

EFFECTO DEL NIVEL DE CONSCIENCIA DE LOS ESTÍMULOS SOBRE EL APRENDIZAJE ASOCIATIVO SIMPLE

José L. Marcos Malmierca
Dpto. de Psicología

Alfonso Barca Lozano
Dpto. de Psicología Evolutiva y de la Educación
Universidad de A Coruña

jlmarc@udc.es

Resumen

El objetivo de esta investigación era estudiar los efectos del nivel de consciencia del estímulo sobre el aprendizaje de expectativa. Noventa y dos sujetos recibieron presentaciones repetidas de dos secuencias de estímulos ($E1_A \rightarrow E2_A$ y $E1_B \rightarrow E2_B$), presentándose E1 enmascarado. E2 constituía un estímulo imperativo para una tarea de tiempo de reacción (TR). Tras la fase de adquisición, todos los participantes fueron probados con 10 presentaciones de secuencias de estímulos compatibles ($E1_A \rightarrow E2_A$ y $E1_B \rightarrow E2_B$) e incompatibles ($E1_A \rightarrow E2_B$ y $E1_B \rightarrow E2_A$). Posteriormente los participantes fueron segregados atendiendo al nivel de consciencia ante los estímulos enmascarados E1. Los TRs fueron más rápidos en las secuencias de estímulos compatibles que en las incompatibles, pero sólo en el grupo no consciente. Estos resultados son considerados como una clara evidencia de aprendizaje de expectativa en ausencia de consciencia del estímulo y sugieren que la consciencia ante E1 dificulta la manifestación del aprendizaje de expectativa.

Introducción

La investigación anterior mostraba una clara evidencia experimental de que se podía establecer un aprendizaje asociativo no-consciente de discriminación empleando un procedimiento de *priming* enmascarado asociativamente generado (PEAG). Este procedimiento permite presentar el primer estímulo (E1) seguido inmediatamente de una máscara junto con el segundo estímulo (E2). La máscara impide la percepción consciente de E1, si bien permite el análisis completo de dicho estímulo. De este modo, mediante la presentación repetida de ensayos E1 (enmascarado) \rightarrow E2 el participante aprende a anticipar su respuesta a E2 a través de la presentación de E1. Es decir, la presentación no-consciente de E1 activa una representación en la memoria de E2, de modo que cuando E2 es presentado, ya ha sido total o parcialmente procesado, lo que se traduce en una facilitación de la respuesta ante este estímulo. Sin embargo, se desconoce si los diferentes grados de consciencia ejercen un efecto diferencial y creciente sobre este tipo de aprendizaje asociativo.

El objetivo de esta investigación consiste en demostrar si el aprendizaje de expectativa es sensible al grado de consciencia de la contingencia entre los estímulos E1 y E2. El punto de partida consiste en asumir que un sujeto es consciente de un estímulo cuando éste puede ser

arbitrariamente asignado a una determinada respuesta (Hackley, 1999, p 151). Esta definición operacional sugiere que la consciencia de un estímulo oscila lo a largo de un continuum consciencia-inconsciencia, lo que permite considerar diversos “grados de consciencia” de un estímulo.

El procedimiento para conseguirlo consistirá en utilizar un procedimiento de PEAG, en el que E1 será presentado próximo al umbral de consciencia durante los ensayos de asociación E1→E2. Los sujetos serán posteriormente segregados en tres grupos, según el nivel de consciencia mostrado ante E1. De este modo será posible determinar el efecto de los diversos grados de consciencia de E1 sobre la adquisición del aprendizaje de expectativa.

Método

Participantes

La muestra inicial estaba compuesta por 92 estudiantes de las titulaciones de Logopedia y Terapia Ocupacional, que participaron de modo voluntario, tras haber sido convenientemente informados sobre el experimento.

Estímulos y aparatos

Los estímulos se presentaron en el centro de la pantalla de un ordenador, con un fondo gris y a una distancia de 65 cms. Los estímulos E1 consistieron en las letras “o” como E1_A y “x” como E1_B, escritos en código fuente Arial, con un ángulo visual de 1.14°, y con un color intermedio entre el blanco y gris (valores RGB de 190 190 190) para degradar su percepción. Como E2 fue utilizado un triángulo equilátero, con 3.08° de ángulo visual; cuando el triángulo apuntaba a la derecha (◻) actuaba como E2_A y como E2_B si apuntaba a la izquierda (◻). Los triángulos estaban rellenos de una trama blanca y negra que cambiaba aleatoriamente en cada ensayo y eran presentados exactamente en la misma localización de E1. De ese modo, E2 constituía una máscara para E1 a la vez que actuaba como un estímulo imperativo para una tarea de TR. La asignación de E1 a E2 fue contrabalanceada durante la fase de adquisición. De este modo, la mitad de los sujetos fueron entrenados con las secuencias "o/◻" y "x/◻", y la otra mitad con "o/◻" y "x/◻".

E1 era presentado durante 23 milisegundos (equivalente a dos barridos de pantalla). La terminación de este estímulo coincidía con el comienzo de E2. La tarea de los participantes consistió en pulsar la letra “L” del teclado del ordenador cuando se presentaba E2_A y pulsar “D” si aparecía E2_B. La pulsación de la tecla de respuesta producía la desaparición de E2 y después del correspondiente intervalo se iniciaba un nuevo ensayo.

El comienzo y terminación de cada estímulo, los intervalos entre ensayos, y el registro de los TRs fueron controlados mediante un ordenador PC, empleando el software Psych Toolbox.

Variables y diseño

Durante la fase de adquisición fueron administrados 60 ensayos de cada secuencia de estímulos compatibles ($E1_A \rightarrow E2_A$ y $E1_B \rightarrow E2_B$). Posteriormente, durante la fase de prueba, todos los participantes recibieron 10 ensayos de secuencias de estímulos compatibles, mezclados aleatoriamente con otros 10 de secuencias de estímulos incompatibles, creadas al intercambiar $E1_A$ y $E1_B$ en las dos secuencias anteriores (ver Tabla 1).

Puesto que presumiblemente durante la fase de adquisición se desarrolla una expectativa de $E2_A$ en presencia de $E1_A$, y de $E2_B$ en presencia de $E1_B$, es de esperar que la anticipación de $E2$ generada por la presencia de $E1$ produzca una disminución del TR ante este estímulo. Sin embargo, si $E2_A$ se presenta precedido por $E1_B$, el TR ante $E2_A$ debería aumentar, ya que $E1_B$ activa una representación de $E2_B$ que está asociada a una respuesta contraria a la requerida por $E2_A$. Lo mismo debe ocurrir en la secuencia $E1_A \rightarrow E2_B$. De este modo, la compatibilidad entre los estímulos constituía la primera variable independiente, con dos niveles: compatible e incompatible.

Puesto que durante la fase de prueba puede actuar un proceso de extinción, debido a que la presentación de las secuencias incompatibles puede debilitar o, incluso, destruir la expectativa de $E2$ en presencia de $E1$, parece interesante evaluar también el efecto de los ensayos. De este modo, los ensayos (10) fueron considerados como la segunda variable independiente.

TABLA 1. Secuencias de estímulos presentadas durante la fase de prueba. En la fase de adquisición sólo fueron presentadas las secuencias compatibles

<i>E1</i>		<i>E2</i>	<i>Tarea de</i>
<i>Tiempo de Reacción</i>			
$E1_A$ (“o”) \longrightarrow	\longrightarrow	$E2_A$ (“▶”)	Pulsar tecla “L”
(Secuencia Compatible)			
$E1_B$ (“+”) \longrightarrow	\longrightarrow	$E2_B$ (“◀”)	Pulsar tecla “D”
(Secuencia Compatible)			
$E1_B$ (“+”) \longrightarrow	\longrightarrow	$E2_A$ (“▶”)	Pulsar tecla “L”
(Secuencia Incompatible)			
$E1_A$ (“o”) \longrightarrow	\longrightarrow	$E2_B$ (“◀”)	Pulsar tecla “D”
(Secuencia Incompatible)			

Al finalizar la fase de prueba, los sujetos fueron segregados en tres grupos, en función del grado de consciencia de E1, determinado mediante una tarea de identificación de elección forzada. El primer grupo, o grupo no-consciente, estaba constituido por los sujetos que presentaban un porcentaje de identificaciones correctas inferior al 60%, el segundo grupo, o grupo semiconsciente, comprendía a los sujetos cuyo porcentaje correcto de identificaciones oscilaba entre el 60% y 80%, mientras que en el tercer grupo (grupo consciente) se incluía a los participantes con un porcentaje de aciertos superior al 80%. De este modo, la tercera variable independiente considerada consistía en el grado de consciencia de E1, con tres niveles: no-consciente, semiconsciente, y consciente. La variable dependiente era el tiempo (TR) que el participante tardaba en pulsar la tecla correspondiente a cada uno de los estímulos E2 ("□" o "□").

Por tanto, la fase de prueba del experimento fue diseñada según un modelo factorial de 3 (grado de consciencia) x 2 (compatibilidad) x 10 (ensayos), con medidas repetidas en los dos último factores.

Procedimiento

El experimento fue efectuado a lo largo de tres fases:

- a) Fase de adquisición. Tras una breve instrucción, se le indicaba al participante que debía prestar atención y mirar al centro de la pantalla, y pulsar tan rápido como le fuera posible la tecla "L" cuando el triángulo apuntaba a la derecha (□) y la tecla "D" si apuntaba a la izquierda (□). No recibía ningún tipo de información sobre E1. A continuación se iniciaba la presentación de las secuencias de estímulos compatibles, siguiendo el procedimiento descrito de enmascaramiento retroactivo. Estas secuencias fueron presentadas en un orden aleatorio, a lo largo de 4 bloques de 30 ensayos (15 ensayos para cada secuencia). El intervalo entre ensayos oscilaba aleatoriamente entre 1 y 3 segundos. Después de cada bloque se efectuaba una pequeña pausa de descanso.
- b) Fase de prueba. Esta fase consistió en un bloque de 20 ensayos, en el que fueron presentadas en orden aleatorio 5 veces cada una de las cuatro secuencias de estímulos (dos secuencias compatibles y dos secuencias incompatibles). Los estímulos E1 y E2, parámetros estimulares e intervalo entre ensayos fueron los mismos que en la fase de adquisición.
- c). Fase de evaluación de la consciencia. Para evaluar el grado de consciencia del estímulo enmascarado E1, se efectuaron 80 ensayos de una tarea de identificación de elección forzada, bajo las mismas condiciones visuales y de duración que en las fases anteriores. El estímulo enmascarado E1 consistía en la letra "o" en la mitad de los ensayos y en la letra "x" en la otra

mitad. Inmediatamente después de la presentación de cada secuencia el participante debía indicar qué letra había sido presentada (“o” o “x”), pulsando las correspondiente teclas “O” y “X” del teclado del ordenador.

Medida y análisis

Los participantes que en la tarea de detección de elección forzada mostraban unos resultados de detección correcta inferior al 60% eran asignados al grupo no-consciente, ya que, según una distribución binomial, con $N = 80$ (ensayos) y p (identificación correcta) = 0.5, la probabilidad de que ocurran 48 (60%) o más de 48 identificaciones correctas es de 0.046. Aplicando ese criterio, fueron asignados a este grupo no-consciente 32 sujetos. Los participantes con identificaciones correctas que oscilaban entre 48 (60%) y 64 (80%) fueron asignados al grupo semiconsciente, que quedó constituido por otros 32 sujetos. Finalmente, otros 28 participantes que habían logrado superar 64 detecciones correctas (+80%) conformaron el grupo consciente.

Los resultados del primer ensayo de cada condición de la fase de prueba no fueron considerados, ya que normalmente presentaban una alta variabilidad. Por tanto, fueron considerados 9 ensayos de cada tipo de secuencia (compatible e incompatible).

Para evaluar los efectos de las variables consideradas sobre el TR, fueron realizados diversos ANOVAs. En estos análisis se aplicaron las correcciones de Greenhouse-Geisser, debido a que el supuesto de esfericidad probablemente no se cumple con los datos obtenidos. Así mismo, fue utilizada una región de rechazo de $p < 0.05$ para todos los efectos principales e interacciones.

Resultados

El objetivo principal de esta investigación consiste en determinar el efecto que el grado de consciencia de E1 ejerce sobre el TR ante los estímulos E2. Para ello se hace necesario conocer la diferencia existente entre los grupos en grado de conciencia, medido en función de las identificaciones correctas del E1 efectuadas por cada sujeto. Las puntuaciones medias de cada grupo se muestran en la Tabla2. Para determinar si estas diferencias eran significativas, fue realizado un ANOVA no paramétrico (prueba de Kruskal-Wallis). Los resultados mostraron que existía una diferencia altamente significativa entre las puntuaciones en detección de los tres grupos [$H(2) = 81$, $p < 0.001$]. Posteriormente, se aplicó una prueba no paramétrica de comparaciones múltiples (Sheffé) entre los tres grupos, mostrando una diferencia altamente significativa de cada grupo con los otros dos ($p < 0.001$ en las tres comparaciones realizadas).

Para evaluar el efecto de las tres variables independientes consideradas sobre las medidas de tiempo de TR fue calculado un ANOVA de 3 (grado de consciencia) x 2 (compatibilidad entre estímulos) x 9 (ensayos), con medidas repetidas en los dos últimos factores.

TABLA 2. Puntuaciones medias y desviaciones típicas de las respuestas correctas en la tarea de identificación de elección forzada

Grupo	Media	Desv. Típica
No consciente	41.03	3.29
Semiconsciente	54.97	4.65
Consciente	70.25	3.68

Los resultados de este ANOVA mostraban que la compatibilidad ejercía un efecto significativo [$F(1/89) = 6.03, p < 0.05$], con respuestas más rápidas ante el E2 en las secuencias de estímulos compatibles ($M = 391.35$) que en las secuencias incompatibles ($M = 397.43$). Igualmente se encontró un efecto principal significativo de los ensayos [$F(8/712) = 3.68, p < 0.05$]. La interacción entre el grado de consciencia, compatibilidad y ensayos resultó también significativa [$F(16/712) = 1.94, p < 0.05$]. Ninguna de las demás interacción alcanzó la significación, ni tampoco se detectó un efecto significativo del grado de consciencia, que podría explicarse por la interacción significativa encontrada entre los tres factores principales.

TABLA 3. Puntuaciones medias y desviaciones típicas (entre paréntesis) de los TRs de cada uno de los grupos en las secuencias de estímulos compatibles e incompatibles

GRUPOS	SECUENCIA	
	<i>Compatible</i>	<i>Incompatible</i>
No consciente	390.44 (59.91)	402.72 (71.23)
Semiconsciente	397.33 (68.46)	398.60 (75.51)
Consciente	385.94 (62.69)	389.24 (62.10)

Profundizando en este análisis, interesa conocer si la compatibilidad ejerce un efecto similar en los tres grupos, establecidos según el nivel de consciencia. A tal fin fueron efectuados análisis separados para cada grupo, considerando los factores intrasujeto de compatibilidad y ensayos.

Los resultados del ANOVA efectuado en el grupo no-consciente mostraron que el factor de compatibilidad ejercía un efecto altamente significativo [$F(1/31) = 13.37, p < 0.001$], de modo que los sujetos respondían mucho más rápidamente ante el E2 en las secuencias de estímulos compatibles que en la secuencias de estímulos incompatibles, como se puede observar en la Tabla 3. El efecto principal de los ensayos no fue significativo, ni tampoco la interacción entre los ensayos y la compatibilidad.

Los ANOVAS calculados en el grupo semiconsciente y en el grupo consciente indicaban que ni la compatibilidad, ni los ensayos, ni la interacción entre ambos factores, ejercían un efecto significativo.

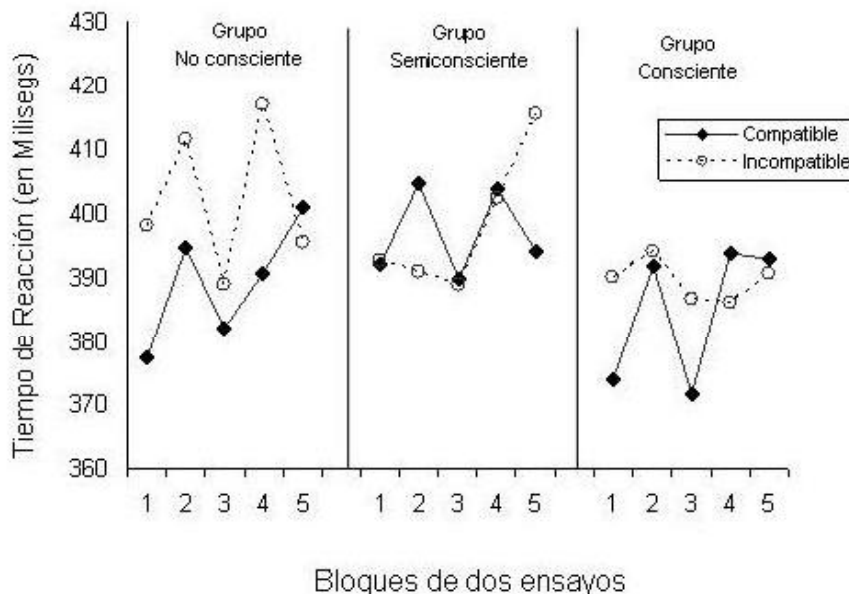


Figura 1. TR a lo largo de los ensayos de la fase de prueba en los tres grupos establecidos según el grado de consciencia de la presencia de E1.

Discusión

Los resultados del ANOVA global indicaban que los participantes respondieron más rápidamente ante las secuencias de estímulos compatibles que ante las secuencias incompatibles, lo que significa que los participantes habían desarrollado un aprendizaje discriminativo entre ambos tipos de secuencia. Así mismo, se podía observar un efecto importante de los ensayos sobre las medidas de los TRs. Este efecto consiste en una fuerte disminución del TR en el ensayo 5º, que probablemente tenga que ver con el orden de presentación de las secuencias de estímulos. Así, puede haber ocurrido que durante el ensayo 5º haya coincidido un mayor número de secuencias, tanto compatibles como incompatibles, en las que se requiriese la ejecución de la tarea con la mano derecha, lo que explicaría unos TRs más rápidos. En todo caso, este factor pierde su significación cuando se analizan los datos separadamente en cada grupo experimental.

Más interesantes son los resultados obtenidos en cada uno de los grupos experimentales. Los resultados del grupo no-consciente indicaban que el estímulo E1 que precedía a E2 afectaba al TR. Este efecto era diferente, dependiendo de si E1 se presentaba en una secuencia de estímulos compatibles o en una secuencia de estímulos incompatibles. Si E1 se presentaba en una secuencia de estímulos compatibles ($E1_A \rightarrow E2_A$, o $E1_B \rightarrow E2_B$) el TR ante E2 era más rápido que cuando un E1 incompatible precedía a E2 ($E1_A \rightarrow E2_B$, o $E1_B \rightarrow E2_A$). Estos resultados sugieren que la presentación no consciente de E1 produce una disminución del TR porque se ha producido un aprendizaje de expectativa. Es decir, la presentación repetida de las secuencias compatibles durante la fase de adquisición conduce al desarrollo de una activación de $E2_A$ ante $E1_A$ y de una activación de $E2_B$ ante $E1_B$. En las secuencias incompatibles intercaladas en la fase de prueba, E1 generaba una expectativa de un E2 que era diferente del que se presentaba, produciendo un retraso en la decisión de respuesta e incremento del TR.

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Marcos (2007) y constituyen una evidencia clara de que puede ocurrir aprendizaje de expectativa cuando los estímulos discriminativos ($E1_A$ y $E1_B$), son presentados fuera de la consciencia del sujeto. La tarea de identificación de elección forzada, que fue utilizada para evaluar la consciencia, garantizaba que los sujetos asignados al grupo no-consciente no habían tenido conocimiento de la presentación de E1. En la tarea de identificación, cada estímulo es asignado a una única respuesta y sólo se requiere que el sujeto distinga un estímulo del otro. Por tanto, la detección de la más pequeña diferencia entre los estímulos, o del mínimo rasgo identificativo, es suficiente para que aparezcan medidas de detección por encima del azar (Wong y cols., 2004), como ocurrió en los grupos semiconsciente y consciente. Aplicando este procedimiento estricto para evaluar la

consciencia, los resultados indican que es posible adquirir un aprendizaje de expectativa aún cuando E1 es presentado enmascarado, fuera de la consciencia del sujeto.

Sin embargo, este aprendizaje no se manifiesta cuando los participantes muestran algún grado de conocimiento del E1 durante la presentación de las secuencias de estímulos. En tal caso, no aparecen diferencias significativas entre los TRs de las secuencias de estímulos compatibles e incompatibles en los grupos semi-consciente y consciente. Más aún, una vez que los participantes manifiestan un nivel mínimo de consciencia de E1, los diferentes grados de consciencia no parecen afectar diferencialmente al TR ante E2. A pesar de que el grado de consciencia del E1 es significativamente mayor en el grupo consciente, ello no se traduce en diferencias significativas en las medidas de TR entre ambos grupos.

Estos resultados sugieren que la consciencia de E1 ejerce un efecto de “todo o nada” en la manifestación del aprendizaje de expectativa, ya que sólo se detecta ese tipo de aprendizaje cuando el participante no es consciente de la presentación de E1. La consciencia de la presencia de E1 impide la manifestación del aprendizaje de expectativa en esta preparación de *priming* enmascarado. Una explicación adecuada de este fenómeno la podemos encontrar en investigaciones desarrolladas en el paradigma de *prime* enmascarado, fuera del contexto del aprendizaje. Así, diversos estudios sobre *priming* semántico efectuados por Ortells y colaboradores (Ortells, Daza y Fox, 2003; Ortells, Vellido, Daza y Noguera, 2006) ponen de manifiesto que la identificación consciente del *prime* produce un efecto de *priming* negativo, mientras que la presentación no consciente daría lugar a un *priming* positivo, disminuyendo el TR ante el *target*. Estas diferencias conductuales estarían relacionadas con los procesos controlados y automáticos activados por la presentación consciente o inconsciente del *prime*.

En la misma dirección apuntan los resultados de diversos estudios sobre *priming* espacial, mucho más relacionados con la técnica utilizada en esta investigación. Un buen número de estos estudios han demostrado que los *primes* presentados por debajo del umbral de consciencia pueden, bajo ciertas condiciones bien definidas, activar sus correspondientes respuestas motoras, dando lugar a un efecto de *priming* positivo (por ej., Schlaghecken, Eimer y Bowman, 2006). Otros estudios conductuales y electrofisiológicos han mostrado que cuando el sujeto es consciente de la presentación del *prime* se produce un efecto inhibitorio sobre la respuesta, aumentando así el TR ante secuencias de estímulos compatibles (Falkenstein, Hoormann y Hohnsbein, 1999). Esta inhibición “endógena” estaría presumiblemente mediada por mecanismos ejecutivos en el córtex prefrontal (Band y van Boxtel, 1999).

Sin embargo, en nuestro estudio, no se ha encontrado un efecto de *priming* negativo en el grupo consciente, como sería de esperar según la evidencia aportada por estas investigaciones. Ello podría explicarse porque los participantes no han sido conscientes de la presencia de E1 en

algunos ensayos de la fase de prueba, lo que habría contrarrestado el efecto de *priming* negativo de los ensayos en que ocurría percepción consciente de E1. Hay que tener en cuenta que en grupo consciente el porcentaje medio de detección del E1 fue del 87%.

En todo caso, estos resultados deben ser tomados con precaución, ya que los sujetos que manifiestan algún grado de consciencia de E1 (grupos semiconsciente y consciente), poseen una “capacidad perceptiva” superior a la de los sujetos no-conscientes, que se refleja en un mayor número de detecciones correctas del E1. El distinto grado de “capacidad perceptiva” podría afectar a los resultados del experimento, al margen del nivel de consciencia del estímulo. Por ello, en futuras investigaciones sería conveniente controlar el efecto potencial de esta variable.

Finalmente, es preciso indicar que aunque no aparecen diferencias significativas entre los TRs de las secuencias compatibles e incompatibles en los grupos semiconsciente y consciente, ello no significa necesariamente que los participantes no hayan adquirido un aprendizaje de expectativa. Puede ocurrir, simplemente, que no ha podido manifestarse bajo estas condiciones de presentación de E1 durante la fase de prueba, especialmente por la interferencia de procesos estratégicos sobre el TR ante E2 en las secuencias compatibles.

Estos problemas pueden solucionarse en futuras investigaciones si durante la fase de prueba E1 es presentado a todos los participantes en idénticas condiciones estimulares y endógenas, bien dentro o bien fuera de la consciencia, con independencia de las manipulaciones efectuadas durante la fase de adquisición del aprendizaje de expectativa.

Referencias

- Band, G. P. y van Boxtel, G. J. (1999). Inhibitory motor control in stop paradigms: review and reinterpretation of neural mechanisms. *Acta Psychologica*, 101, 179-211.
- Falkenstein, M., Hoormann, J y Hohnsbein, J. (1999). ERP components in Go/Nogo tasks and their relation to inhibition. *Acta Psychologica*, 101, 267-291.
- Hackley, S. (1999). Implications of blink reflex research for theories of attention and consciousness. In M. E. Dawson, A. M. Schell, y A. H. Böhmelt (Eds.), *Startle modification: Implications for neuroscience, cognitive science, and clinical science* (pp. 137-157). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Marcos, J. L. (2007). Associative learning of discrimination with masked stimuli. *Learning and Motivation*, 38, 75-88.
- Marcos, J. L. y Redondo, J. (2005). Facilitation and interference of the automatic information processing on a reaction time task to threat-relevant stimuli. *Psicothema*, 17, 332-327.
- Ortells, J. J., Daza, M. T., y Fox, E. (2003). Semantic activation in the absence of perceptual awareness. *Perception and Psychophysics*, 65, 1307-1317.

Ortells, J. J., Vellido, C., Daza, M. T., y Noguera, C. (2006). Semantic *priming* effects with and without perceptual awareness. *Psicológica*, 27, 225-242.

Schlaghecken, F., Eimer, M. y Bowman, H. (2006). Dissociating local and global levels of perceptuo-motor control in masked *priming*. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 32, 618-632.

Wong, P. S., Bernat, E., Snodgrass, M., y Shevrin, H. (2004). Event-related brain correlates of associative learning without awareness. *International Journal of Psychophysiology*, 53, 217-231.