

EFFECTOS DE LA FRECUENCIA DE APARICIÓN DE ESTÍMULOS Y DE SEÑALIZACIÓN SOBRE LA ESTIMACIÓN DE TAMAÑO

Pom Charras y Juan Lupiáñez

*Departamento de Psicología
Experimental y de Fisiología del
Comportamiento
Universidad de Granada*

INTRODUCCIÓN

El ser humano interactúa con un entorno muy complejo, rodeado de estímulos que pueden ser relevantes o no para su supervivencia. Para conseguir actuar de forma adecuada y segura, su prioridad es seleccionar los objetos o eventos relevantes frente a otros irrelevantes o potencialmente peligrosos. Esta selección se lleva a cabo en parte a través de un mecanismo de orientación atencional en el espacio. Dirigir la atención a un lugar determinado en el espacio permite procesar de manera más eficaz los estímulos que se sitúan en esta área, seleccionándolos frente a información distractora. Durante las últimas décadas estos procesos de orientación atencional en el espacio se han estudiado en el laboratorio con el paradigma de señalización espacial o de costes y beneficios de Posner y colaboradores (1980, 1984). Se presentan unos rectángulos en la pantalla de un ordenador, marcando las posiciones u objetos en las que puede aparecer el estímulo relevante. Una de esas posiciones es señalada, y a continuación se presenta un estímulo ob-

jetivo, al que se debe responder (por ejemplo, pulsando una tecla u otra en función del color del estímulo). Cuando el estímulo se presenta en un marcador que ha sido previamente señalado (posición válida), se observan efectos atencionales en su procesamiento (costes o beneficios) en comparación con los ensayos en los que el estímulo aparece en una posición no señalada (inválidos) (Posner, 1980; Posner y Cohen, 1984).

Las localizaciones de aparición de los estímulos objetivo se pueden señalar de dos formas distintas: la aparición abrupta de una señal en una de esas posiciones puede capturar la atención automáticamente y por tanto orientarla de forma exógena (señal periférica), o por el contrario la atención se puede dirigir voluntariamente a una de las posiciones, en respuesta a una señal simbólica presentada en el centro (señal central). Las señales periféricas en general son un destello que aparece en una de los marcadores de posición. No obstante, el lugar del destello no es predictivo del lugar de aparición del estímulo objetivo, por lo que los efectos que se deriven de esta captura atencional son automáticos y rápidos. Por el contrario, cuando se dirige la atención con una señal central, como un número que indica de forma predictiva una posición concreta, esta orientación atencional endógena es más controlada de forma que los efectos de estas señales son más susceptibles a las interferencias que los de la atención exógena (Jonides, 1981).

A nivel perceptual, la orientación atencional mejora la discriminación (Handy, Jha y Mangun, 1999) y la ejecución en tareas visuales que exigen sensibilidad al contraste (Cameron, Tai, y Carrasco, 2002; Huang y Dobkins, 2005;) o resolución espacial (Carrasco, Williams, y Yeshurun, 2002; Yeshurun y Carrasco, 1998). También se ha demostrado que la atención exógena perjudica la sensibilidad de contraste (Carrasco et al., 2004) y la resolución espacial (Gobell y Carrasco, 2005).

Por otro lado, varios estudios han investigado cómo la orientación atencional interactúa con la frecuencia de aparición del estímulo objetivo (Klein, 1980, Klein y Hansen, 1987). Estos experimentos utilizan un paradigma de señalización donde se presentan dos tipos de estímulos que tienen una frecuencia de aparición diferente. Así, un estímulo aparece en la mayoría de los ensayos, mientras el otro, se presenta menos frecuentemente. Se ha observado que los efectos atencionales sólo modulan el procesamiento del estímulo más frecuente (Folk, Remington y Johnston, 1992; Folk y Remington, 1998, Milan y Tornay, 2001). Nótese que en estos estudios la frecuencia de aparición de los estímulos está directamente relacionada con las teclas de respuesta. Por ejemplo, los participantes hacen una tarea de discriminación de letra (X o O) en la que se manipula la frecuencia de aparición de los estímulos: la letra X aparece en 75% de los ensayos mientras que la letra O en 25%. Dado que se utiliza una tarea de discriminación de letra, se manipula también la frecuencia de respuesta (75% de X y 25% de O). En consecuencia, en estos estudios, investigaron cómo la orientación atencional interactúa con la frecuencia de aparición y de respuesta. En el presente estudio utilizamos un paradigma similar, en el que manipulamos la frecuencia de aparición de los estímulos, pero disociamos la frecuencia de aparición de los estímulos de las teclas de respuesta.

El ser humano tiende a sobrestimar la longitud de las líneas verticales cuando las compara con horizontales, como se demuestra en la ilusión Horizontal Vertical (Fick, 1851, Wundt, 1897, Coren y Girgus, 1978). En esta figura, dos líneas están presentadas en forma de L o de T invertida y, aunque sean de la misma longitud, la línea vertical se percibe más larga que la horizontal. Este efecto es muy robusto, dado que se puede observar en una gran cantidad de tareas (ver tareas de ajuste y de producción, Brosvic y

Cohen, 1988, Harris y Slotnick, 1996, Lipshits y McIntyre, 1999, Lipshits, McIntyre, Zaoui, Gurfinkel, y Berthoz, 2001, Wolfe y Amis, 2006; tareas de juicios, Künnapas, 1955, Wolfe, Maloney, y Tam, 2005, Dixon y Proffitt, 2002; tareas de agarrar -“grasping” en inglés- y de alcanzar -“reaching” en inglés-, Vishton, Rea, Cutting, y Nunez, 1999, Raudsepp y Djupsjöbacka, 2005; tareas que usan prismas invertidas, Richter, Wennberg y Raudsepp, 2007; tarea háptica, Gentaz y Hatwell, 2004 y tareas que usan sustitución auditiva de la visión, Renier, Bruyer, y De Volder, 2006). La magnitud del efecto de sobrestimación de la línea vertical es altamente dependiente de la configuración de las dos líneas. Mientras la línea vertical se sobrestima en un 5% aproximadamente en la figura en forma de L, la sobrestimación alcanza el 15 o 20% si las líneas se cruzan en forma de T (Avery y Day, 1969). Esta diferencia se explica por el hecho que la línea vertical se magnifica por dos razones distintas. En la forma de L, se sobrestima debido al sesgo de verticalidad, y en la forma de T, el efecto de sesgo de verticalidad se suma al de la bisección de la horizontal. Unos estudios previos realizados en nuestro laboratorio demostraron que el efecto del sesgo de verticalidad y el de bisección interactúan (Charras y Lupiáñez, en prensa). Aunque los dos tengan efectos aditivos en la figura de T, el sesgo de verticalidad se extingue cuando las dos líneas están biseccionadas. Pero precisamente, si se presenta una figura en forma de cruz en la que las dos líneas se cruzan por la mitad, las líneas se perciben tal y como son y no se sobrestima ni la vertical ni la horizontal. Es importante enfatizar que aunque las figuras en forma de cruz y en forma de T invertida sean físicamente muy similares, los juicios perceptuales divergen. Por tanto, suponemos que se utilizan dos formas distintas de procesar la longitud de las líneas en estas dos figuras.

Siguiendo esta hipótesis de la existencia de dos formas distintas de procesamiento, decidimos llevar a cabo un experimento donde manipulamos la frecuencia de ambos tipos de procesamiento a través de la manipulación del tipo de figura. El objetivo es investigar si el tipo de procesamiento involucrado en la percepción de la ilusión horizontal vertical se puede extender a la comparación de líneas en forma de cruz.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

El objetivo principal de este estudio es investigar si la frecuencia de sesgo de sobrestimación de la línea vertical influye sobre la percepción de la longitud de ésta. Para ello, en la presente investigación se usan dos figuras, una (la cruz) que no produce ningún sesgo de sobrestimación vertical u horizontal, y la T invertida, que produce un sesgo de sobrestimación de la línea vertical. Suponemos que para comparar la longitud de líneas insertadas en la T invertida y en la cruz se utilizan dos formas distintas de procesamiento. La manifestación del sesgo de verticalidad se debería al estilo utilizado para juzgar la T invertida. Para ello, en este experimento manipulamos la frecuencia de aparición de las dos configuraciones. Esta manipulación crea una expectativa en los participantes sobre el tipo de figura que tendrán que juzgar. El objetivo es investigar cómo la expectativa de un tipo de procesamiento influye sobre la manifestación de otro tipo de procesamiento. No obstante, a diferencia de estudios previos, esta expectativa se genera de forma indirecta, ya que el tipo de figura no es nunca objeto de respuesta diferencial. Al contrario, los participantes deben responder en ambos tipos de figura a la longitud de una de las líneas en relación a la otra (tarea de comparación de longitud de líneas). La frecuencia de utilización del estilo de procesamiento

podría influir sobre el desarrollo del otro estilo. Esperamos que el hecho de comparar con alta frecuencia las líneas en forma de cruz en la que las líneas horizontal y vertical se perciben tal y como son (sin sesgo), permita reducir el sesgo de sobrestimación de la línea vertical en la figura de T invertida. Por el otro lado, queremos comprobar si el sesgo de sobrestimación de la línea vertical en condición de alta frecuencia se generaliza o no a la estimación de longitud de líneas en la figura cruz.

Además, en este experimento los estímulos aparecen en lugares previamente señalados o no señalados (señal periférica). Varios estudios han demostrado que la señalización espacial mejora la percepción (Handy et al., 1999). Nuestro objetivo es demostrar que la ejecución es mejor en los ensayos de lugar señalado que en los de lugar no señalado. Por lo tanto, la señalización espacial debería también reducir el sesgo de sobrestimación de vertical en la figura de T invertida y aumentar la discriminabilidad.

METODOLOGÍA

Participantes

Treinta estudiantes (4 hombres) de la facultad de psicología de Granada participaron a este estudio, 15 en cada grupo, a cambio de créditos para una asignatura. La edad media era de 21 (con un mínimo de 18 años y un máximo de 28). Todos tenían una visión normal o corregida. No sabían nada del carácter ilusorio de las figuras.

Estímulos y material

Los participantes tenían que sentarse delante de una pantalla de ordenador (15 pulgadas) en una habitación poco iluminada. Un ordenador que ejecutaba el software E-Prime

(Schneider, Eschman, y Zuccolotto, 2002) controlaba la presentación de los estímulos, la coordinación de los eventos, y la recogida de datos.

Cada ensayo empezaba con una pantalla de fijación donde se presentaba un asterisco blanco (0,38 grados de ángulo visual) sobre un fondo negro. De cada lado del punto de fijación, se presentaba una caja con fondo negro y contornos blancos (4,5° x 4,5°). Para señalar la caja en la que iba a aparecer el estímulo, los contornos se volvían más gruesos. Esta modificación daba la impresión de un flash que iluminaba la caja. El estímulo objetivo, que aparecía en una de las dos cajas, era una figura de color blanco constituida por dos líneas, una horizontal y otra vertical. Podía ser en forma de T invertida o en forma de cruz. La línea vertical siempre se presentaba en el medio de la caja, mientras la horizontal podía aparecer en el medio cruzando la vertical en su medio produciendo la figura cruz, o podía cruzar la vertical en su parte inferior, generando la T invertida. La longitud de la línea horizontal era fija (60 píxeles, 2,67°), mientras la de la línea vertical variaba entre 50% y 135% de la longitud de la horizontal. Para la figura T invertida, la línea vertical medía entre 50% y 115% de la horizontal. No obstante, cuando las dos líneas formaban una cruz, la línea vertical modulaba entre el 75% y el 135% de la horizontal. El objetivo de esta manipulación era evitar un sesgo de respuesta debido a la ilusión de sobrestimación de la línea vertical en el caso de la T invertida (Charras y Lupiáñez, en revisión).

Procedimiento

Cada ensayo del experimento comenzaba con una pantalla de fijación que se mantenía 500ms. Se decía a los participantes que era muy importante mantener sus

ojos en el punto de fijación a lo largo de todo el ensayo. La señal se presentaba durante un tiempo muy breve (50ms). Los contornos se volvían normales durante el intervalo entre estímulos (ISI, 150ms) y a continuación aparecía el estímulo objetivo durante 300ms. Era seguido por una pantalla de respuesta, igual que la de fijación, que se mantenía durante 2700ms. Por tanto, los participantes tenían 3000ms para responder cuál de las dos líneas era la más larga. Se asignaba vertical a una tecla y horizontal a otra (las teclas M y Z), contrabalanceándose la asignación a través de los sujetos. Las instrucciones especificaban que los participantes debían de ser lo más precisos posible pero respetando los límites de tiempo.

Dividimos los participantes en dos grupos; en el primero, la figura ilusoria se presentaba en la mayoría de los ensayos mientras en el segundo grupo, la figura en forma de cruz era la más frecuente. Es importante subrayar que, a diferencia de estudios previos, la frecuencia del estímulo objetivo y las teclas de respuesta no están relacionadas, dado que la tarea es una comparación de longitud. Disociamos la frecuencia de aparición de los estímulos de las teclas de respuesta.

Diseño

El experimento tiene tres variables manipuladas intra-sujetos y una manipulada entre-grupos. El diseño de las variables intra-sujetos es 2(figura) x 7(longitud de la línea vertical) x 2(señalización). Como se ha señalado anteriormente, los participantes tenían que comparar la longitud de las líneas insertadas en 2 tipos de figura: la T invertida y la cruz. Se variaba la longitud de la línea vertical en 7 pasos: de 50% a 115% de la longitud de la línea horizontal para la T invertida (50%, 65%, 75%, 85%,

95%, 105% y 115%) y de 75% a 135% para la cruz (75%, 85%, 95%, 105%, 115%, 125% y 135%). Además de manipular la forma y el tamaño de las figuras, manipulamos la orientación atencional de manera exógena. Para ello, presentábamos, en una de las dos cajas, una señal antes de que apareciera el estímulo objetivo. En los ensayos de lugar señalado (50%), el estímulo se presentaba en la caja iluminada por el flash, mientras que en los ensayos de lugar no señalado (50%), el estímulo aparecía en la otra caja.

Además, se manipuló entre-grupos la frecuencia de cada una de las configuraciones (T invertida vs. cruz), como una forma de manipular la inducción de un juicio sesgado o no. En el grupo 1, la figura T invertida se presenta en 80% de los ensayos y la figura cruz en el 20% restante. Es decir que los sujetos se enfrentan a un sesgo perceptual en la mayoría de los ensayos. Sin embargo, en el grupo 2, los porcentajes se invierten: la figura cruz aparece en el 80% de los ensayos y la ilusión de T invertida en el 20%. Esta manipulación nos permite investigar cómo el porcentaje de figura que induce a sesgo influye en la manifestación de este sesgo. En el grupo experimental 1, la figura en forma de T invertida aparece en 80% de los ensayos y la cruz en los 20% restantes. En el grupo 2, invertimos la manipulación del tipo de figura, así que la figura cruz se presenta en el 80% de los ensayos.

Las variables intra-sujetos dan lugar a 28 tipos de estímulos. En el grupo 1, los ensayos con la T invertida son 4 veces más frecuentes que los de la cruz; en el grupo 2, es al revés. Cada participante juzgaba 18 figuras en la práctica y 420 en el experimento, durando el experimento 35 minutos aproximadamente. Por tanto, cada participante recibía 6 observaciones por condición experimental para la figura menos frecuente y 24 para la más frecuente.

RESULTADOS

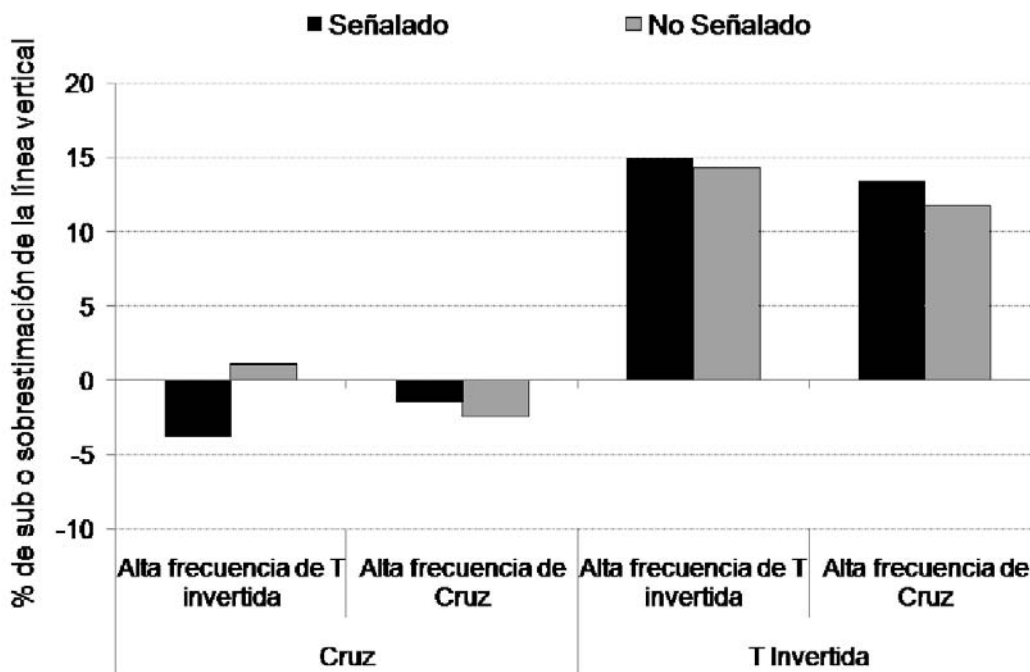
En este experimento utilizamos el método de los estímulos constantes para calcular el punto de igualdad subjetiva (PIS). El PIS representa la longitud con la cual el estímulo de comparación, aquí la línea vertical, aparece igual a la longitud del estímulo estándar (la línea horizontal). El PIS se puede transformar en porcentaje de ilusión. Además, este método nos permite calcular la pendiente, que es un índice de la capacidad de discriminar estímulos similares.

Tuvimos que eliminar del análisis 2 sujetos (uno en cada grupo experimental) porque no hicieron la tarea siguiendo las instrucciones. Para analizar los porcentajes de ilusión, las pendientes y los tiempos de reacción, se realizaron diferentes ANOVA mixtos, con las variables Señalización y Tipo de figura como variables intra participante, y la frecuencia del tipo de figura como variable entre grupos.

Punto de Igualdad Subjetiva (PIS)

Se puede observar con el análisis del PIS un efecto principal de figura. Encontramos una diferencia altamente significativa entre la cruz y la T invertida, $F(1, 26)=224,34$, $p<.0001$. Los participantes sobrestiman la longitud de la línea vertical cuando juzgan la figura en forma de T invertida (-14,19% en los ensayos de lugar señalado y -13,02% en los ensayos de lugar no señalado, ver Figura 1). Los análisis con la prueba t de Student confirmaron que la línea vertical se sobrestima en la figura T invertida, independientemente de que aparezca en el lugar señalado o no señalado, $t(27)=-19,59$, $p<.0001$, para lugar señalado y $t(27)=-11,55$, $p<.0001$ para el lugar no señalado).

Figura 1: Porcentaje de sub o sobrestimación de la línea vertical (magnitud de la ilusión) en función de la señalización (señalado vs. no señalado), de la frecuencia del tipo de figura (frecuencia alta de T invertida o de cruz) y de la figura (cruz vs. T invertida)



Ni la frecuencia del tipo de figura, ni la señalización modulan el PIS, pero las interacciones entre la figura y la señalización y entre la señalización y la frecuencia del tipo de figura tienden a ser significativa, $F(1, 26)=2,99, p=,095$ y $F(1, 26)=3,5, p=,07$. La interacción tipo de figura x señalización x frecuencia de tipo de figura no es significativa, $F(1,26)=1,93, p=.17$. Estas tendencias

reflejan una modulación del PIS en el caso de la figura cruz en la condición de alta frecuencia de la figura T invertida (grupo 1), $F(1,26)=4,5, p=.04$. En los ensayos de lugar no señalado del grupo 1, el PIS de la cruz es más bajo que en los ensayos de lugar señalado (3,79% en los ensayos de lugar señalado y -1,12%, ver Tabla 1).

Tabla 1: Datos de PIS (punto de igualdad subjetiva) con la magnitud de sobre/subestimación de la línea vertical (en %), la pendiente y los tiempos de reacción para los ensayos de lugar señalado y no señalado, en función de la figura (cruz vs. T invertida) y del grupo (alta frecuencia de T invertida vs. de cruz)

			PIS		Magnitud	Pendiente		TR	
			P	DT	%	P	DT	P	DT
Grupo 1: Alta frecuencia de T invertida	Cruz	Señalado	63,8	6,8	-3,8	0,12	0,06	769,01	135,86
		No Señalado	58,9	11,5	1,1	0,14	0,08	875,94	176,68
	T Invertida	Señalado	45	3,5	15	0,13	0,05	731,88	133,85
		No Señalado	45,7	3,8	14,3	0,14	0,06	768,16	130,21
Grupo 2: Alta frecuencia de Cruz	Cruz	Señalado	61,4	3,7	-1,4	0,11	0,04	846,49	247,77
		No Señalado	62,5	5,7	-2,5	0,13	0,06	907,14	242
	T Invertida	Señalado	46,6	4,2	13,4	0,15	0,06	914,49	276,27
		No Señalado	48,2	7,5	11,8	0,17	0,06	963,2	254,93

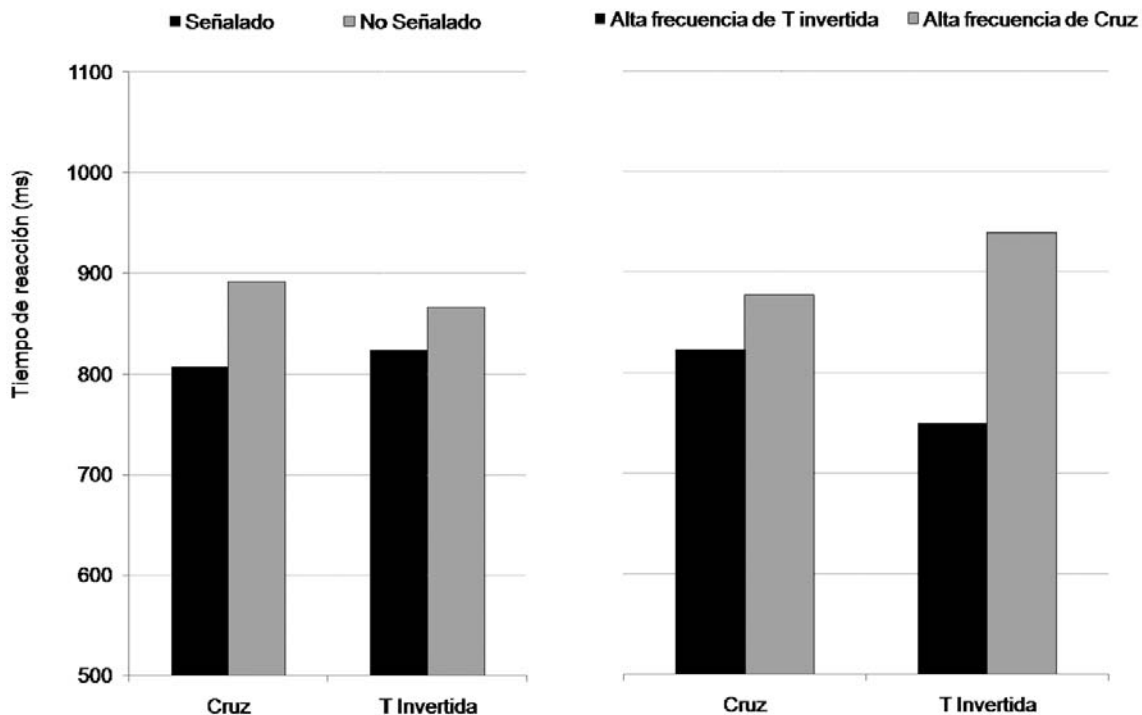
Tiempos de reacción

Encontramos un efecto de señalización altamente significativo: los participantes son más rápidos al responder a los estímulos señalados (822ms) que a los no señalados (879ms), $F(1, 26)=66,85$, $p<.0001$. Aunque la frecuencia del tipo de figura y el tipo de figuras en sí mismo no influyeron sobre el tiempo de reacción, $F_s<1$, como se puede observar en la parte izquierda de la figura 2, se produjo una interacción entre esos dos factores, $F(1, 26)=8,4$, $p=.007$. Esta interacción evidencia que la frecuencia del tipo de figura no modula el tiempo de reacción para responder a la figura cruz, $F<1$. Sin embargo, en el caso de la T invertida, los participantes son más rápidos al juzgar esta figura cuando aparece de forma muy frecuente (la frecuencia de sesgo es muy alta, $F(1,26)=4,77$, $p=.038$). De forma importante, esta interacción también revela

que la alta frecuencia de estímulo tipo cruz perjudica el procesamiento de la T invertida. En efecto, los participantes son más lentos al juzgar la T invertida que la cruz en condición de alta frecuencia de figura tipo cruz, $(F(1,26)=7,46$, $p=.01$). Nótese que este efecto no se puede deber a una preparación motora a responder “la vertical es más larga que la horizontal” debido a la ilusión, porque manipulamos el tamaño de la línea vertical en función del sesgo ilusorio. Es decir, para que los participantes respondan más o menos 50% de la veces horizontal y 50% vertical, la longitud variaba de 75% hasta 135% para la figura cruz, y de 50% a 115% para la T invertida.

Por otra parte, observamos una interacción entre señalización y tipo de figura que revela que la señalización conlleva un mayor efecto de facilitación sobre el procesamiento de la cruz (70ms) que el de la T invertida (42ms), $F(1, 26)=4,9$, $p=.035$.

Figura 2: A la izquierda se representa el tiempo de reacción en función del grupo (alta frecuencia de T invertida vs. de cruz) y de la figura (cruz vs. T invertida). A la derecha observamos el tiempo de reacción para las figuras cruz y T invertida en función de la señalización (señalado vs. no señalado)



Pendiente

Se observa un efecto principal de señalización ($F(1, 26)=4,22$, $p=.05$): la señalización empeora la habilidad de discriminar diferencias pequeñas entre estímulos. Obtuvimos también un efecto principal de figura en la pendiente. Los participantes tienen una mejor ejecución para discriminar estímulos similares cuando juzgan la T invertida que al juzgar la cruz, $F(1, 26)=19,11$, $p=.0002$. Este efecto interactúa con la frecuencia de las figuras, $F(1, 26)=12,02$, $p=.002$, lo que revela que en el grupo de alta frecuencia de T invertida, la habilidad para discriminar entre la T invertida y la cruz es equivalente. No obstante, cuando el estímulo cruz es altamente frecuente, la pendiente de la T invertida es mejor que la de la cruz. Ninguna de las interacciones restantes llegó a ser significativa.

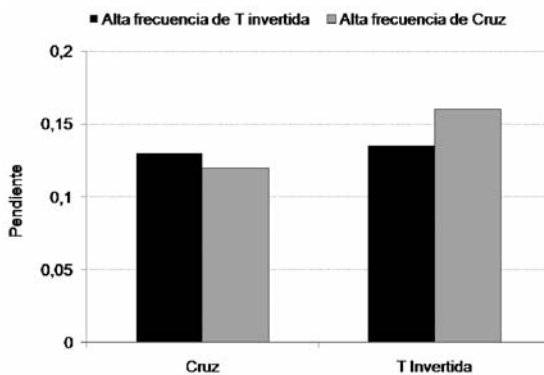


Figura 3: Representación de la pendiente en función del grupo (alta frecuencia de T invertida vs. de cruz) y de la figura (cruz vs. T invertida).

CONCLUSIÓN

El sesgo de sobrestimación de la línea vertical se observa en la figura de T invertida (15%) pero no en la cruz. Es decir, la vertical tenía que ser unos 15% más pequeña que la horizontal para que las dos líneas se percibieran iguales. Este efecto, muy robusto (Charras y Lupiáñez, en prensa y en revisión) se debe a

la conjunción de dos efectos independientes llamados sesgo de *verticalidad* y el de *biseción* (ver la introducción). El objetivo de este experimento era investigar cómo el sesgo de sobrestimación de la línea vertical interactúa con la señalización espacial y las expectativas del tipo de estímulo. Los resultados han demostrado que la señalización espacial de los estímulos acelera el procesamiento de comparación de longitud, independientemente de la frecuencia de aparición de las figuras. Con independencia del tipo de figura, el procesamiento es más rápido cuando los estímulos aparecen en un lugar previamente señalado. Sin embargo la orientación atencional parece tener un efecto mayor sobre el procesamiento de la cruz que sobre el de la ilusión. Orientar previamente la atención de forma exógena a un lugar facilita más la comparación no sesgada de líneas. Segundo, la frecuencia de aparición del tipo de figura, que crea una expectativa de identidad de estímulo (cruz vs. T invertida), sólo influye sobre el procesamiento de la figura T invertida. El hecho de creer y esperar a una figura de tipo T invertida, acelera el procesamiento de esta misma figura. Sin embargo, la expectativa de una figura cruz no modula su procesamiento. Pero, perjudica el procesamiento de la T invertida. Más precisamente, se puede concluir que, la expectativa de un tipo de figura interactúa con el tipo de figura. Por un lado, aunque la expectativa del tipo de figura no tenga efecto sobre el procesamiento de la cruz, ralentiza el procesamiento de la figura de T invertida cuando se espera una cruz. Y por otra parte, la señalización (la orientación espacial exógena) tiene más efecto sobre el procesamiento de la cruz que sobre el de la T invertida. Estos datos refuerzan la idea que se utilizan dos formas de procesamiento distintas para juzgar la T invertida y la cruz, dado que el tipo de figura de T invertida interactúa con la expectativa y el tipo de figura cruz con la señalización.

DISCUSIÓN GENERAL

En este estudio investigamos si la frecuencia de un tipo de configuración, que conlleva un tipo de procesamiento específico, puede influir sobre el tipo de procesamiento que es necesario para procesar otra configuración distinta. Estudios previos nos llevaron a hacer la hipótesis que las figuras de T invertida y de cruz se procesan de forma distinta y por lo tanto, queríamos averiguar si el potenciar un estilo o tipo de procesamiento particular (mediante la manipulación de la frecuencia de las configuraciones de líneas) modularía la percepción de la longitud de líneas con una configuración distinta. Por tanto utilizamos dos figuras o configuraciones distintas, la T invertida que se caracteriza por una sobrestimación de la línea vertical y una cruz, y variamos su frecuencia de aparición. Los datos apoyan la idea de que se usan dos formas distintas de procesamiento para comparar la longitud de líneas insertadas en una T invertida y una cruz. El estilo o tipo de procesamiento usado para la cruz tiende a interferir con el estilo o tipo de procesamiento implicado en el procesamiento de la T invertida. Además, el procesamiento de la figura cruz es más sensible a la señalización espacial, dado que ésta produce un mayor efecto de facilitación que sobre el de la T invertida. Sin embargo el estilo usado para la T invertida tiene otras características. Nuestro experimento evidencia que el tipo de figura T invertida es sensible a la expectativa del tipo de figuras: el procesamiento está facilitado cuando el tipo de figura T invertida es más frecuente, y se ve perjudicado cuando se espera una cruz.

El segundo objetivo del experimento era investigar si la influencia de la frecuencia del estímulo objetivo sobre la señalización espacial actúa a un nivel perceptual o motor. De hecho, todos los estudios que postulan un efecto de la frecuencia sobre la señalización usan tareas en las cuales los estímulos están

asociados a una tecla de respuesta. Investigar si la captura atencional es completamente automática o se puede modular por el set de tarea ha provocado un debate importante en las últimas décadas. Folk, Remington y Jonhson (1992) que fueron los pioneros de esta temática, demostraron que las señales capturan la atención sobre todo si son relevantes para cumplir la tarea. Por tanto, las demandas de la tarea “calibran” la captura atencional hasta cierto punto. A continuación, varios estudios se plantearon si crear expectativas sobre la naturaleza del estímulo objetivo podía modular los efectos atencionales. Para llevarlo a cabo, se manipuló la frecuencia de aparición de los estímulos objetivo (Klein, 1980; Klein y Hansen, 1987; Milán y Tornay, 2001) y se demostró que los efectos atencionales dependen de la frecuencia de aparición de los estímulos. Este efecto es conocido en la literatura inglesa como “spotlight failure effect”, y consiste en que sólo se observa (o es mayor) un efecto de facilitación debido a la captura atencional para los estímulos más frecuentes. No obstante, en todos estos experimentos, los estímulos más frecuentes están asociados a una tecla de respuesta, que también es más frecuente.

Al contrario, en nuestro experimento manipulamos la frecuencia de aparición de las figuras T invertida y cruz, sin que correspondan a ninguna tecla de respuesta, dado que el tipo de configuración era irrelevante para la tarea: los participantes tenían que responder cuál de las dos líneas de las figuras era más larga (vertical u horizontal). Los resultados han demostrado que la señal periférica que genera una captura atencional exógena, acelera el procesamiento de todos los estímulos, independientemente de su frecuencia (de hecho observamos una tendencia no significativa en la tendencia opuesta; 49 vs. 63 ms. de efecto de facilitación para la figura más y menos frecuente, respectivamente; $F(1,26)=1.72$, $p=.2$). Este dato evidencia que la asociación estímulo-respuesta es un factor determinante para definir las demandas de la

tarea que calibran la captura atencional. En un estudio reciente, Lupiáñez y col. (2007) encontraron resultados similares, dado que la frecuencia de los estímulos sólo interactuaba con los efectos atencionales cuando un estímulo y su respuesta asociada eran altamente frecuentes, pero no cuando sólo el estímulo o sólo la respuesta eran frecuentes (ver experimentos 2a y 2b y “Overall analysis of Experiment 1-3”). Este dato es muy importante en términos atencionales porque significa que las demandas de la tarea que definen el control de arriba a abajo son factores perceptivo-motores del procesamiento y no aspectos puramente perceptivos de los estímulos. Al igual que Lupiáñez y col. proponen, podemos sugerir la necesidad de hacer un estudio de potenciales para averiguar si la frecuencia modula componentes tempranos relacionados con el procesamiento perceptual o componentes más tardíos que reflejarían la modulación de criterios decisionales o de respuesta

REFERENCIAS

- Avery, G., & Day, R. (1969). Basis of the horizontal vertical illusion. *Journal of Experimental Psychology*, *81*, 376-380.
- Brosvic, G. M., & Cohen, B. D. (1988). The horizontal vertical illusion and knowledge of results. *Perceptual & Motor Skills*, *67*, 463-469.
- Cameron, E., Tai, J., & Carrasco, M. (2002). Covert attention affects the psychometric function of contrast sensitivity. *Vision Research*, *42*(949-967).
- Carrasco, M. (2004). Attention alters appearance. *Nature Neuroscience*, *7*, 308-313.
- Carrasco, M., Williams, P. E., & Yeshurun, Y. (2002). Covert attention increases spatial resolution with or without masks: Support for signal enhancement. *Journal of Vision*, *2*(6), 467-479.
- Charras, P. & Lupiáñez, J. (submitted). *Length Estimation of Horizontal and Vertical Bisected Lines*.
- Coren, S., & Girgus, J. S. (1978). *Seeing is deceiving: The psychology of visual illusions*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Dixon, M., & Proffitt, D. R. (2002). Overestimation of heights in virtual reality is influenced more by perceived distal size than by 2-D versus 3-D dimensionality of the display. *Perception*, *31*, 103-112.
- Fick, A. (1851). *De errore quodam optico asymetrica bulbi effecto*. Marburg: J. A. Kochin.
- Folk, C. L., & Remington, R. W. (1998). Selectivity in distraction by irrelevant featural singletons: Evidence for two forms of attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, *24*, 847-858.
- Folk, C. L., Remington, R. W., & Johnson, J. C. (1992). Involuntary covert orienting is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human perception and performance*, *18*, 1030-1044.
- Gentaz, E. & Hatwell, Y. (2004). Geometrical haptic illusions: The role of exploration in the Müller-Lyer, vertical horizontal, and Delboeuf illusions. *Psychonomic Bulletin & Review*, *11*(1), 31-40.
- Gobell, J., & Carrasco, M. (2005). Attention alters the appearance of spatial frequency and gap size. *Psychological Science*, *16*, 644-651.
- Handy, T. C., Jha, A. P., & Mangun, G. R. (1999). Promoting novelty in vision: Inhibition of return modulates perceptual-level processing. *Psychological Science*, *10*(2), 157-161.

- Harris, K. M., & Slotnick, B. (1996). The Horizontal Vertical Illusion: Evidence for strategic factors in feedback-induced illusion decrement. *Perceptual and motor skills*, 82, 79-87.
- Huang, L., & Dobkings, K. (2005). Attentional effects on contrast discrimination in humans: Evidence for both contrast gain and response gain. *Vision Research*, 45, 1201-1212.
- Jonides, J. (1981). *Voluntary vs. automatic control over the mind's eye's movement*. Erlbaum: Hillsdale.
- Klein, R. (1980). *Does oculomotor readiness mediate cognitive control of visual attention?* Erlbaum: Hillsdale.
- Klein, R., & Hansen, E. (1987). Spotlight failure in covert orienting. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 25, 447-450.
- Künnapas, T. M. (1955). An analysis of the "vertical horizontal illusion". *Journal of Experimental Psychology*, 49, 134-140.
- Lipshits, M., & McIntyre, J. (1999). Gravity affects the preferred vertical and horizontal in visual perception of orientation. *NeuroReport*, 10, 1085-1089.
- Lipshits, M., McIntyre, J., Zaoui, M., Gurfinkel, V., & Berthoz, A. (2001). Does gravity play an essential role in the asymmetrical visual perception of vertical and horizontal line length? *Acta Astronautica*, 49, 123-130.
- Lupiañez, J., Ruz, M., Funes, M. J., & Milliken, B. (2007). The manifestation of IOR depends on attentional capture: Facilitation or IOR depends on task demands. *Psychological Research*, 71, 77-91.
- Milán, E. G., & Tornay, F. J. (2001). Spotlight failure effect in exogenous orienting. *Acta Psychologica*, 108, 209-218.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M. I., & Cohen, Y. (1984). *Components of visual orienting*. Erlbaum: Hillsdale.
- Raudsepp, J., & Djupsjöbacka, M. (2005). Handgrip maximum force and the visual horizontal vertical illusion. *Perception*, 34, 421-428.
- Renier, L., Bruyer, R., & De Volder, A. G. (2006). Vertical-horizontal illusion present for sighted but not early blind humans using auditory substitution of vision. *Perception & Psychophysics*, 68(4), 535-542.
- Richter, H. O., Wennberg, P., & Raudsepp, J. (2007). The effects of inverting prisms on the horizontal-vertical illusion: A systematic effect of downward gaze. *Experimental brain research*, 183(1), 9-15.
- Schneider, W., Eschman, A., & Zuccolotto, A. (2002). *E-prime user's guide*. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc.
- Vishton, P. M., Rea, J. G., Cutting, J. E., & Nunez, L. N. (1999). Comparing effects of the horizontal vertical illusion on grip scaling and judgment: Relative versus absolute, not perception versus action. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25(6), 1659-1672.
- Wolfe, U., & Amis, E. (2006). Is active drawing of line configurations resistant to visual illusions. *Journal of Vision*, 6(6), 355.
- Wolfe, U., Maloney, L. T., & Tam, M. (2005). Distorsions of perceived length in the frontoparallel plane: Tests of perspective theories. *Perception and Psychophysics*, 67(6), 967-979.
- Wundt, W. (1897). *Outlines of Psychology*. Leipzig: Engelmann.
- Yeshurun, Y., & Carrasco, M. (1998). Attention improves or impairs visual performance by enhancing spatial resolution. *Nature*, 396(5), 72-75.