

SALIENCIA PERCEPTIVA Y ATENCIÓN

*Maria José Sampedro, Manuel Blanco,
Dolores Ponte y Luz Isabel Leirós*

*Departamento de Psicología Social,
Básica y Metodología
Universidad de Santiago de
Compostela*

INTRODUCCIÓN

Dada la gran afluencia de información visual que nos rodea, es indiscutible la existencia de un mecanismo selectivo que nos permite descartar la información que no resulta útil para centrarnos en la que necesitamos para alcanzar los objetivos concretos que nos proponemos. A pesar del buen funcionamiento de este mecanismo selectivo, hay ocasiones en las que nos sorprendemos atendiendo a información irrelevante. Esto se debe a procesos de naturaleza “*bottom-up*” que resultan involuntarios al estar gobernados, no por nuestros intereses, sino por las propiedades inherentes de los estímulos, las cuales parecen capturar nuestra atención. Con esto, se pone de manifiesto que los mecanismos que gobiernan los procesos selectivos de la atención pueden estar determinados por dos tipos diferentes de información que controlan el despliegue atencional: (a) por las metas, intenciones y objetivos que se propone el sujeto –información *top-down*– y (b) por la propia información que contienen los estímulos –información *bottom-up*–.

Una de las cuestiones fundamentales en el estudio de la atención es entender cómo opera este mecanismo selectivo para discernir entre la información que es relevante para la tarea que estamos realizando a la vez que ig-

noramos la información que resulta irrelevante para la misma. Una herramienta útil en el estudio del funcionamiento de estos procesos selectivos es el paradigma de búsqueda visual. Con dicho paradigma se ha puesto de manifiesto que a medida que los distractores comparten más características o propiedades con los objetivos, más difícil se hace el proceso de búsqueda (Duncan y Humphreys, 1989; Treisman y Sato, 1980; Wolfe, 1994, 1996); por otra parte, cuando en la escena visual se presenta un elemento distracto muy saliente (es decir, un elemento que difiere del resto en al menos una característica simple, como su color, tamaño, orientación o luminancia) a pesar de que dicho elemento resulta irrelevante para la tarea, su presencia también dificulta el proceso de búsqueda (Pashler, 1988; Theeuwes, 1991, 1992).

Estos dos resultados, a primera vista incompatibles, pueden ser explicados mediante los dos componentes de control atencional mencionados anteriormente: *bottom-up* y *top-down*. El primero de ellos se caracteriza por ser un control exógeno, es decir, está dirigido por los datos ambientales y, en consecuencia, descansa sobre la información estimular, siendo independiente tanto del conocimiento previo que se tenga de las propiedades de los estímulos como de las intenciones y/o metas implícitas en la tarea atencional. El segundo tipo de control se caracteriza por ser de naturaleza endógena, es decir, está dirigido por las expectativas y/o intenciones de los sujetos, por lo que el proceso selectivo se basa en el conocimiento previo que se tiene acerca de la tarea (Duncan y Humphreys, 1989; Eriksen y Hoffman, 1972; Posner, 1980; Treisman y Sato, 1990; Wolfe, 1994, 1996; Yantis y Jonides, 1984, 1990).

En muchos modelos de búsqueda visual, la activación *bottom-up* desempeña un papel fundamental en tareas de búsqueda de características simples que se realizan en paralelo en los estadios iniciales o preatentivos del pro-

cesamiento (*i.e.*, la búsqueda de un cuadrado de color rojo que aparece inmerso entre cuadrados de color verde). En esos casos en los que el elemento objetivo posee una propiedad saliente que le confiere el estatus de *singleton*, dicho elemento se convertirá en el candidato a recibir mayor activación *bottom-up* asociada a su localización espacial, provocando así una captura de la atención hacia la misma. Por el contrario, cuando se trata de tareas de búsqueda de elementos definidos por la combinación de las propiedades presentes entre los elementos distractores, en las que la búsqueda se realiza de forma serial en un estadio posterior del procesamiento –atencional– (*i.e.*, la búsqueda de una T rotada 45 grados a la derecha que aparece entre T's con rotaciones distintas), el componente fundamental es el *top-down*, ya que el despliegue atencional solo se puede basar en el conocimiento que se tiene de las propiedades que definen al elemento objetivo.

Aunque muchos de los modelos actuales de atención visual están de acuerdo en que el despliegue atencional es el resultado de la interacción entre ambos componentes –el *bottom-up* y el *top-down* (Duncan y Humphreys, 1989; Treisman y Sato, 1990; Wolfe, 1994, 1996), persisten las discrepancias respecto a la posibilidad de que el control *top-down* pueda modular los efectos de la activación *bottom-up* generada por los elementos distractores en las fases iniciales del procesamiento. La cuestión que subyace aquí es si la activación *bottom-up* generada por la presencia de un *singleton* distracto puede ser controlada y/o suprimida por el componente *top-down*, evitando que se produzcan perjuicios en el procesamiento derivados de la captura potencial que dicho distracto puede provocar (Bacon y Egeth, 1994; Theeuwes, 1991, 1992).

Las investigaciones que se han realizado a este respecto han llevado a resultados que no son plenamente coincidentes. Así, se puede señalar un grupo de investigaciones en las

que se ha puesto de manifiesto que elementos *singleton* definidos por características simples capturan automáticamente la atención aún cuando son irrelevantes para la tarea (Nothdurft, 1993; Pashler, 1988; Theeuwes, 1991, 1992). En concreto, Nothdurft (1993) aporta evidencia de que la presencia de un *singleton* distracto definido dentro de la dimensión color fue capaz de atraer la atención de los observadores como consecuencia de su saliencia. En la misma línea, Theeuwes (1991, 1992) encuentra que un distracto saliente irrelevante interfiere con la búsqueda en paralelo del elemento objetivo. Según este autor, la interferencia producida por el distracto *singleton* se debe, exclusivamente, a que provoca una selección espacial de la localización que ocupa. En esta interpretación del fenómeno de captura, Theeuwes (1991, 1992) excluye el posible papel de factores relacionados con atención no espacial, ya que según este autor, en el estadio preatentivo del procesamiento únicamente intervienen factores de naturaleza *bottom-up*.

Por el contrario, en otro grupo de trabajos se puso de manifiesto que distractores *singletons* definidos por características simples no siempre capturan la atención cuando son irrelevantes para la tarea (*i.e.*, la característica que los hace salientes no forma parte de los objetivos de la búsqueda); este resultado se ha interpretado como una evidencia de que el control *top-down* es capaz de modular la actividad *bottom-up* generada por esos elementos salientes irrelevantes (Bacon y Egeth, 1994, 1997; Folk y Annett, 1994; Gibson y Jiang, 1998; Hillstrom y Yantis, 1994; Jonides y Yantis, 1988; Todd y Kramer, 1994; Yantis y Egeth, 1994, 1999; Yantis y Jonides, 1990). En concreto, Bacon y Egeth (1994), defienden que la captura atencional está determinada por la saliencia de los estímulos (componente *bottom-up*) únicamente cuando los observadores utilizan un “modo de detección tipo *singleton*”, es decir buscan por la

ocurrencia del elemento que difiere del resto. Sin embargo, cuando se utiliza una estrategia de “modo de detección de características”, basada en el conocimiento que se tiene de las propiedades que definen al elemento objetivo (información top-down), los observadores son capaces de ignorar las propiedades salientes irrelevantes de los distractores, aún a pesar de que dichos distractores sean *singletons*, optimizando así su ejecución. Además, para estos autores, la resistencia a la captura atencional por parte de distractores salientes está mediada por procesos de naturaleza inhibitoria (Bacon y Egeth, 1994; Lamy y Egeth, 2003). En esta misma línea, Folk, Remington y Johnston (1992) sostienen que la prioridad atencional que reciben los objetos viene determinada por el conjunto de metas y objetivos establecidos por los observadores, esto es, por factores puramente de naturaleza *top-down* (lo que constituye el set atencional), por lo que, un objeto saliente definido por propiedades que no estén representadas en dicho set atencional, no tendrá la facultad de capturar la atención de los observadores.

De esta breve revisión se desprende que no existe un acuerdo unánime relativo a las condiciones bajo las que ocurre el fenómeno de captura atencional por parte de *singletons* distractores. Incluso, en algunos casos se llega a afirmar que *singletons* definidos por color o forma no tienen poder para atraer la atención. A este respecto, Turatto, Galfano, Gardini y Mascetti (2004) señalan que muy probablemente esta ausencia de un efecto de captura se deba al tipo de método utilizado en la investigación, que bien pudiera estar enmascarándolo. Así, cabe señalar que una gran parte de los trabajos en los que no aparece un efecto de captura fueron realizados utilizando un “método del tamaño de exposición” (Folk y Annett, 1994; Jonides y Yantis, 1988; Todd y Kramer, 1994). En estos experimentos los observadores debían buscar un elemento objetivo pree especificado entre un número variable

de distractores entre los que podía aparecer un distractor *singleton*. La repercusión que su presentación pudiera tener sobre la búsqueda se analizaba en función de los efectos que provocaba sobre las funciones de búsqueda. Como señalan Turatto *et al.* (2004) en aquellas búsquedas seriales en las que las funciones se caracterizaban por pendientes muy elevadas, los beneficios de presentar el objetivo en la misma localización en la que ocurría un elemento *singleton*, se derivaban del hecho de que las pendientes de búsqueda en estos casos registraban valores próximos a cero; esto es, el *singleton* al capturar la atención hacia su localización provocaba que el objetivo, que ahí se encontraba, fuese seleccionado en primer lugar evitándose de esta manera un perjuicio en la ejecución como consecuencia del aumento del número de distractores. Sin embargo, cuando el objetivo que se debía buscar era un *singleton* (*i.e.*, buscar la presencia de un cuadrado rojo entre cuadrados verdes), los efectos de tamaño de exposición eran nulos y se mantendrían así, incluso si un *singleton* irrelevante capturaba la atención hacia otra localización, enmascarándose de esta forma el efecto de la captura. Para evitar estos problemas Turatto *et al.*, (Turatto y Galfano, 2000, 2001, Turatto *et al.*, 2004) desarrollaron un método de análisis basado en la distancia que separa al elemento objetivo del *singleton* irrelevante; con este método estos autores han encontrado efectos de captura atencional por parte de *singletons* definidos por valores de las dimensiones color, forma y luminancia. Sin embargo, una característica a tener en cuenta en los experimentos realizados por estos autores es que las tareas que utilizaron no se correspondían con búsquedas de *singleton* propiamente dichas, sino que sus observadores debían realizar búsquedas de elementos definidos por una característica que no era saliente (una línea vertical entre líneas con diferentes grados de inclinación). La presencia del *singleton* irrelevante la manipularon presentando como

parte de la escena visual una serie de figuras (discos) todas de un mismo color (*i.e.*, verde o rojo) excepto una de ellas que aparecía en otro color (*i.e.*, rojo o verde). Cada elemento que conformaba el conjunto de búsqueda (las diferentes líneas inclinadas) aparecían en el centro de estos discos y se manipulaba la probabilidad de que el objetivo apareciese sobre el que poseía el color diferente (aparecía en el 1/n de los casos, donde n era el tamaño de exposición). Bajo estas condiciones particulares, los resultados que encontraron demuestran que se producía una captura involuntaria de la atención por parte del color irrelevante *singleton* provocando que, en aquellos casos en los que el objetivo se presentaba en la localización de este elemento, el procesamiento era más eficaz mientras que cuando el color *singleton* estaba asociado a un elemento distracto, la ejecución fue significativamente peor (más lenta y menos precisa).

Una duda que nos surge en este punto es si estos resultados ocurrirían igual en el caso en el que el objeto de búsqueda fuese “*per se*” un *singleton* (*i.e.*, cuando los observadores deben buscar un cuadrado rojo que aparece entre cuadrados verdes) y en algunos ensayos aparece un distracto *saliente* definido por un color diferente al del objetivo y al de los distractores (*i.e.*, un cuadrado azul). En este caso, la presencia del objetivo en sí misma implica la ocurrencia de un *singleton* cuya localización será la que mayor activación *bottom-up* registre, por lo que será directamente seleccionada y, lo interesante aquí será analizar esos ensayos en los que haya más de una localización con alta activación *bottom-up* (aquellos en los que se presentan además del objetivo un distracto *singleton*). La cuestión que se plantea en este punto es si la existencia de esta segunda localización con alta activación interfiere en la detección del *singleton* objetivo y si dicho efecto puede estar mediado por la distancia que separa a ambos *singletons*.

En consonancia con lo comentado anteriormente, el objetivo de este trabajo es analizar si la presencia de un distracto *singleton* definido dentro de la dimensión color puede interferir en la detección de un elemento objetivo que también es *singleton* y que, igualmente, se define dentro de esa dimensión. Además, analizaremos en qué medida la captura atencional por parte del *singleton* irrelevante está modulada por la distancia que separa a ambos elementos.

EXPERIMENTO 1

MÉTODO

Participantes

Este experimento fue realizado por 10 participantes voluntarios. Todos tenían visión normal o corregida en el momento de la prueba y desconocían el propósito de la investigación. Se les instó a realizar la tarea lo más rápido y preciso posible.

Estímulos

Los estímulos consistieron en exposiciones formadas por un número variable de elementos (6, 10, 14, 18 ó 22) que podían aparecer de forma aleatoria en cualquiera de las 25 posiciones posibles de que constaba el área visual (matriz de 5 filas x 5 columnas). Dicha área media 17 x 17 cm. (14 x 14 grados de ángulo visual). Se controló la posición que ocupaba el elemento objetivo en cada ensayo de forma que los participantes hicieran el mismo número de ensayos para cada valor posible de excentricidad (0, 2,8, 4, 5,6, 6,2, 8 g.a.v.). La distancia mínima que separaba el centro de cada dos estímulos fue de 3,2 cm. y la posición que ocupaba cada elemento dentro

de su celda imaginaria podía oscilar aproximadamente 0,3 cm. en cualquier dirección. En la mitad de los ensayos las exposiciones se formaban únicamente por elementos distractores (ensayos negativos) y en la otra mitad, entre éstos, aparecía el elemento objetivo (ensayos positivos). Además, en el 20% de los ensayos aparecía un elemento distractor *singleton*, controlando el lugar en el que dicho elemento podía aparecer, la distancia que lo separaba del punto de fijación (0, 2,8, 5,6 u 8 g.a.v.) y la distancia que lo separaba del elemento objetivo (2,8, 5,6, 8,4 y 11,2 g.a.v.). El elemento objetivo fue un cuadrado de color rojo de 1,4 cm. de lado y la línea que lo dibujaba tenía un grosor de dos pixels. El elemento distractor fue un cuadrado de color verde con las mismas dimensiones que el objetivo que se repetía el número de veces necesario para conformar el tamaño de la exposición requerido en cada caso; el distractor *singleton* utilizado fue un cuadrado azul que substituía a uno de los distractores verdes.

Aparatos

Para la generación de los estímulos se utilizó el *Vscope* (Enns y Rensink, 1992). La presentación de los estímulos y registro de las respuestas se realizó con un Power Macintosh 4400/200 conectado a una pantalla Sony Sx200. Los Tiempos de Reacción (TR) contingentes a la presión de las teclas se midieron desde el comienzo de la exposición hasta que se emitía una respuesta.

Procedimiento

Antes de comenzar la tarea propiamente dicha, los participantes realizaban 15 ensayos de práctica con la intención de familiarizarse con los estímulos y el procedimiento. A continuación, comenzaba la tarea experimental que constaba de 8 bloques de 120 ensayos cada uno. La secuencia seguida para la pre-

sentación de los estímulos fue la siguiente: en primer lugar aparecía un punto de fijación en el centro de la pantalla durante 300 ms, seguido del estímulo, que permanecía presente hasta que se emitía una respuesta o, de lo contrario, desaparecía transcurridos 5 sg. Los participantes respondían presionando una tecla con su dedo índice (presencia del objetivo) o corazón (ausencia del objetivo) de su mano dominante, contrabalanceando entre los participantes la correspondencia entre la tecla que debían presionar y el tipo de respuesta esperado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El tipo de búsqueda llevado a cabo en los distintos tipos de ensayos se analizó utilizando los datos correspondientes al tiempo de reacción medio para cada tamaño de exposición. Con estos datos se han calculado las funciones de búsqueda correspondientes a cada tipo de ensayo (positivo y negativo) y para los ensayos en los que no aparecía *singleton* distractor y en los que sí aparecía, calculando para cada función el valor de su pendiente y el ajuste lineal. Estas funciones y la correspondiente tasa de errores aparecen recogidas en la figura 1. Como se puede observar, los ensayos sin distractor *singleton* se caracterizan por funciones de búsqueda planas con pendientes prácticamente nulas tanto para los ensayos positivos como negativos. Esta ejecución es la que cabe esperar de este tipo de búsquedas en las que el elemento objetivo es tan saliente que captura de forma automática la atención y las respuestas son independientes del número de distractores presentes en cada momento. Por lo que respecta a la precisión de la respuesta en estos ensayos sin distractor saliente, los datos obtenidos son igualmente los característicos de este tipo de tareas. En los ensayos positivos se ha encontrado una tasa de error media de 4,3% y en los negativos de 4,5%. Estos datos, considerados de forma conjunta excluyen la

ocurrencia de una covariación negativa entre ambas variables dependientes (ver figura 1).

En cuanto a los ensayos en los que aparece un distractor saliente, las funciones de búsqueda obtenidas son similares a las que acabamos de comentar: se caracterizan por valores en las pendientes próximos a cero tanto en los ensayos positivos como negativos, indicando que los participantes realizaron la tarea de forma automática sin que la presencia del distractor saliente provocase cambios cualitativos en la misma (ver figura 1).

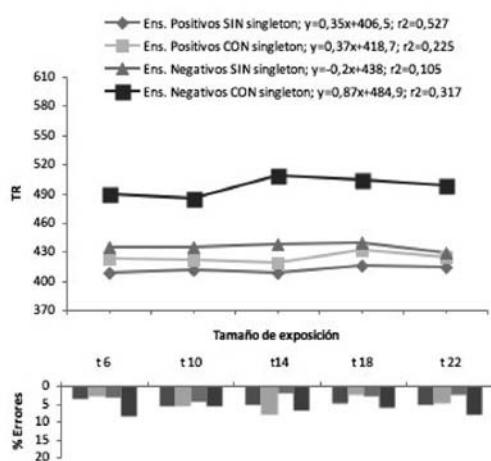


Figura 1. Funciones de búsqueda (panel superior) y tasas de error media (panel inferior) obtenidas en los diferentes ensayos del experimento 1

Por lo que respecta al efecto producido por las variables manipuladas sobre la variable dependiente Tiempo de reacción, se ha realizado un ANOVA en el que se han incluido los siguientes factores intrasujeto: *singleton* (ensayos con distractor *singleton*, ensayos sin distractor *singleton*), tipo de ensayo (positivo, negativo) y tamaño (6, 10, 14, 18 y 22). Dicho análisis arrojó diferencias significativas en los factores principales *singleton* ($F(1, 9)=49,6$, $p<0,0001$) y tipo ($F(1, 9)=32,93$, $p<0,001$) así como la interacción entre ambos (*singleton* x tipo: $F(1, 9)=18,6$, $p<0,01$); el resto de posibles efectos principales e interacciones de primer y segundo orden no resultaron significativas.

Estos resultados ponen de manifiesto que la presencia de un distractor *singleton* entre los elementos que conforman la exposición produce un enlentecimiento en la ejecución. Además los ensayos se realizan de forma diferente en función de si el objetivo está presente o no. Observando las funciones de búsqueda representadas en la figura 1 se pueden apreciar estos efectos: la presencia del *singleton* irrelevante provocó un aumento en los tiempos de respuesta de los participantes que afectó fundamentalmente a los ensayos negativos (resultados similares fueron encontrados por Lamy y Tsal (1999) utilizando tareas de búsqueda de elementos definidos por conjunciones). Sin embargo, a pesar de estos efectos, no se ha producido un cambio en el tipo de búsqueda utilizado por los participantes, como se desprende de la ausencia de efectos provocados por el aumento del tamaño de la exposición y la falta de interacción de dicho factor con cualquiera de los otros dos, confirmando que los participantes fueron capaces de realizar detecciones automáticas del elemento objetivo siempre que éste estuviera presente y, al margen de si se presentaba o no un *singleton* distractor.

Los posibles efectos de la captura atencional sobre la precisión de la respuesta se analizaron a través de un ANOVA similar al anterior. Dicho análisis únicamente arrojó diferencias significativas en el factor *singleton* ($F(1, 9)=5,7$, $p<0,05$), así como en la interacción entre éste con el factor tipo ($F(1, 9)=8,98$, $p<0,05$) y la interacción entre los factores tipo de ensayo y tamaño ($F(1, 9)=2,75$, $p<0,05$). Si se observa la figura 1 (panel inferior), se puede apreciar como se cometieron más errores en los ensayos en los que se presentaba un *singleton* irrelevante, sobre todo cuando este elemento era el único elemento saliente en la exposición –ensayos negativos. Parece, por lo tanto, que los efectos producidos por la presencia de un distractor *singleton* se hacen notar, fundamentalmente, en los ensayos negativos ya que, es

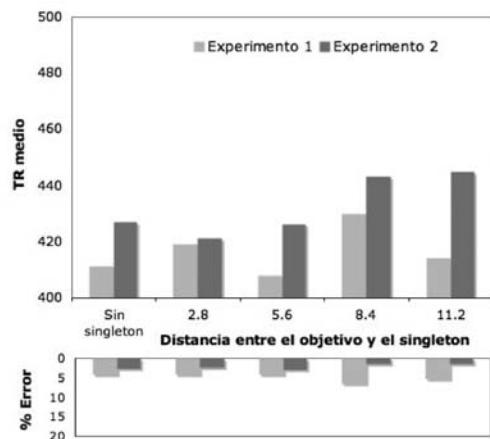
en este caso donde la ejecución de los participantes se ve realmente afectada: los tiempos de respuesta y la cantidad de errores son significativamente mayores que en los ensayos positivos; estos últimos apenas se ven afectados por la presencia de ese *singleton* adicional.

Considerando los resultados que obtuvieron Turatto *et al.* (2004) hemos llevado a cabo una serie de análisis adicionales tanto de los tiempos como de los errores, correspondientes a los ensayos positivos, en los que intentamos comprobar si los efectos potenciales de la presencia de ese *singleton* adicional se pueden ver enmascarados por el método de análisis empleado, “método del tamaño de exposición”. Para ello, hemos aplicado un método adaptado del “método de la distancia” utilizado por estos autores (Turatto y Galfano, 2000, 2001, Turatto *et al.*, 2004) para ver si, de este modo, se detectaban los efectos de captura que se podían esperar. El efecto que se analiza es la presencia del distractor *singleton* en función de la distancia a la que se encuentra del objetivo, para lo cual se realizó un ANOVA simple incluyendo el factor distancia (d_0, d_1, d_2, d_3, d_4), donde d_0 se corresponde con aquellos ensayos en los que el único *singleton* es el elemento objetivo y d_1, d_2, d_3 y d_4 se corresponden con los ensayos en los que además aparece un distractor *singleton* separado del objetivo en 2,8, 5,6, 8,4 y 11,2 g.a.v., respectivamente.

Los resultados encontrados ponen de manifiesto que la distancia únicamente provoca efectos significativos sobre el TR ($F(1, 9)=5,13, p<0,01$). En la figura 2 están representados los TR medios (figura 2, panel superior) y el porcentaje de errores (figura 2, panel inferior) obtenidos para cada distancia. Como se puede comprobar, los efectos de la distancia se hacen más evidentes a medida que aumenta la separación entre ambos elementos *singleton*. Las pruebas a posteriori aplicadas para ver cuál, o cuáles, de las distancias arrojan diferencias significativas indican que

éstas ocurren cuando el distractor saliente se presenta a una distancia superior a 8,4 g.a.v., aunque a dicha distancia se ha encontrado un efecto marginal ($F(1, 9)=3,92, p<0,056$, para la diferencia entre d_0 y d_3 ; $F(1, 9)=12,768, p<0,001$ para la diferencia entre d_0 y d_4).

Figura 2.- Tiempos de Reacción medios (panel superior) y tasas de error medias (panel inferior) obtenidas en las diferentes distancias que separan al objetivo del distractor *singleton* para los ensayos de los experimentos 1 y 2



Estos resultados indican que, tal y como afirman Turatto *et al.* (Turatto y Galfano, 2000, 2001, Turatto *et al.*, 2004) el método que se utiliza para explorar los efectos de la captura por parte de elementos distractores puede influir en la detección del mismo. Así, una vez que se toman en consideración los efectos que la distancia puede tener sobre la captura atencional se comprueba que cuando los distractores *singleton* aparecen a una distancia relativamente amplia producen un enlentecimiento en la tarea de detección del *singleton* objetivo. Por el contrario, cuando estos elementos aparecen en posiciones próximas, los participantes son capaces de anular los efectos distractores de la localización ocupada por el distractor saliente y centrarse eficazmente en la localización que ocupa el *singleton* objetivo. Una posible explicación es que, al estar próximas entre sí las dos únicas localizaciones con niveles de

activación altos en la escena visual, ambas caen dentro de la ventana atencional y dicha información se puede procesar en paralelo, aplicando un componente *top-down* en términos de la identidad de las propiedades que definen al objetivo que se busca e inhibiendo la información contenida en la otra localización (Bacon y Egeth, 1994; Lamy y Egeth, 2003). De hecho, si se tiene en cuenta que la identidad del distractor *singleton* se ha mantenido constante durante toda la tarea es factible pensar que ese mecanismo de control *top-down* pudiese incluir información relativa a su identidad (el color azul) y proceder así a la inhibición de dicho elemento. Por otra parte, cuando ambos *singleton* caen en localizaciones muy separadas, los participantes se ven forzados a realizar desplazamientos de la atención para aplicar ese control *top-down*, en cuyo caso, los cambios o reorientaciones de la atención se manifiestan en los costes que aparecen en estos ensayos.

Una forma de comprobar esta hipótesis es a través de una tarea en la que la identidad del distractor *singleton* no pueda ser adelantada por el participante, por lo que no podría estar contenida en el set atencional que gobierna el componente *top-down*. Así, teniendo en cuenta esta posibilidad, planteamos un nuevo experimento que nos permita comprobar la pertinencia de la interpretación que hemos realizado de los resultados obtenidos en el presente experimento.

EXPERIMENTO 2

En este nuevo experimento, los participantes deben realizar una tarea de búsqueda similar a la del experimento previo (*i.e.*, buscar un cuadrado *singleton* rojo que aparece inmerso entre un número variable de cuadrados de color verde). En el 20% de los ensayos se presenta un distractor *singleton* que varía de color de un ensayo a otro. Dicha variación tiene por

objetivo evitar que los participantes puedan incluir dentro del set atencional la identidad de material irrelevante saliente, impidiendo que se desarrollen estrategias de naturaleza “*top-down*” que favorezcan la inhibición de este material irrelevante.

MÉTODO

La tarea ha sido realizada por 10 nuevos participantes, todos tenían visión normal o corregida en el momento de la prueba y desconocían el propósito de la investigación; se les instó a realizar la tarea lo más rápido y preciso posible. Para la presentación de los estímulos y el registro de las respuestas se utilizó el mismo sistema instrumental y el mismo procedimiento que en el experimento previo; la única diferencia con respecto al mismo era que ahora el distractor *singleton* no se mantenía constante a lo largo de los diferentes ensayos sino que cambiaba de color de uno a otro. Así, se utilizaron como distractores *singletons* cuadrados de color azul, amarillo, magenta, naranja, cian, marrón, granate y morado. El resto de las condiciones se mantuvieron constantes.

Resultados y discusión

Como ocurría en el experimento anterior, los participantes realizaron detecciones automáticas del elemento objetivo como así se manifiesta en los valores obtenidos para las pendientes de las funciones de búsqueda (ver figura 3, panel superior). Respecto a la precisión de la respuesta se puede ver como el número de errores es relativamente bajo: en los ensayos positivos se ha encontrado una tasa de error media de 2,1% y en los negativos de 4,2%. Estos datos excluyen la ocurrencia de una covariación negativa entre ambas variables dependientes (ver figura 2).

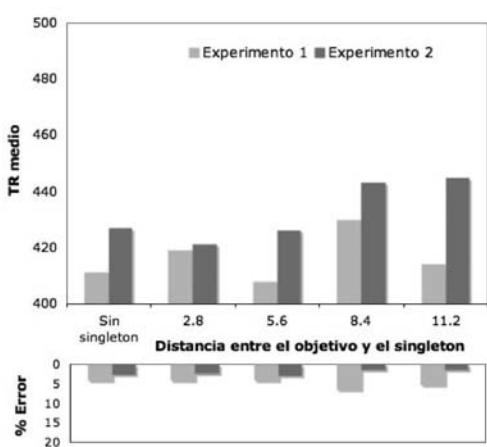


Figura 3. Funciones de búsqueda (panel superior) y tasas de error media (panel inferior) obtenidas en los diferentes ensayos del experimento 1

En cuanto al efecto producido por las variables manipuladas, en los ANOVAS realizados sobre el TR se ha encontrado un efecto principal significativo de los factores *singleton* ($F(1, 9)=92,39$, $p<0,0001$) y tipo ($F(1, 9)=79,01$, $p<0,0001$) así como la interacción entre ambos (*singleton* x tipo: $F(1, 9)=87,57$, $p<0,0001$), además de la interacción entre los factores tipo x tamaño ($F(4, 36)=3,05$, $p<0,05$); el resto de posibles efectos principales e interacciones de primer y segundo orden no resultaron significativas.

Nuevamente, vemos como los ensayos que más han acusado el efecto de la presencia de un distractor *singleton* han sido los negativos en los que el tiempo de respuesta ha aumentado considerablemente (ver figura 3), aunque ni en éstos, ni en ningún otro tipo de ensayo, se ha llegado a producir un cambio en cuanto al tipo de búsqueda, como señalamos al comentar las pendientes de las funciones de búsqueda.

En cuanto a los posibles efectos moduladores de la distancia, los resultados encontrados en el ANOVA realizado incluyendo este factor ponen de manifiesto un efecto significativo del mismo ($F(1, 9)=9,68$, $p<0,0001$). En la figura 2 están representados los TR me-

dios (panel superior) y el porcentaje de errores (panel inferior) obtenidos para cada distancia. Nuevamente, los efectos de la distancia se hacen notar a medida que aumenta la separación entre ambos elementos *singleton*. Las pruebas a posteriori aplicadas para ver cuál, o cuáles, de las distancias arrojan diferencias significativas indican que éstas ocurren a partir de los 8,4 g.a.v. ($F(1, 9)=4,82$, $p<0,0346$, para la diferencia entre d_0 y d_3 ; $F(1, 9)=19,77$, $p<0,001$, para la diferencia entre d_0 y d_4). Estos resultados confirman de nuevo que el “método de la distancia” parece ser una herramienta más sensible a la hora de detectar los efectos provocados por la captura atencional por parte de distractores *singleton*.

Finalmente, para analizar el efecto producido por variar la identidad del distractor *singleton* entre los distintos ensayos en los que se presentaba, se ha realizado un ANOVA mixto incluyendo un factor entresujetos: experimento (1, 2) y dos factores intrasujetos: tipo de ensayo (positivo, negativo) y tamaño (6, 10, 14, 18 y 22). Las únicas diferencias significativas encontradas fueron las provocadas por el factor tipo ($F(1, 18)=185,82$, $p<0,0001$) y la interacción de éste con el factor experimento ($F(1, 18)=10,58$, $p<0,01$). Estos resultados ponen de manifiesto que el efecto de variar la identidad del distractor *singleton* produce un enlentecimiento en la ejecución pero, como se desprende de la interacción encontrada, dicho perjuicio no afecta por igual a todos los ensayos. Observando las funciones de búsqueda de ambos experimentos se puede comprobar como los efectos se centran en los ensayos negativos; parece que, en estos ensayos en los que sólo hay un elemento saliente en la exposición (que no se corresponde con el objetivo, y que además cambia de una ocasión a otra) se produce una captura atencional efectiva hacia la localización que ocupa, por lo que los participantes deben aplicar un control *top-down* para decidir qué elemento se encuentra ahí. Decidir qué elemento hay

cuesta más dado que se carece de información previa respecto a cuál puede ser, por lo que, los participantes se ven obligados a identificarlo. En los ensayos positivos, en los que hay dos localizaciones con alta activación *bottom-up* la competición entre ambas se resuelve aplicando un control *top-down* que sólo se puede basar en la propiedad conocida del objetivo (el color rojo) y esto es suficiente para que una de esas dos localizaciones gane en activación respecto a la otra: la que contiene efectivamente al elemento que se busca.

Respecto a los efectos de la distancia, en el análisis realizado únicamente han aparecido diferencias significativas en este factor ($F(4, 72)=12,97, p<0,0001$) sin que se dé una interacción entre éste con el factor experimento, indicando esta ausencia de interacción que el efecto producido por la distancia fue similar en ambos casos: a medida que aumenta la distancia entre las dos localizaciones en las que ocurren elementos *singleton* el tiempo que se tarda en dar la respuesta es mayor (ver figura 2, panel superior).

CONCLUSIONES

De los experimentos presentados se desprende la importancia que tiene el modo de enfocar el estudio de la captura atencional por parte de distractores *singletons*. Así, utilizando un método basado en el análisis de las pendientes de las funciones de búsqueda el efecto de captura quedó enmascarado por la ausencia de una efecto del tamaño de la exposición sobre los TR, resultado que, por otra parte es esperable dada la tarea que se utilizó: la detección de objetivos definidos por características simples únicas en la exposición y altamente salientes dado que se presentaban entre distractores homogéneos. Sin embargo, cuando se utilizó un método de estudio basado en los efectos de la distancia, los resultados que emergieron indican que la presencia de un distractor *single-*

ton, que compite en saliencia con el objetivo y con la misma intensidad (ambos son los dos únicos colores distintos dentro de un campo homogéneo), es capaz de capturar la atención hacia la localización que ocupa y, siempre que ambos elementos se encuentren lo suficientemente alejados, provocar un enlentecimiento en la respuesta de los observadores.

Una primera implicación que se desprende de estos resultados es que si la captura está mediada por la distancia concreta que separa a ambos elementos salientes, queda claro que el proceso de captura atencional ocurre vía localización y no a través de valores de características (Folk y Remington, 1998) como ocurrió en nuestros experimentos.

Una posible explicación de nuestros resultados sería a través de la hipótesis de la orientación contingente involuntaria (Folk *et al.*, 1992) según la cual, la captura involuntaria de la atención por un *singleton* provoca la orientación hacia la localización que ocupa; pero, según Folk *et al.* (1992), para que este proceso de orientación ocurra tiene que haber una coincidencia entre las propiedades que definen al *singleton* irrelevante y las que conforman el set atencional que utiliza el sujeto en su estrategia de búsqueda. Sin embargo, nuestros resultados no confirman este supuesto ya que, si bien en el primer experimento la repetición consistente del distractor *singleton* podía facilitar que su identidad pasase a formar parte del set atencional y ganar así prioridad en el procesamiento, produciéndose por lo tanto el efecto de captura, esto no podía darse en el segundo experimento, en el que seguía ocurriendo un efecto de captura similar a pesar de que la variación del distractor *singleton* impedía la inclusión de su identidad dentro de la estrategia *top-down*.

Por lo tanto, parece que la presencia de distractores *singletons* de saliencia similar al objetivo tienen la facultad de capturar la atención de forma involuntaria dado que sus niveles de activación *bottom-up* son elevados y de

igual magnitud. En estos casos se necesita del componente *top-down* como mediador en la resolución del conflicto que se genera al existir más de una localización que compite por la selectividad atencional. La manera de resolver esta situación es aplicando un set atencional que contiene información relativa a cuáles son las propiedades relevantes para la tarea y, si es posible, también incluiría información relativa a cuál es ese elemento que provoca la distracción. Parece claro que la información relativa a las propiedades conocidas del objetivo se utiliza en términos de activación, de forma que, aquellas localizaciones con alta saliencia *bottom-up* siguen ganando activación a medida que cumplen los requisitos exigidos en la tarea (i.e., poseer las propiedades que definen al objetivo). Pero, cómo se utiliza la información conocida del distractor *singleton* y, por lo tanto, contenida en el set atencional, todavía no está claro; así, podría ser mediante un proceso de inhibición de esas propiedades conocidas (Bacon y Egeth, 1994; Lamy y Egeth, 2003) mientras que, cuando esa información no está disponible (como ocurría en la tarea del experimento 2) únicamente se utilizaría la información conocida del objetivo. Además, esto no implica necesariamente que conocer las propiedades que definen al elemento “extraño” sea requisito suficiente para eliminar los efectos de la captura (Hommel, 2002; Lorch, Anderson y Well, 1984; Lorch y Horn, 1986) sino que se pueden tener en cuenta a la hora de priorizar cuál de las localizaciones es la primera en ser seleccionada.

En síntesis, se puede afirmar que la atención *bottom-up* alerta de aquellos ítems que son salientes y están presentes en la escena visual activa, pero lejos de ser la única que determine la prioridad en el proceso de selección, como suponía Theeuwes (1991, 1992), se precisa de la atención *top-down* que es la responsable de modular estas señales *bottom-up*, sobre todo, cuando necesitamos encontrar algún objeto concreto y hay más de un

candidato a ser seleccionado (Connor, Egeth y Yantis, 2004).

REFERENCIAS

- Bacon, W.F. & Egeth, H.E. (1994). Overriding stimulus-driven attentional capture. *Perception and Psychophysics*, 55, 485-496.
- Bacon, W.F. & Egeth, H.E. (1997). Goal-directed guidance of attention: Evidence from conjunctive visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 948-961.
- Connor, Ch.E., Egeth, H.E. & Yantis, S. (2004). Visual attention: Bottom-up versus top-down. *Current Biology*, 14, R850-R852.
- Duncan, J. & Humphreys, G. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96, 433-458.
- Eriksen, C.W. & Hoffman, J.E. (1972). Temporal and spatial characteristics of selective encoding from visual displays. *Perception and Psychophysics*, 12, 201204.
- Enns, J.T. & Rensink, R.A. (1992). *Vscope software and manual: Vision testing software for the Macintosh*. Vancouver, BC: University of British Columbia, Micropsych software.
- Folk, C.L. & Annett, S. (1994). Do locally defined feature discontinuities capture attention? *Perception and Psychophysics*, 56, 277-287.
- Folk, C.L. & Remington, R.W. (1998). Selectivity in distraction by irrelevant featural *singletons*: Evidence for two forms of capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 24, 847-858.
- Folk, C.L., Remington, R.W., & Johnston, J.C. (1992). Involuntary covert orienting

- is contingent on attentional control settings. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 1030-1044.
- Gibson, B.S. & Jiang, Y. (1998). Surprise! An unexpected color singleton does not capture attention in visual search. *Psychological Science*, 9, 176-182.
- Hillstrom, A.P. & Yantis, S. (1994). Visual motion and attentional capture. *Perception and Psychophysics*, 55, 399-411.
- Hommel, B. (2002). What grab us: Comment on Ruz and Lupiáñez. *Psicológica*, 23, 338-342.
- Jonides, J. & Yantis, S. (1988). Uniqueness of abrupt visual onset in capturing attention. *Perception and Psychophysics*, 43, 346-354.
- Lamy, D. & Egeth, H.E. (2003). Attentional capture in singleton-detection and feature-search modes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 29, 1003-1020.
- Lamy, D. & Tsai, Y. (1999). A salient distractor does not disrupt conjunction search. *Psychonomic Bulletin and Review*, 6, 93-98.
- Lorch, E.P., Anderson, D.R. y Well, A.D. (1984). Effects of irrelevant information of speed classification tasks: Interference is reduced by habituation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 850-864.
- Lorch, E.P. & Horn, D.G. (1986). Habituation of attention to irrelevant stimuli in elementary school children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 41, 184-197.
- Nothdurft, H. (1993). The role of features in preattentive vision: Comparison of orientation, motion, and color cues. *Vision Research*, 33, 1937-1958.
- Pashler, H. (1988). Cross-dimensional interactions and texture segregation. *Perception and Psychophysics*, 43, 307-318.
- Posner, M.I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Ruz, M. & Lupiáñez, J. (2002). A review of attentional capture: On its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicológica*, 23, 283-309.
- Theeuwes, J. (1991). Cross-dimensional perceptual selectivity. *Perception and Psychophysics*, 50, 184-193.
- Theeuwes, J. (1992). Perceptual selectivity for color and form. *Perception and Psychophysics*, 51, 599-606.
- Theeuwes, J. (1996). Parallel search for a conjunction of color and orientation: The effect of spatial proximity. *Acta Psychologica*, 94(3), 291-307.
- Todd, S. & Kramer, A.F. (1994). Attentional misguidance in visual search. *Perception and Psychophysics*, 56, 198-210.
- Treisman, A. & Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 456-478.
- Turatto, M. & Galfano, G. (2000). Colour, form, and luminance capture attention in visual search. *Vision Research*, 40, 1639-1643.
- Turatto, M. & Galfano, G. (2001). Attentional capture by colour without any relevant attentional set. *Perception and Psychophysics*, 63, 286-297.
- Turatto, M., Galfano, G., Gardini, S. & Masetti, G.G. (2004). Stimulus-driven attentional capture: An empirical comparison of display-size and distance methods. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 57 A, 297-324.

- Wolfe, J.M. (1994). Guided search 2.0: A revisited model of visual search. *Psychonomic Bulletin and Review*, 1, 202-238.
- Wolfe, J. (1996). Extending guided search. Why guided search needs a preattentive "item map". In A. Kramer, M. Coles & G.D. Logan. *Converging operations in the study of visual selective attention*. (pp. 247-270). Washington, DC: American Psychological Association.
- Yantis, S. & Egeth, H. (1994). Visual salience and stimulus-driven attentional capture [Abstract]. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 35, 1619.
- Yantis, S. & Egeth, H. (1999). On the distinction between visual salience and stimulus-driven attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 661-676.
- Yantis, S. & Jonides, J. (1984). Abrupt visual onsets and selective attention: Evidence from visual search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 601-621.
- Yantis, S. & Jonides, J. (1990). Abrupt visual onsets and selective attention: Voluntary versus automatic allocation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 16, 121-134.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (SEJ200761039/PSIC).