

ROL DE LA MEMORIA DE TRABAJO EN LA FACILITACIÓN LÉXICA

M. C. SANFELIU; E. MESEGUER; S. ALBARABEL

Universidad de Valencia

Resumen

En los experimentos de decisión léxica, dos efectos se constatan en la literatura: la facilitación y la inhibición. Por otro lado, los experimentos de carga de memoria presentan efectos de la carga cuando ésta se acerca a la amplitud de memoria. El experimento presente pretende comprobar si estos efectos se mantenían cuando se daban las dos tareas a la par y si aparecían otros efectos. Los resultados mostraron que sí aparece facilitación y que la carga de memoria sólo es significativa cuando alcanza la amplitud de memoria. Ahora bien, el contradictorio efecto de la inhibición no se ajusta a las predicciones teóricas. Como conclusión, se discute la integración de la teoría atencional en la teoría de la Memoria de Trabajo.

Abstract

Two effects have been found in the lexical decision experiment literature: facilitation and inhibition. In addition, experiments of memory load show effect of load when it rises the memory span. The present experiment was designed to prove if the above effects still appear when both tasks are presented simultaneously. Results show a facilitation effect and an effect of memory load only when it reached the memory span. However, the contradictory inhibition effect didn't fit theoretical predictions. Integration of attentional theory in working memory theory is discussed.

Rol de la Memoria de Trabajo en la facilitación léxica

Desde el marco de la teoría dual de la atención (Posner y Snyder, 1975), en el procesamiento de la información se dan dos procesos atencionales consecutivos, uno automático durante los 200 primeros milisegundos, y después un proceso controlado que alcanza su pico en torno a los 400 mseg (de Groot y cols., 1986; Neely, 1976, 1977). La atención automática se da siempre que un nodo de la red semántica es activado. Esta atención se expande rápidamente a los nodos vecinos, y en ella no interviene la participación consciente del sujeto. Por otro lado, la atención controlada es un proceso de activación que implica la focalización de la atención de un modo consciente. Una vez que el nodo es activado, el sujeto produce expectativas y estrategias atencionales respecto a una zona concreta de la memoria. Este proceso es más lento que el anterior y se da después de aquél.

Posner y Snyder basan estos dos tipos de atención en el efecto de facilitación y en el de inhibición.

El primero es la ganancia temporal que se produce si inmediatamente después de procesar un ítem se procesa cualquier otro ítem que comparta el mismo camino en la red semántica. La inhibición, por el contrario, es el retraso en el procesamiento del segundo ítem cuando éste no cumple las expectativas que el sujeto ha generado sobre el camino activo del primer ítem. Así pues, la atención automática se define como aquel proceso en el que se da únicamente facilitación, mientras que la atención controlada es aquel proceso en el que junto a la facilitación también aparece una fuerte inhibición.

En el acceso léxico intervienen muchos procesos: el automático, que algunos autores lo conciben como la propia onda expansiva de activación en la red semántica (Keele, 1973; Meseguer, 1989; Posner y Snyder, 1975), y el atencional, que realiza la selección consciente de un nodo semántico concreto frente a otros posibles.

El estatus y localización de estos procesos atencionales no es claro. Por un lado, los experimentos que investigan los procesos activacionales (decisión léxica y nombrado) son de características verbales

(Antos, 1979; Favreau y Segalowitz, 1983; Fischler, 1977; Fischler y Goodman, 1978; De Groot, 1984, 1985; De Groot, Thomassen y Hudson, 1982, 1986; den Heyer, 1986; den Heyer, Briand y Smith, 1985; den Heyer, Briand y Dannenbrign, 1983; Kahneman, 1973; Keele, 1973; McKoon y Ratcliff, 1979, 1986; Stanovich y West, 1979, 1982; Warren, 1977; West y Stanovich, 1982); por tanto, no podemos saber si estos dos tipos de activación intervienen en cualquier tipo de material, o si, en función de la modalidad, la activación tiene características específicas. Por otro lado, y ateniéndonos al material semántico, no conocemos la centralidad de estos procesos: ¿son parte de la memoria de trabajo?, ¿cumplen un papel central en ella que imposibilite la realización de otras tareas, o pueden funcionar correctamente mientras la memoria de trabajo está ocupada en otros menesteres?

Si entendemos la memoria de trabajo como un subsistema de mantenimiento y manipulación temporal de la información en tareas cognitivas, compuesto por varios subsistemas (Baddeley, 1986; Baddeley y Hitch, 1974), bien podría ser uno de ellos un subsistema atencional general. En su teoría, Baddeley y Hitch postulan tres subsistemas: el primero, un ejecutivo central de capacidad limitada, encargado de supervisar y controlar, y después dos subsistemas dependientes de él, el bucle articulatorio, donde se procesa el material del lenguaje, y el almacén transitorio viso-espacial, que procesa material visual y espacial.

Nuestra última cuestión traducida a la teoría de la Memoria de Trabajo sería: ¿es el ejecutivo central el subalmacén atencional, o cada subalmacén, como por ejemplo el Bucle Articulatorio, tiene un componente atencional? Una forma de investigar estos interrogantes es ocupar el bucle articulatorio con una tarea de carga mientras se realiza la tarea clásica de decisión léxica. Así, si los procesos atencionales implicados en la tarea de decisión léxica forman parte del bucle articulatorio, cuando la tarea de carga utilice toda la capacidad del bucle, la decisión léxica se verá retardada o deteriorada; por el contrario, si los procesos activacionales son generales, la sobrecarga del bucle no impedirá que la decisión léxica se realice mientras el ejecutivo central disponga de capacidad atencional.

En líneas generales, la integración de la teoría activacional en la teoría de Memoria de Trabajo parece plausible; sin embargo, resulta insalvable la diferencia entre el concepto de activación automática y la definición del ejecutivo central; pues si el ejecutivo central trabaja como una especie de supervisor que selecciona estrategias de acción, ¿dónde puede ocurrir una activación automática sin la conciencia del sujeto? (Evidentemente, la vaguedad de la definición y el desconocimiento actual del ejecutivo central puede ser la razón de este dilema).

Siguiendo la metodología en Memoria del Trabajo, nuestro experimento se compone de dos tareas, una principal y otra secundaria de recuerdo de dígitos. La tarea principal, siguiendo la experimentación atencional, es una tarea de decisión léxica, sometida

a dos condiciones (Asincronía Estimular corta —200 mseg— y Asincronía Estimular larga —800 mseg—). Su objetivo es comprobar si los efectos conocidos en ambas tareas por separado se mantienen cuando el sujeto las afronta al unísono, y si se dan interacciones entre ellas que produzcan otros efectos.

En concreto, el experimento pretende inferir una activación automática bajo la condición de SOA corto y una facilitación controlada en la condición de SOA largo. También deben aparecer mayores TR en SOA corto que en SOA largo y, en los ensayos donde el test sea una pseudopalabra deben darse TR más altos cuando la palabra señal sea una palabra diferenciada que cuando sea la palabra «neutro». (Ya que tanto si activa modos relacionados automáticamente como conscientemente, la facilitación no se dará, puesto que el sujeto no tiene la representación de una pseudopalabra en su red semántica.)

Atendiendo ahora a la tarea secundaria y a la amplitud del bucle articulatorio, hipotetizamos que el recuerdo de la carga de memoria disminuirá conforme aumente su tamaño. Por último, al realizar estas dos tareas a la par, o bien la ejecución en la tarea de carga se mantiene mientras la decisión se deteriora, lo que corroboraría procesos atencionales dependiendo de la modalidad; o bien aparece un aumento progresivo en la latencia y en los errores de ambas, que apoyaría procesos atencionales comunes y compartidos. Junto a esto, se espera una interacción entre carga y relacionalidad, de modo que las palabras relacionadas, al facilitar el procesamiento de las palabras test, se vean menos influidas por el tamaño de la carga. Sin embargo, recordemos los que Baddeley y colaboradores (1984) dicen en su introducción al experimento 8: «Nosotros estamos de acuerdo en que las interacciones son importantes fuentes de información, pero deben ser interpretadas con precaución y no deben ser tenidas como guía infalible de que dos variables están afectando al mismo estadio de procesamiento.»

Método

Sujetos

La muestra fue de 30 estudiantes de cuarto curso de Psicología, con edades comprendidas entre los 18 y los 23 años, de los que 4 eran hombres y 26 eran mujeres. Dieciséis fueron sometidos a la condición de SOA corto y 14 a la condición de SOA largo. (Su participación en el experimento era requisito del curso de Psicología Experimental.)

Materiales y aparatos

Se utilizaron 300 pares de palabras relacionadas, de una longitud entre cuatro y ocho letras y una frecuencia de uso superior al 20 por 100. Estos pares fueron extraídos de las *Normas de Asociación Libre*

de Algarabel, Sanmartín, García y Espert (1986), con un porcentaje de asociación mínimo del 10 por 100; *Normas Catoriales Españolas* (Pascual, Gotor, Miralles y Algarabel, 1981) y el *Diccionario Español de Sinónimos y Antónimos* (Sainz de Robles, 1981).

El fichero inicial de pares era sometido al *programa de preparación y aleatorización* cada vez que se hacía un pase experimental. Este programa dividía el fichero en cuatro grupos: tres de ellos con 50 pares cada uno, y el cuarto con 150 pares. El primer grupo, sin modificar, correspondía a los pares relacionados. En el segundo, los estímulos señal eran separados de sus estímulos test y aleatorizados, formando nuevos pares no relacionados entre sí. El tercero era destinado a la tercera de las condiciones de relacionalidad, para lo cual se sustituían las palabras señal por la palabra «neutro». El cuarto grupo, con un tamaño igual a la suma de los tres grupos anteriores, contenía la condición palabrapseudo-palabra. Se aleatorizaban los estímulos test y luego cada uno de ellos era modificado en una de sus letras, convirtiéndose en pseudopalabra.

También se emplearon dígitos entre 0 y 9, elegidos aleatoriamente por el ordenador y presentados secuencialmente en grupos de 0, 2, 4 y 6 dígitos. Además de la palabra UNO, que constituía la precarga en la condición de supresión articulatoria.

El experimento fue presentado y controlado con un microcomputador Apple Macintosh, con pantalla de 9 pulgadas y tasa de barrido de 16,6 msg (60 Hz). El tipo de letra utilizado fue Geneva de 12 puntos.

Procedimiento

Los sujetos, individualmente, realizaban el experimento en una habitación insonorizada. Cada pase experimental comenzaba con la puesta en marcha del programa de separación y aleatorización de los pares. Una vez preparada, el experimentador recibía al sujeto, que se sentaba frente al ordenador a una distancia de lectura cómoda. Se le daban las instrucciones y tras una serie de ensayos de práctica, comenzaba el experimento.

El experimento constaba de 300 ensayos, cada uno compuesto por: primero, una serie de dígitos que el sujeto debía recordar y repetir en voz alta continuamente, mientras abordaba la tarea de decisión léxica (por tanto, actuaban como carga concurrente de memoria); después, la presentación secuencial del estímulo señal y el estímulo test (primer y segundo miembros del par), el estímulo test permanecía en pantalla hasta que el sujeto realizara la decisión léxica, y, por último, se le pedía el recuerdo del estímulo señal y de los números de la carga concurrente.

Cada ensayo empezaba con la presentación en pantalla de un mensaje que informaba del número de cifras de carga que iban a aparecer. A continuación se daban serialmente y de forma aleatoria los

números (cada uno de ellos estaba en pantalla 50 mseg).

Después de la aparición de los números, incluso también en la condición de supresión y carga «0», la pantalla del ordenador permanecía 2 segundos en blanco, tiempo de «repetición» destinado a que el sujeto pudiera repetir, al menos una vez (sin otra tarea concurrente), la secuencia de números. A continuación aparecía el punto de fijación, 2 ángulos enfrentados — > < —, situados en el centro de la pantalla y separados según el tamaño de la palabra. Tras ellos, la palabra señal ocupaba el espacio central que habían dejado. Ésta permanecía en pantalla 200 msg hasta que se presentaba la palabra test. El sujeto entonces debía pulsar la tecla correspondiente, según su decisión, y si ésta era errónea el microordenador enviaba un mensaje de error.

Se eligieron dos teclas simétricas y situadas a los extremos del teclado para que recogieran las respuestas SÍ-NO de la decisión. Su pulsación servía para contabilizar el tiempo de reacción necesitado en esa decisión.

El sujeto había sido instruido para que repitiera en voz alta los números de la precarga mientras realizaba la tarea de decisión léxica (para poder tener constancia de que no dividía su atención a las dos tareas). Tras la decisión, tenía que decir en voz alta, primero el recuerdo de la señal y después el recuerdo de los números. El experimentador comprobaba las respuestas. La petición del recuerdo de la señal se estableció para que el sujeto le prestara atención. El siguiente ensayo no empezaba hasta que el experimentador no pulsaba el ratón del ordenador.

Al comienzo de cada sesión experimental se suministraban secuencias de números para que el sujeto pudiera adaptarse a una repetición rápida. Después de esto aparecía un bloque de ensayos de práctica, semejantes a los ensayos experimentales, pero no se tenían en cuenta sus datos.

Así pues, en el experimento se manipulaban 3 variables, la *relacionalidad* entre la señal y el test, el *tamaño de la carga* concurrente, y el tipo de *asincronía estimular*. Las dos primeras variables eran intrasujetos, mientras que la tercera era entresujetos.

En el tipo de Relacionalidad se establecieron 3 niveles destinados al estudio de la facilitación: el par señal-test podía estar *relacionado* conceptualmente entre sí, *no relacionado* y con relación neutra, donde la señal era siempre la palabra «neutro».

La variable Tamaño de la carga concurrente fue de 5 niveles, de modo que se cubriera la amplitud de dígitos del bucle articulatorio de la memoria de trabajo (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 1986). En la condición «carga 0», no aparecía ningún número y se trataba de la condición control. El segundo nivel era la condición de «supresión articulatoria», pues se trataba de repetir continuamente la palabra «UNO». En realidad, ésta era una segunda condición de control en la que se medía el incremento de tiempo que la articulación concurrente a la repetición de los números producía (Baddeley, 1986, pág. 36). El nivel 3 era la condición de «carga 2», donde se presentaban

dos números aleatorios. El cuarto nivel era la condición de «carga 4», donde se daban cuatro números aleatorios. Y el último era la condición de «carga 6», donde se daban seis números aleatorios.

Se establecieron dos tipos de Asincronía estimular: la condición «SOA corto», donde el tiempo entre la presentación de la señal y el test era de 200 milisegundos. Y la condición «SOA largo», donde el tiempo entre la presentación de la señal y el test era de 800 milisegundos.

Resultados

Se realizaron análisis de varianza de los tiempos de reacción, de los errores en el recuerdo de las señales, de los errores en la decisión léxica y de los errores en el recuerdo de la carga; con objeto de estudiar la latencia y la precisión en la decisión, así como la precisión en el recuerdo. Estos análisis se aplicaron tanto a los ensayos donde el test era palabra como a los que el test era pseudopalabra.

Palabras

El análisis de tiempos se realizó tras eliminar aquellos ensayos en los que los tiempos excedían los límites estipulados ($\bar{X} \pm 2\sigma$) y los ensayos donde la decisión léxica era errónea. El porcentaje de eliminación fue del 9,6 por 100.

Se establecieron ANOVAs diferentes para cada tipo de SOA. Todos los análisis se hicieron a partir de las variables Relacionalidad y Carga (ambas intrasujetos).

De este modo, los análisis de varianza de los tiempos de reacción fueron dos, uno para SOA largo y otro para SOA corto, con las variables «Relacionalidad» y «Carga» (3×5). El análisis de SOA largo presentó diferencias significativas en relacionalidad $F(2,26) = 8$, $MCE = 7236,1$, $p < 0,01$ y tomando de la carga $F(4,54) = 6,4$, $MCE = 12844,3$, $p < 0,001$, pero no la interacción. Análisis de Newman-Keuls dieron diferencias del nivel relacionado frente a los otros dos niveles neutro y no relacionado ($p < 0,01$), pero estos últimos no se diferenciaban entre sí significativamente. El efecto de la carga, analizado mediante Newman-Keuls, mostró que la diferencia se daba entre la carga 6 y todas las demás ($p < 0,01$), pero ni la carga 0, carga 2, supresión o carga 4 se diferenciaban entre ellas.

En el análisis de SOA corto, la relacionalidad obtuvo una significación de $F(2,30) = 5,5$, $MCE = 18817,1$, $p < 0,01$, y la carga una significación de $F(4,60) = 3,9$, $MCE = 44831,2$, $p < 0,01$. La prueba de Newman-Keuls mostró diferencias de los niveles relacionado y neutro frente al no relacionado ($p < 0,05$). Las diferencias en carga, tras hacer análisis de Newman-Keuls aparecían en la carga 6 frente a las cargas 0, supresión y carga 2 ($p < 0,05$), mientras la carga 4 no se diferenciaba de la carga 6. (Véase cómo se comporta el neutro en ambos SOAs, figura 1.)

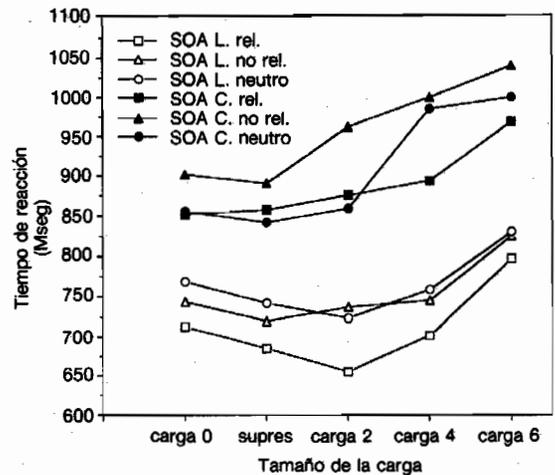


Figura 1. Tiempos de Reacción en decisión léxica de palabras bajo dos condiciones de asincronía estimular (SOA Corto=200 mseg; SOA Largo=800 mseg) en función del tamaño de la carga de memoria y la relacionalidad de los pares de palabras.

De los errores cometidos en la decisión léxica se realizaron dos análisis de varianza de 3×5 (Relacionalidad y Tamaño de la Carga—intrasujetos—), uno para cada tipo de SOA. En ambos casos, las diferencias significativas sólo aparecieron en la variable «tipo de Relacionalidad», para SOA largo $F(2,26) = 4,1$, $MCE = 0,7$, $p < 0,05$; y $F(2,30) = 4,4$, $MCE = 0,46$, $p < 0,05$ para SOA corto. Mientras que el «Tamaño de la Carga» no obtuvo significación estadística (véase figura 2a). Análisis de Newman-Keuls en la «Relacionalidad», mostraron que los niveles relacionado y neutro no se diferenciaban entre sí, pero los dos se diferenciaban del no relacionado ($p < 0,05$).

En cuanto al estudio de los errores en el recuerdo de la señal, también se realizaron dos ANOVAs (3×5). En ambos análisis, sólo alcanzó significación estadística el «Tamaño de la Carga»: en SOA largo $F(4,52) = 16,1$, $MCE = 0,3$, $p < 0,0001$, y en SOA corto $F(4,60) = 10,2$, $MCE = 0,5$, $p < 0,0001$. Las pruebas de Newman-Keuls de las dos extrajeron diferencias entre la carga 6 y todas las demás. Obviamente, el recuerdo de las señas aumenta el tamaño de la carga, pero su olvido sólo se da cuando la carga alcanza el tamaño de memoria (véase figura 2b).

Al analizar los errores cometidos en el recuerdo de la carga (dos ANOVAs, de 3×5), en el SOA largo no se dieron efectos principales de la «Relacionalidad», pero fue significativo el efecto de la carga $F(4,52) = 44,8$, $MCE = 3,5$, $p < 0,0001$. Posteriores análisis de Newman-Keuls mostraron que era la «carga 6» la que se diferenciaba de todas las demás ($p < 0,01$); mientras que éstas, entre ellas no ofrecían diferencias.

El mismo desarrollo obtuvimos en SOA corto, donde el efecto de la carga fue de $F(4,60) = 37,4$,

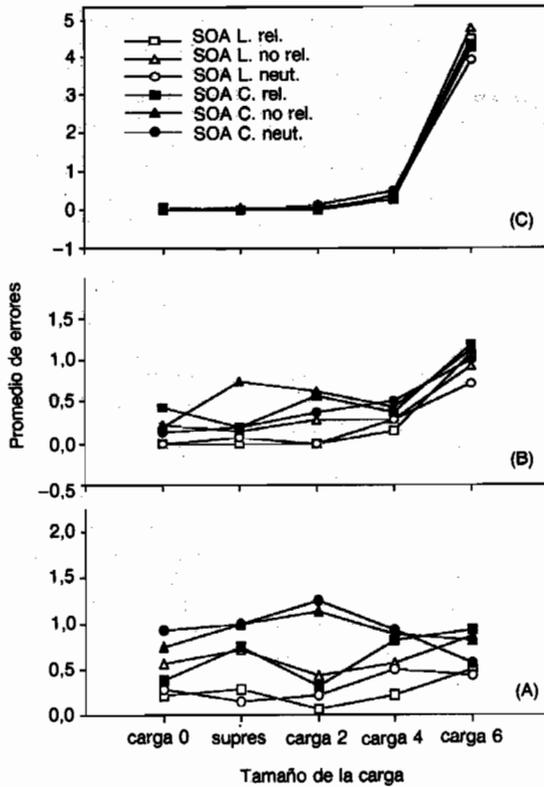


Figura 2. Promedio de errores en decisión léxica (a), en el recuerdo de la señal (b) y en el recuerdo de la carga (c) de palabras bajo dos condiciones de SOA, en función del tamaño de la carga de memoria y la relacionalidad de los pares de palabras.

M_{Ce} = 4,5, $p < 0,0001$, debido al distanciamiento de la carga 6 frente a todas las demás. Obsérvese la ausencia de diferencias entre SOA corto y SOA largo (figura 2c). Los sujetos, todos, cometen más errores al recordar la carga 6 que las demás.

Pseudopalabras

Para el análisis de tiempos se eliminó un 7 por 100 de ensayos, aquellos que sobrepasaban los límites establecidos ($\bar{X} \pm 2\sigma$).

Se calcularon dos ANOVAs para los dos tipos de Asincronía Estimular, con las variables: relacionalidad (neutro-palabras no relacionadas) y carga concurrente (carga 0-supres.-carga 2-carga 4-carga 6), intrasujetos.

En el SOA largo, no se dieron efectos significativos de ninguna de las variables. Sin embargo, en SOA corto, tanto la relacionalidad $F(1,15) = 8,0$, $M_{Ce} = 18188,6$, $p < 0,05$, como el tamaño de la carga $F(4,60) = 3,6$, $M_{Ce} = 22180,6$, $p < 0,05$, fueron significativos. No hubo interacción (figura 3).

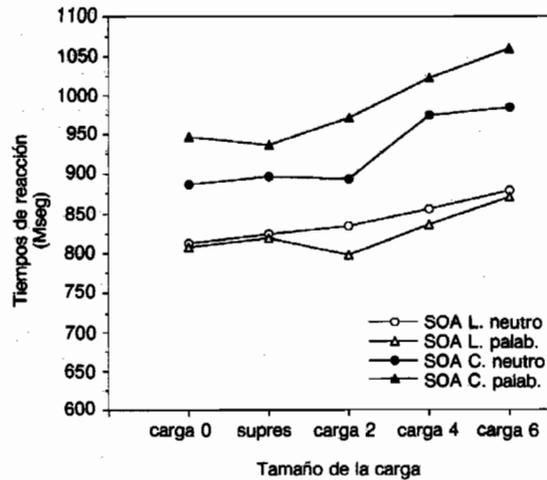


Figura 3. Tiempos de Reacción en decisión léxica de pseudopalabras bajo dos condiciones de SOA, en función del tamaño de la carga de memoria y la relacionalidad de los pares.

Por otro lado, al hacer un análisis conjunto, se observó un interacción entre tipo de SOA y Relacionalidad $F(1,28) = 9,532$ $M_{Ce} = 11156$, $p < 0,01$. La figura 4 muestra cómo los sujetos en el SOA corto requerían más tiempo cuando la señal era una palabra que cuando la señal era neutra. Justo lo contrario ocurría en el SOA largo.

Como resultado de las ANOVAs en los que la variable dependiente eran los errores en la decisión léxica, en la condición de SOA largo la relacionalidad y la carga fueron significativas con una $p < 0,05$. La Relacionalidad obtuvo una $F(1,13) = 7,0$, $M_{Ce} = 0,9$, $p < 0,05$, y la carga una $F(4,52) = 2,8$, $M_{Ce} = 0,8$, $p < 0,05$. Análisis de Newman-Keuls mostraron que sólo se diferenciaba la carga 4 de la carga 6, pero ninguna de las otras se diferenciaban.

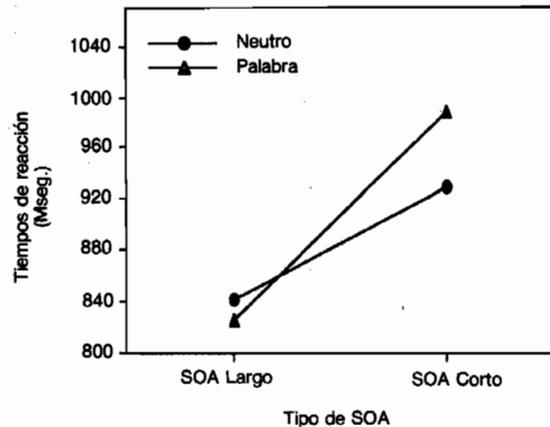


Figura 4. Interacción del tipo SOA y la relacionalidad en los tiempos de reacción de pseudopalabras.

En SOA corto también fueron significativas ambas variables, aun con diferencias mayores ($p < 0,01$). La relacionalidad tenía una $F(1,15) = 12,3$, $MCE = 4,2$, $p < 0,01$ y la carga una $F(4,60) = 4,4$, $MCE = 1,2$, $p < 0,01$. El análisis a posteriori mostró las diferencias entre la carga 6 y todas las demás (ver Fig. 5a).

En el análisis de los errores cometidos en el recuerdo de la señal, la significación estadística no sólo se dio en las variables principales, sino también en la interacción entre ellas. La relacionalidad en el SOA largo obtuvo una $F(1,13) = 54,2$, $MCE = 0,6$, $p < 0,0001$; y el tamaño de la carga una $F(4,52) = 9,9$, $MCE = 0,9$, $p < 0,0001$. La interacción relacionalidad-carga obtuvo una $F(4,60) = 4,1$, $MCE = 0,6$, $p < 0,01$.

En el SOA corto, el tipo de relacionalidad alcanzó una $F(1,15) = 30,0$, $MCE = 3,2$, $p < 0,0001$ y el tamaño de la carga una $F(4,60) = 15,3$, $MCE = 1,0$, $p < 0,0001$. La interacción obtuvo una $F(4,60) = 4,2$, $MCE = 1,0$, $p < 0,01$.

La gráfica 5b muestra claramente cómo la media de olvidos (errores) de la señal cuando es palabra,

se ve incrementada a medida que aumenta el tamaño de la carga; mientras que la media de olvidos de la señal cuando es «neutro» permanece estable.

Los errores en el recuerdo de la carga también se analizaron mediante 2 ANOVAs (2×5). Los efectos principales en los dos SOAs fueron significativos, y también la interacción. En el SOA largo, la relacionalidad fue de $F(1,13) = 24,4$, $MCE = 0,9$, $p < 0,001$, y el tamaño de la carga de $F(4,52) = 45,5$, $MCE = 5,6$, $p < 0,0001$.

En el SOA corto, la relacionalidad fue de $F(1,15) = 13,0$, $MCE = 3,1$, $p < 0,01$, y el tamaño de la carga de $F(4,60) = 35,8$, $MCE = 7,3$, $p < 0,0001$. Siguiendo la tónica mostrada, los análisis «a posteriori» de la carga desvelaron que era la carga-6 la que se diferenciaba de todas las demás.

La interacción entre el tipo de relacionalidad y el tamaño de la carga fue, en SOA largo, $F(4,52) = 15,6$, $MCE = 1,3$, $p < 0,0001$, y en SOA corto, $F(4,60) = 15,8$, $MCE = 1,5$, $p < 0,0001$. Los análisis de efectos simples para las dos corroboraron las diferencias en la carga 6 que ya se observaban en la gráfica (Fig. 5c). Cuando la carga de dígitos es importante, el sujeto produce más errores al recordarla si se le presenta una palabra que si se le presenta la palabra neutro.

Conclusiones

En general, los resultados se sitúan en la línea que las hipótesis presentadas en la introducción habían establecido. En primer lugar, se constata la diferencia entre los dos tipos de SOA: cuando la Asincronía Estimular entre señal y test es más corta ($SOA < 400$), se requiere más tiempo para la tarea de decisión léxica y aparecen más «errores en la decisión» y más «errores en el recuerdo de la señal». Sólo el número de errores en el recuerdo de la carga es lo que no se diferencia entre ambos.

Así, las diferencias entre los dos tipos de SOA coinciden con los resultados encontrados por Posner y Boies (1971). Estos autores encontraron que los sujetos producían tiempos de reacción mínimos cuando la separación entre señal y test estaba en torno a 500 msec. Siguiendo a estos autores, si esta función temporal de SOA refleja el tiempo mínimo para la codificación óptima de la señal; las condiciones en las que el tiempo entre los dos estímulos es más corto y, en la realidad, producen tiempos de reacción más largos, indicarían que: bajo esas condiciones temporales, cuando se presenta el estímulo test, el procesamiento de la señal no se habría completado todavía. Por ello, los sujetos terminarían de procesar la señal antes de pasar a procesar el test, y todo esto redundaría en un aumento de la latencia de respuesta.

Al igual que ellos, creemos que ésta es la explicación más plausible. Sin embargo, el hecho de que la precisión en el recuerdo de la carga sea semejante en los dos tipos de SOA puede socavar estas hipótesis, ya que resulta lógico pensar que, si la tarea

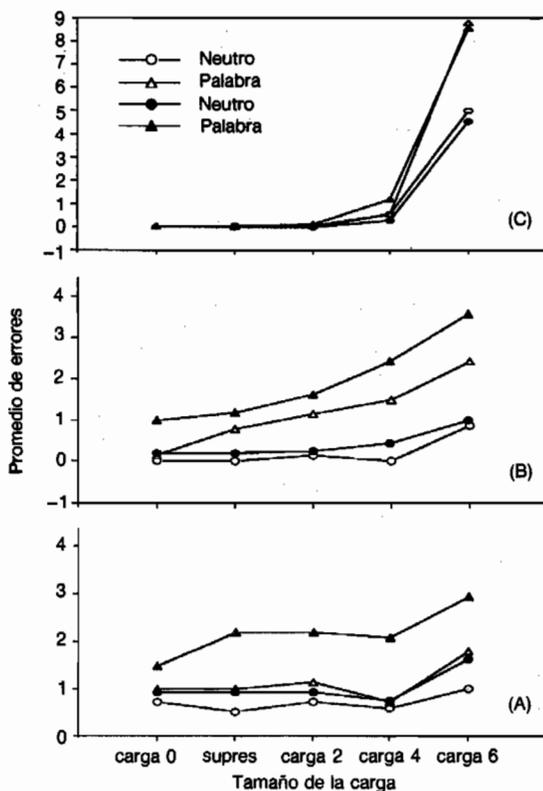


Figura 5. Promedio de errores en decisión léxica (a), en el recuerdo de la señal (b) y en el recuerdo de la carga (c) de pseudopalabras bajo dos condiciones de SOA, en función del tamaño de la carga de memoria y la relacionalidad de los pares.

concurrente al recuerdo de los dígitos aumenta en dificultad o requiere más atención, ha de aparecer algún efecto en el recuerdo de esos dígitos. Busquemos una explicación sencilla. En la tarea de carga concurrente las demandas de recuerdo posterior influyen sobre el sujeto, por lo que trata de recordar el mayor número posible de dígitos, independientemente de la mayor dificultad que pueda aparecer. Por otro lado, en la tarea de SOA corto, se requiere más atención que en la de SOA largo, y su efecto tiene que aparecer bien al recordar los dígitos, bien al recordar la señal, o bien en los dos a la vez. En este caso, el efecto se da en la señal: los sujetos sometidos a SOA corto olvidan más fácilmente la señal. Probablemente esto sea un efecto del diseño experimental, porque al sujeto se le pedía que recordara continuamente los números en voz alta, mientras que era sólo después de la decisión cuando se pedía el recuerdo de la señal. Parece claro que aunque la precisión en el recuerdo de la carga sea semejante en los dos tipos de SOA, la aparición de más errores en el recuerdo de la señal en SOA corto nos muestra la mayor dificultad que presenta la condición de SOA corto.

El efecto de la carga surge en todos los análisis, y siempre siguiendo un mismo patrón. Baddeley (1986) comenta que en experimentos de aprendizaje, de recuperación, de razonamiento, etc., la carga de dígitos sólo influye cuando está muy próxima al límite, pero no cuando son cargas intermedias. Al igual que él, nosotros hemos comprobado el mismo hecho. Todos nuestros análisis, de tiempos y de errores, muestran que las diferencias entre cargas únicamente se dan entre la «carga 6» y todas las demás, pero éstas, entre sí, no muestran diferencias. A partir de la carga 4 aparece un drástico aumento en todas las gráficas. Coincidimos con Baddeley (1986) al explicar esto como efecto de la capacidad atencional del sujeto. Mientras el sujeto puede conllevar las dos tareas no hay efectos de ninguna de las dos ni de su posible interacción (sólo en ocasiones aumenta ligeramente el tiempo empleado, pero la precisión se mantiene). Cuando la complejidad de la tarea desborda la capacidad atencional del sujeto, aumenta su TR y disminuye su precisión.

Todo esto viene a coincidir con las conclusiones de Baddeley sobre el efecto que la carga concurrente tiene sobre la tarea principal, esto es, que por mucho que influya la carga sobre esta tarea, ésta se verá mermada, pero no completamente anulada.

Otro efecto claro es la aparición de mayores tiempos de reacción ante test-pseudopalabras que ante test-palabras. Esta diferencia generalmente (Forster, 1976; De Groot, 1986) se atribuye al tiempo que la búsqueda en el almacén léxico necesita para hacer un repaso de la información almacenada y decidir si el estímulo presentado está o no está en él, es decir, es una palabra o no es una palabra. Cuando el estímulo es una palabra, el sujeto realiza una búsqueda terminada, comparando la información visual con la almacenada hasta que llega a localizar la representación mental del estímulo observado, en

este punto termina la búsqueda y se produce la respuesta; sin embargo, cuando el estímulo es pseudopalabra, el sujeto precisa una búsqueda exhaustiva hasta cerciorarse de que el estímulo no encaja con ninguna información almacenada (Shiffrin y Schneider, 1977). De ahí que los TR sean mayores cuando los estímulos-test son pseudopalabras que cuando son palabras.

Desde modelos de acceso directo (Morton, 1969), este mayor TR se explica mediante un mecanismo de tiempo-límite, si, tras un cierto tiempo después de la presentación del estímulo, no se dispara ningún «logogen», se infiere que ese estímulo no tiene un «logogen» que le corresponda, y, por tanto, no se tratará de una palabra.

Siguiendo con los resultados en pseudopalabras, se cumple la relación de mayores TR cuando la palabra señal es una palabra diferenciada que cuando es la palabra «neutro». Nos gustaría destacar la importancia de estos datos, pues difieren de los presentados por Neely (1977) y De Groot (1986). En la teoría inicial de Posner y Snyder (1975), se supone que si la limitación atencional es responsable de la inhibición de las palabras-test no relacionadas, las respuestas a pseudopalabras de señal diferenciada necesitarán más tiempo que las de señal-neutro, porque sólo el primer tipo de señal se asume que dirige la atención del sujeto hacia ciertos nodos representacionales, y, por tanto, consume más recursos del sistema. Esto se traduce en un aumento de latencia ante señales-diferenciadas. Neely (1977) y De Groot (1986) obtuvieron resultados contrarios que les llevaron a modificar un poco el modelo (véase la definición de «estrategias de predicción y comparación»). Sin embargo, con nuestros resultados se observa que sigue siendo válida la predicción inicial de Posner y Snyder. Es más, si estos resultados se replican, podría abrirse una vía nueva para encontrar soluciones al problema de la inhibición.

Hasta aquí, parece ser que los resultados de nuestro experimento coinciden con los obtenidos en otros experimentos. A partir de aquí vamos a comentar algunos datos que desde una visión general son claros, pero que en algunos puntos particulares son contradictorios con teorías y experimentos anteriores.

Uno de estos datos es la facilitación. En general, la facilitación se ve muy clara en todos los análisis, donde los ensayos en los que la señal está relacionada con el test requieren menor tiempo de reacción, tienen un cómputo menor de errores en la decisión, y también un menor número de errores en el recuerdo de la señal.

Ahora bien, algunas de las propiedades que Posner y Snyder asocian a la activación no se dan en este experimento. En condiciones de SOA largo, donde parecen subyacer procesos de facilitación atencional, se espera, no sólo facilitación ante estímulos-test relacionados con la señal, sino también inhibición cuando no existe relacionalidad entre ellos, puesto que las expectativas creadas mediante la atención no coinciden con el test presentado. Esta última propiedad, la inhibición ante palabras no

relacionadas no se encuentra en nuestro experimento, los sujetos emplean el mismo tiempo en la decisión léxica precedida por estímulos neutros que la precedida por estímulos no relacionados.

Al igual que Jonides y Mack (1984), hemos de cuestionar el concepto de inhibición. Mediante el estudio de las funciones de velocidad-precisión, observamos que el sujeto opta por reducir la exactitud de sus respuestas a cambio de ganar en rapidez. Pero, aunque bajo este punto de vista se pudiera justificar la inhibición, el hecho de que la función de la condición neutro no siga una uniformidad clara a lo largo de las distintas cargas (véanse las fluctuaciones en todas las gráficas), y la última consideración de Jonides y Mack, en la que se propugna, siempre que sea posible, una contrastación directa de las condiciones relacionadas contra las no relacionadas, eliminando la condición neutral; nos permiten cuestionar el papel real de la condición neutro, y por tanto, el estatus real de la inhibición, ya que una vez eliminada la condición neutro, es difícil definir y medir la «inhibición».

Otra de las propiedades establecidas por Posner y Snyder es aquella que tiene que ver con la activación automática y los tiempos de reacción más cortos. Debido a que se trata de una activación inconsciente, rápida y automática, no afecta al procedimiento de palabras no relacionadas, por lo que no deben aparecer efectos de inhibición. Justamente es esto lo que aparece, la condición no relacionado se diferencia de la condición neutro y la condición relacionado. Pero, por otro lado, la proporción de errores en la decisión no se diferencia entre estímulos no relacionados y neutros. En conclusión, nos ocurre lo mismo que en la explicación de la inhibición en SOA largo, las funciones velocidad-precisión enmascaran el tipo de activación real. Que los sujetos empleen más tiempo cuando los estímulos son no relacionados, pero cometan el mismo número de errores no nos permite afirmar que no aparezca inhibición.

Frente a la facilitación general, mucho más informativo es el estudio de la facilitación en cada una de las condiciones de carga. Resulta extraño que no se de facilitación en la condición de carga 0 cuando, metodológicamente, coincide con un experimento simple de facilitación. Podríamos sugerir que una presentación por bloques habría establecido diferencias más claras, pues en nuestra presentación, al ser aleatoria, el sujeto no puede generar estrategias atencionales a lo largo de los ensayos. Bien es cierto que la aparición del mensaje informativo sobre el número de dígitos que se van a presentar permite saber a priori esa información, pero parece ser que su conocimiento produce un relajamiento de la atención cuando los ensayos pertenecen a las condiciones de carga 0 o supresión. Sin embargo, Meseguer (tesis de licenciatura, no publicada), en un experimento de señal-múltiple en el que se utilizaban palabras como carga de memoria y en el que las condiciones estaban bloqueadas, tampoco encontró diferencias.

En la condición de carga 2, es donde las diferen-

cias en relacionalidad se ven más amplias. Los dos tipos de SOA muestran diferencias significativas en TR. Incluso estos efectos son más claros que en cargas 4 y 6, donde los TR ante estímulos relacionados, no relacionados y neutros no se diferencian estadísticamente.

A la vista de esto, ¿por qué razón un tamaño de carga 2 permite TR iguales e incluso más bajos que las condiciones de carga 0 y supresión? Bajo la condición de carga 2 el sujeto está manteniendo una atención activa, pues ha de repetir y recordar dos números, pero esta carga, lejos de la amplitud de memoria, desvía sólo una mínima parte de atención, lo que permite que la ejecución en la otra tarea no se vea mermada. Por el contrario, la carga 0 y supresión, al demandar poca o ninguna atención, relajan la disposición atencional del sujeto.

Otra incógnita que surge es por qué no se dan diferencias entre la supresión y la carga 0. No es la primera vez que esto ocurre: en experimentos sobre recuperación desde la memoria a largo plazo (Baddeley y cols., 1984; Baddeley, 1986), se da un patrón semejante al nuestro, la condición control y la condición de supresión no se diferencian entre sí.

Un dato a destacar es que el número de errores en decisión no se ve afectado por la carga. Esto nos hace suponer que la tarea concurrente no reduce la probabilidad de acceder a un ítem de la memoria episódica o semántica (Baddeley y cols., 1984, llegan a las mismas conclusiones), es más, esta precisión en la decisión podría implicar un acceso léxico automático o con mínimas demandas atencionales. Sin embargo, estas demandas, aun siendo mínimas, podemos pensar que han sido bastantes para enmascarar las diferencias entre relacionados, no relacionados y neutros en condiciones de carga 4 y 6.

Por otro lado, en el caso de pseudopalabras, el número de errores en decisión sí se ve afectado por la carga. Esto, junto a la interacción entre tipo de relacionalidad y tamaño de la carga, da idea de la mayor complejidad que suponen las pseudopalabras para los sujetos.

En función de las discusiones establecidas hasta ahora, nuestro experimento nos lleva a una serie de conclusiones y reflexiones metodológicas. En primer lugar, no podemos dejar de reconocer la naturaleza compleja del experimento: el sujeto debía afrontar una tarea que le obligaba a recordar muchos datos, que requería velocidad, atención y precisión, y que constaba de muchos ensayos. Por tanto, los efectos de práctica y cansancio pueden haber hecho alguna mella en las respuestas.

En segundo lugar, la complejidad podía haberse reducido eliminando el recuerdo de la señal, pues según Fischer (1977), la facilitación sigue dándose cuando no se recuerda la señal. Esto habría descargado al Bucle Articulario de tener que repetir la palabra señal junto con los números.

Otro punto que admite modificaciones es la presentación al azar. Posiblemente, una presentación por bloques habría aportado resultados distintos, pues el sujeto habría desarrollado estrategias de procesamiento estables en cada condición. Recor-

demostramos que aunque el experimento por bloques de Meseguer no obtenía resultados diferentes, la distinta metodología empleada (nombrado) entre su experimento y el nuestro cuestionan la posibilidad de generalización.

Sin embargo, se han constatado dos puntos importantes: la importancia del estudio de las pseudo-palabras, ya que en su análisis puede venir la respuesta a la inhibición, y la complementariedad de las funciones de latencia y precisión.

También podemos decir que la facilitación alcanza mayor significatividad cuando la MT está semicargada. Por el contrario, cuando existe sobrecarga, o bien las demandas de procesamiento impiden la facilitación, o bien se da facilitación pero la necesidad de emitir varias respuestas a la vez camufla sus efectos.

Los resultados no aportan ninguna luz a la distinción entre facilitación automática y controlada, pues en SOA corto aparece el patrón de activación controlada, y en SOA largo el de activación automática. Aun así, el escepticismo existente ante la definición de inhibición, unido a las fluctuaciones de nuestra condición neutra, nos obliga a dudar de la generalidad de estos resultados, y a esperar nuevos experimentos que den solución al problema.

Como conclusión, nuestro experimento apoya la integración de las dos teorías, entendiendo los mecanismos atencionales como parte del ejecutivo central. No podemos pronunciarnos, sin embargo, en cuanto a las características de esos mecanismos, pues al aparecer inhibición en el SOA corto, queda sin resolver el problema de la activación automática. ¿Significa eso que cuando hay varias tareas el ejecutivo central supervisa y reparte atención a todas, en lugar de mantenerse automáticas aquellas que individualmente ya lo son? ¿No sería más adaptativo y parsimonioso que esas tareas automatizadas redujeran la sobrecarga al no requerir atención? Esto es, si tomamos el caso de la conducción, ¿significa que cuando conducimos y atendemos a varias cosas, prestamos atención incluso al hecho de presionar el embrague para cambiar de marcha? O, por el contrario, ¿se mantiene automatizada la tarea de conducción y disponemos de más capacidad atencional para las otras tareas?

Evidentemente, la transposición de términos es bastante libre, pero su significado nos hace pensar en la necesidad de reformular el concepto de inhibición (véase Lorch, Balota y Stamm, 1986, para una interpretación de la inhibición como efecto de acceso post-léxico), y en la importancia de la investigación en el desconocido ámbito del ejecutivo central.

Nota: Esta investigación ha sido financiada por la Bea PB88-0496, de la Dirección General de Investigación Científica y Técnica del Ministerio de Educación y Ciencia.

Referencias

Algarabel, S. y Sanmartín, J. (1985). Baspal: Descripción de la base computerizada de palabras de la Universidad de Valencia. *Psicológica*, 6, 189-200.

- Algarabel, S., Sanmartín, J., García, J. y Espert, R. (1986). *Normas de asociación libre para investigación experimental*. Manuscrito no publicado. Universidad de Valencia, Departamento de Psicología Experimental.
- Antos, S. J. (1979). Processing facilitation in a lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 527-545.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working Memory*. Clarendon Press. Oxford.
- Baddeley, A. D. y Hitch, G. (1974). Working Memory. En G. H. Bower (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation*. Vol. VIII. New York: Academic press.
- Baddley, A. D., Eldridge, M., Lewis, V. y Thomson, N. (1984). Attention and retrieval from long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 518-540.
- De Groot, A. M. B. (1984). Primed lexical decision: Combined effects of the proportion of related prime-target pairs and the stimulus-onset asynchrony of prime and target. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 252-280.
- De Groot, A. M. B. (1985). Word-context effects in word naming and lexical decision. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 37A, 281-297.
- De Groot, A. M. B., Thomassen, A. J. y Hudson, P. T. W. (1982). Associative facilitation of word recognition as measured from a neutral prime. *Memory and Cognition*, 10, 358-370.
- De Groot, A. M. B., Thomassen, A. J. y Hudson, P. T. (1986). Primed-Lexical decision: the effect of varying the stimulus-onset asynchrony of prime and target. *Acta Psychologica*, 61, 17-36.
- Den Heyer, K. (1985). On the nature of the proportion effect in semantic priming. *Acta Psychologica*, 60, 25-38.
- Den Heyer, K. (1986). Manipulating attention-induced priming in a lexical decision task by means of repeated prime-target presentations. *Journal of Memory and Language*, 25, 19-42.
- Den Heyer, K., Briand, K. y Dannenbring, G. L. (1983). Strategic factor in a lexical-decision task: Evidence for automatic and attention-driven processes. *Memory and Cognition*, 11, 374-381.
- Den Heyer, K., Briand, K. y Smith, L. (1985). Automatic and strategic effects in semantic priming: An extension of Becker's verification model. *Memory and Cognition*, 13, 228-232.
- Favreau, M. y Segalowitz, N. S. (1983). Automatic and controlled processes in the first-and second-language reading of fluent bilinguals. *Memory and Cognition*, 11, 565-574.
- Fischler, I. (1977). Associative facilitation without expectancy in a lexical decision task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 18-26.
- Fischler, I. y Goodman, G. O. (1978). Latency of associative activation in memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 4, 455-470.
- Forster, K. I. (1979). Accessing the mental lexicon. En R. J. Wales y E. C. T. Walker (Eds.), *New Approaches to Language Mechanisms*. Amsterdam: North-Holland.
- Kahneman, D. (1973). *Attention and Effort*. New Jersey: Prentice Hall.
- Keele, S. W. (1973). *Attention and Human Performance*. California: Goodyear, Pacific Palisades.
- Lorch, R. F., Balota, D. A. y Stamm, E. G. (1986). Locus of inhibition effects in the priming of lexical decisions: pre- or postlexical access? *Memory and Cognition*, 14 (2), 95-103.
- Mckoon, G. y Ratcliff, R. (1986). Automatic activation of episodic information in a semantic memory task. *Journal*

- of *Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 108-115.
- Meseguer, E. (1989). *Estudio de la activación en la memoria a largo plazo en una tarea de pronunciación de palabras realizada en condiciones de sobrecarga de memoria*. Tesis de licenciatura, no publicada.
- Morton, J. (1969). Interaction of information in word recognition. *Psychological Review*, 76, 165-178.
- Neely, J. H. (1976). Semantic priming and retrieval from lexical memory: evidence for facilitatory and inhibition processes. *Memory and Cognition*, 4, 648-654.
- Neely, J. H. (1977). Semantic priming and retrieval from lexical memory: roles of inhibitionless, spreading activation and limited-capacity attention. *Journal of Experimental Psychology: General*, 106, 226-254.
- Pascual, J., Gotor, A., Miralles, J. L. y Algarabel, S. (1979). Normas categoriales para el estudio de la memoria humana (resumen). Actas del Congreso Nacional de Psicología. Pamplona.
- Posner, M. I. y Boies, S. (1971). Components of attention. *Psychological Review*, 78, 391-408.
- Posner, M. I. y Snyder, C. R. R. (1975a). Attention and cognitive control. En R. L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium*. Hillsdale, Erlbaum, N. J.
- Posner, M. I. y Snyder, C. R. R. (1975b). Facilitation and inhibition in the processing of signals. En P. M. A. Rabbit y S. Dirnic (Eds.), *Attention and performance V*. Academic Press, London.
- Shiffrin, R. M. y Schneider, W. (1977). Controlled and automatic processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Stanovich, K. E. y West, R. F. (1979). Mechanisms of sentence context effects in reading: Automatic activation and conscious attention. *Memory and Cognition*, 7, 77-85.
- Stanovich, K. E. y West, R. F. (1981). The effect of sentence context on ongoing word recognition: Tests of a two process theory. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 658-672.
- Warren, R. E. (1977). Time and the spread of activation in memory. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 3, 458-466.
- West, R. F. y Stanovich, K. E. (1982). Source of inhibition in experiments on the effect of sentence context on word recognition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 5, 385-399.