluidos).

Experimento 1: “prime” presentado excentricamente.

En este experimento se midió el TR en función de la excentricidad del “prime” que variaba de -3° a 3° , a izquierda y derecha de la región central, respectivamente, en 7 pasos de 1° . Para cada excentricidad, se trabajó con duraciones de “prime” de 1 y 2 tics. Las máscaras duraban 2 tics cada una y el “target” 4 tics. Las máscaras tenían 9 caracteres con tipo “Courier New”, de tamaño 22 (10 mm de alto en el monitor). En este experimento el estímulo neutro consistió siempre en un espacio en blanco, centrado y rodeado de símbolos “#”¹. Los experimentos con las dos duraciones, y los de visibilidad, fueron realizados por los mismos 6 participantes.

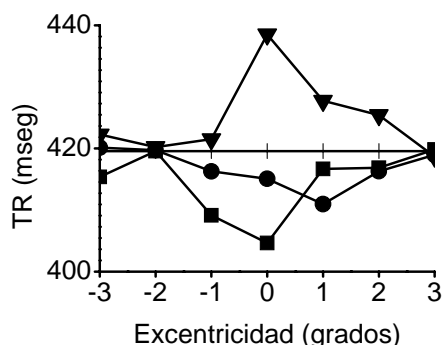


Fig.2. TR vs. Excentricidad, separados por categorías, para las mediciones del experimento 1. “prime” de repetición (cuadrados llenos), congruentes (círculos llenos), incongruentes (triángulos llenos). La línea de RT constante, corresponde al estímulo neutro central.

Los TR de las respuestas correctas correspondientes al experimento 1 aparecen en la fig. 2 en función de la excentricidad del “prime”, para las mediciones con el “prime” de 2 tics. Se distinguen las respuestas con “prime” de repetición, congruentes, neutro e incongruentes, promediados sobre los “prime”, para cada categoría. Nótese que la categoría “neutro” fue medida solamente en la región central (excentricidad = 0), por lo que sólo hay que tomarlo como referencia cualitativa para las demás excentricidades.

En la figura se observa que la diferencia entre las respuestas incongruentes y con “prime” de repetición

¹ Esto fue así porque, de colocar los prime neutros en todas las excentricidades, las sesiones hubieran sido demasiado largas.

(efecto-respuesta) se atenúa fuertemente con la excentricidad y es sólo significativa para valores de excentricidad entre -1 a 1 grado. El mismo experimento, para “primes” presentados con 1 tic, muestra que el efecto-respuesta es menor que para “prime” de 2 tic y también decrece con la excentricidad, pero es sólo una tendencia y no resulta significativo para ningún valor la excentricidad. Esto sugiere que una mayor visibilidad del “prime” produce mayor efecto-respuesta. Sin embargo, no podemos cuantificar la variación del efecto con la visibilidad porque, en ambos experimentos, el índice de visibilidad (medido en términos de d' de la “teoría de detección de señales” (“SDT”)) indica que el estímulo no era percibido en forma conciente (d' compatible con cero para todas las personas y excentricidades), por lo que la magnitud del efecto no debe atribuirse a la percepción conciente del “prime”, en este experimento

Notamos que, a pesar de la disminución del efecto-respuesta con la excentricidad, no hay inversión del mismo en ninguna de las excentricidades medidas (esto es, las respuestas incongruentes son, sistemáticamente más lentas que las congruentes o las de “prime” de repetición). Cabe mencionar que, cuando el “prime” dura 1 tic, el “prime” neutro es el más rápido de todas las categorías (medición en excentricidad nula), sugiriendo que ningún “prime” actúa como facilitador de la respuesta.

También analizamos los TR de las respuestas equivocadas (no aparecen en la figura 2) y los comparamos con los de las respuestas correctas. Las respuestas correctas son más lentas para ambas duraciones del “prime” (en 84mseg cuando el “prime” dura 2 tics y en 50 mseg cuando dura 1 tic). La mayor rapidez de las respuestas equivocadas, de acuerdo al modelo Recursivo, se debe al corrimiento de los umbrales de decisión por la presencia del “prime” y a la información especialmente “ruidosa” por la presencia de las máscaras^(6,7,8,9).

El análisis de las respuestas equivocadas muestra que las repuestas incongruentes son las más rápidas pero esto no se interpreta como una inversión del efecto-respuesta: asumiendo que las respuestas correctas e incorrectas se originan del mismo proceso dinámico subyacente, es razonable esperar que los efectos encontrados en las respuestas correctas se manifiesten también en las incorrectas. Acorde con los procesos de acumulación de evidencia, un “prime” congruente con el “target” debería inhibir la respuesta incorrecta, mientras que el “prime” incongruente la facilitaría^(6,7,8,9).

Experimento 2: distintas duraciones del “target”

Este experimento se desarrolló en dos modalidades, con duraciones del “target” de 20 tics y de 50 tics. En cada una de estas condiciones, se midió el TR cuando el “prime” aparecía con tipo (“font”) de estilo normal (sin negrita) o denso (con negrita). Tanto el “prime” como el “target” aparecían en el centro del monitor. Las

máscaras duraban 2 tics cada una, al igual que el “prime”. Las demás características fueron iguales a las del experimento 1. En total 10 participantes midieron en la modalidad “con negrita” (para “target” de 20 tics y para “target” de 50 tics) y otros 10 participantes en la modalidad “sin negrita” (para ambas duraciones del “target”).

Los resultados del experimento 2 en la modalidad “con negritas”, se muestran en la figura 3.

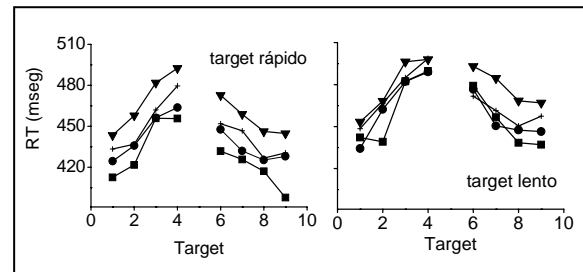


Fig. 3. TR vs. “target” separados por categorías, para el experimento 2. “prime” de repetición (cuadrados llenos), congruentes (círculos llenos), estímulo neutro(cruces), e incongruentes (triángulos llenos). El panel izquierdo corresponde al “target” presentado durante 20 tics (1 tic = 11.7mseg). Panel derecho, “target” de 50 tics.

No existen diferencias significativas en el efecto-respuesta debido al tipo “con negritas” y “sin negritas”. A modo de ejemplo, mostramos los datos para la medición “con negritas”.

Se observan diferencias significativas entre las respuestas con el “target” de 20 tics (figura 3, panel izquierdo) y el de 50 tics (figura 3, panel derecho): el efecto-respuesta es mayor cuando el “target” se presenta brevemente (20 tics \approx 230mseg).

En ningún caso se observa la inversión del efecto-respuesta. Para las respuestas correctas, el estímulo neutro es más lento que el congruente y más rápido que el incongruente, y viceversa para las equivocadas, como era de esperar^(6,7,8,9).

Experimento 3: Variación del SOA

En este experimento se midió el TR para diferentes valores del SOA (lapso ente la presentación del “prime” y del “target”). Esto se implementó postergando la presentación del “target”, después de la última máscara. El SOA se varió entre 4 tics (duración de las dos máscaras) hasta 22 tics, en pasos de 1 tic. Tanto el “prime” como el “target” se presentaron centrados (“prime” de 2 tics y “target” de 20 tics). Las demás características del experimento se mantuvieron iguales que en los experimentos anteriores. Cuatro participantes realizaron el experimento presentando una pequeña, aunque no significativa, inversión valores del SOA similares, pero diferentes. De este modo al promediar los datos del TR para cada SOA, sobre todos los participantes, se pierde la incipiente inversión.

En la figura 4 aparecen los resultados del experimento 3 para uno de los participantes. Los otros participantes presentan curvas equivalentes por lo que no se presentan aquí. En el panel izquierdo de la figura,

se muestra el TR para cada categoría en función del SOA. Los datos son promedios sobre "prime". Se observa que el efecto-respuesta disminuye con el aumento del SOA y se observa una inversión (no significativa) para un SOA de 9 tics. En el panel de la izquierda se muestra la diferencia entre el valor del TR para "primes" incongruentes y de repetición. Nótese el pequeño valor negativo del efecto-respuesta para 9 tics de SOA. Si bien la inversión hallada no resulta significativa para ningún participante, todos la presentan, por lo que debiera profundizarse en su búsqueda por medio de experimentos más refinados.

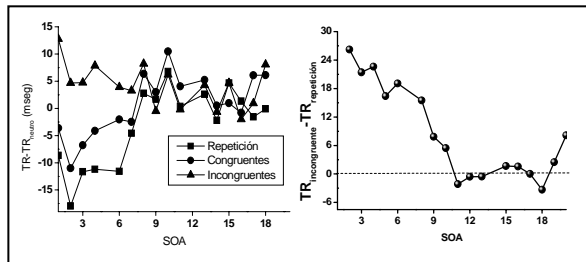


Figura 4. Panel izquierdo. TR vs. SOA separados por categorías, para las mediciones del experimento 3. "prime" de repetición (cuadrados llenos), congruentes (círculos llenos), incongruentes (triángulos llenos). Panel derecho: el efecto-respuesta en función de tiempo entre la presentación del "prime" y del "target" (SOA).

La figura 5 muestra la correlación entre visibilidad (medida en términos de d') y el *response-priming* para el experimento 3. A medida que la visibilidad aumenta, el valor del efecto-respuesta disminuye (coef. de correlación $R = 0,83$) y para la percepción "conciente" del "prime" se alcanzan valores negativos del efecto-respuesta. Esto podría interpretarse atribuyendo la eventual inversión del efecto-respuesta a la visibilidad del "prime". Sin embargo, en este experimento, el tiempo SOA y la visibilidad cambian simultáneamente con una correlación positiva (no se muestra la figura). Así, la reducción del efecto-respuesta podría deberse al cambio del SOA y no al cambio de visibilidad. Para determinar la influencia relativa de estos factores es necesario un experimento que permita manipular independientemente una variable de la otra.

DISCUSIÓN

En mediciones de tiempo de respuesta (TR) para clasificar un dígito como mayor/menor que 5, la presencia de un "prime" subliminal favorece las respuestas congruentes y desfavorece las incongruentes: los TR necesarios para contestar a estímulos congruentes son significativamente menores que para los incongruentes. Este efecto es conocido como el efecto-respuesta^(5,6,7,8,9,10,11,12,13).

En ciertos casos, sin embargo, se observó una inversión del efecto en experimentos con estímulos sensoriales^(12,13). Los resultados, en estos casos, sugieren que la inversión podría estar relacionada con el grado de visibilidad del "prime". Las condiciones experimentales para la inversión en clasificación de dígitos no fueron estudiadas hasta ahora. En este trabajo se muestran los

resultados de mediciones de TR empleados en la comparación de dígitos, bajo diferentes condiciones experimentales. En cada experimento se modifica la visibilidad del "prime" por medio de la variación de alguna condición experimental específica.

En un primer experimento, el "prime" aparece en el monitor descentrado y se analiza la dependencia del TR con su excentricidad (fig. 2). Se espera que, cuanto menos centrales sean presentados los estímulos, menor será su percepción. El experimento de control de visibilidad indica, sin embargo que los estímulos eran subliminales en todas las excentricidades (no se muestran estos resultados), por lo que no fue posible cuantificar la dependencia con la visibilidad. Al respecto, resulta intuitivo suponer que, la visibilidad disminuye con la excentricidad, tal como se observa la disminución del efecto-respuesta.

Analizamos, en función de la excentricidad, la dependencia del efecto-respuesta para dos duraciones del "prime". Resultó que, cuando el "prime" tiene menor duración (1 tic), menor es el efecto. En ninguna de estas condiciones, sin embargo, se observa inversión. Como en ninguna de las condiciones experimentales el "prime" fue percibido concientemente, podría argumentarse que la magnitud del efecto no debe atribuirse a la percepción del estímulo "prime", en este experimento.

En el experimento 2, la duración del "target" también fue variada. Este experimento se realizó en dos modalidades alternativas: con el "prime" en "negritas" y con el "prime" normal. En ambas modalidades el resultado fue equivalente, indicando que el tipo ("font") no es relevante para el efecto-respuesta sino, más bien, la duración del "target": el efecto es mayor cuando el "target" se presenta brevemente. En este experimento, tampoco, se manifiesta la inversión del efecto-respuesta, en ninguna de las modalidades.

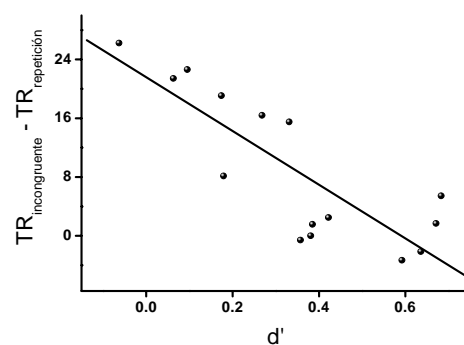


Figura 5. Efecto-respuesta vs. índice de visibilidad (d') para las mediciones del experimento 3

En el experimento 3 se varió el tiempo transcurrido entre la presentación del "prime" y del "target" (SOA). Esto se implementó agregando un tiempo muerto entre ambos estímulos. Los resultados preliminares insinúan una leve inversión para SOA mayores a 150ms. La inversión, sin embargo, no resulta estadísticamente significativa. Cabe aclarar que, recientemente, un grupo del IBYME⁽¹⁵⁾ realizó mediciones con combinaciones

de “prime” y “target” numéricos en notaciones arábica y verbal encontrando también una inversión para valores de SOA de este rango (los resultados que encontraron tampoco resultaron estadísticamente significativos). A pesar del pequeño valor de la inversión, ésta es recurrente para participantes con mucha estadística en esos valores del SOA.

En una siguiente etapa nos proponemos aumentar la cantidad de participantes del experimento 3 para asegurarnos la repetitividad del efecto. Por otro lado, es importante notar que el experimento 1 fue realizado en regiones para $SOA = 4$ tics, lejanas a la que, en el experimento 3, aparece la una pequeña inversión del efecto-respuesta ($SOA > 12$ tics). Como el efecto-respuesta disminuye con la excentricidad del “prime”, pensamos repetir dicho experimento para valores de SOA coincidentes a las del experimento 3. Una posibilidad que estamos analizando es complementar las mediciones de TR con estudios de potenciales evocados. En principio se espera que, de haber inversión, ella esté acompañada por el mencionado mecanismo automático de regulación que inhibe la activación de la corteza motora cuando las señales no son significativas (ver figura 1). En ese caso, la inhibición debiera presentarse en las condiciones del experimento 3, para valores del SOA suficientemente grandes. Si la inversión del efecto-respuesta se presenta para dichos valores del SOA y no para otros, los estudios de potenciales evocados deberían mostrar la inhibición en esos casos y no en los otros.

Por otro lado, el modelo Recursivo ampliado para explicar el efecto-respuesta^(6,7,8,9), no predice, en su estado actual, la inversión del efecto. De confirmarse, nos proponemos ampliar el modelo para contemplar las condiciones en que dicha inversión se presenta.

Una característica de los estímulos numéricos, que la diferencia de los sensoriales, es que su magnitud es evocada tras su presentación visual, aun en condiciones experimentales en que la magnitud no es requerida². De este modo, la inversión del efecto-respuesta encontrada para estímulos sensoriales, que resultaría de un mecanismo automático de regulación que inhiba las señales no significativas, podría, en el caso de estímulos numéricos, verse alterada por la activación de las regiones cerebrales que evocan la magnitud. Las mediciones por método de potenciales evocados durante la realización de tareas de comparación de números ayudarían a mostrar la inhibición, si la hubiere, en la región del SOA que sugiere el presente trabajo.

Referencias

² mediciones cerebrales por métodos de imágenes indican que 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). Este aspecto semántico de los números se manifiesta aún en condiciones controladas de laboratorio en la que no es requerida para la tarea solicitada^(16,17,18).

- 1- R. Page, E. Izquierdo, A. Saal, J. Codnia and C. El Hasi. *Perception & Psychophysics*, 66(2), 196-207 (2004).
- 2- Petrusic, W. M.. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 962-986 (1992).
- 3- Link, S.. *Journal of Mathematical Psychology*, **34** (1990).
- 4- Ratcliff, R., Van Zandt, T., & McKoon G.. *Psychological Review*, **106**, 261-300 (1999).
- 5- E. Koechlin, L. Naccache, E. Block, S. Dehaene. *Journal of Experimental Psychology* (1999).
- 6- R. Page, E. Izquierdo, A. Saal, J. Codnia y C. El Hasi. *Anales AFA* (2003).
- 7- R. Page, E. Izquierdo, A. Saal, J. Codnia.. 9na. Reunión de la Asociación Argentina de Ciencias del Comportamiento (AACC), Ponencia (2003)
- 8- A. Saal, E. Izquierdo, R. Page. 10ma. Reunión de la Asociación Argentina de Ciencias del Comportamiento (AACC), Ponencia (2005)
- 9- E. Izquierdo, A. Saal, R. Page. Enviado a *Perception & Psychophysics* (2006)
- 10- Naccache, L. & Dehaene, S.. *Cerebral Cortex* **Vol. 11** (2001).
- 11- Naccache, L., Blandin, E. & Dehaene, S.. *Psychological Science*, 416--424, (2002).
- 12- M. Eimer & F. Schlaghecken. *Psychonomic Bulletin & Review*, **9**, 514-520 (2002)..
- 13- H. Bowman, F. Schlaghecken, & M. Eimer, M. (2006). *Visual Cognition*, **13**, 401-480.
- 14- *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*. **31** (2), 322-328 (1999).
- 15- P. Galeano, F. Urban, A. Tabullo, C. Marro, J. Brun, E. Segura, A. Dorio. Reunión anual de la Facultad de Psicología. UBA (2005)
- 16- S. Dehaene, S. Bossini, and P. Giraux. *Journal of Experimental Psychology: General*, **122**, 371--396, 1993.
- 17- A. Saal, E. Izquierdo, P. Fernández, J. Codnia, R. Page *Anales Afa* (2004).
- 18- A. Saal, E. Izquierdo, J. Codnia, R. Page *Anales Afa* (2005).