

EL EFECTO DE LA HOMOGENEIDAD -HETEROGENEIDAD EN LA BÚSQUEDA SIMULTÁNEA DE ESTÍMULOS DEFINIDOS POR COLOR

María José Sampedro Vizcaya
Universidad de Santiago de Compostela

Con este trabajo hemos tratado de estudiar el efecto de la homogeneidad-heterogeneidad en una tarea de búsqueda visual en la que el tamaño del conjunto de objetivos varió de uno a tres elementos. Los estímulos estaban definidos por valores pertenecientes a una misma dimensión (color). Se llevaron a cabo dos experimentos, cada uno con dos condiciones experimentales ($OBJ=1$ y $OBJ>1$). En el primero de ellos la similitud dentro del conjunto de distractores fue máxima (distractores homogéneos), mientras que en el segundo fue baja (distractores heterogéneos). Los 36 sujetos que participaron en los experimentos realizaron tres sesiones con tres bloques de 320 ensayos cada uno. Las diferencias encontradas entre los resultados de ambos experimentos revelan que la homogeneidad del fondo hace que el proceso de búsqueda sea significativamente más eficaz.

Homogeneity-Heterogeneity on simultaneous search. The objective of this work was to study the homogeneity-heterogeneity effect in a visual search task, in which the size of the target set was varied from one to three. Stimuli were defined by different values of a same dimension (colour). Two experiments, each with two experimental conditions ($OBJ=1$ and $OBJ>1$) were made. In the first experiment similarity among distractors was maximum (homogeneous distractors), while in the second one was low (heterogeneous distractors). The thirty-six participants attended three sessions with three blocks of 320 trials each. Differences found between the results of both experiments reveal that display homogeneity makes the search process significantly better.

Duncan, Humphreys et al. (Duncan, 1989; Duncan y Humphreys, 1989; Humphreys, Riddoch y Quinlan, 1989; Müller, Humphreys, Quinlan y Riddoch, 1990; Quinlan y Humphreys, 1987), plantean una teoría de procesamiento de la información visual basada, fundamentalmente, en las re-

laciones de similitud que caracterizan los estímulos que componen la exposición visual; así la eficacia en la ejecución de los sujetos varía a lo largo de un continuo y a través de las diferentes tareas y condiciones en función de las relaciones de similitud que se den dentro y entre el conjunto de elementos objetivo y el de distractores, las cuales hacen posible una búsqueda eficaz al margen de la naturaleza de los estímulos.

Grosso modo, en esta teoría se diferencian las siguientes etapas en el procesa-

Correspondencia: María José Sampedro Vizcaya
Departamento de Psicología Social y Básica
Facultad de Psicología. Universidad de Santiago
Campus Sur, s/n. 15706 Santiago (Spain)
E-mail: psmajose@usc.es

miento de la información visual: en primer lugar una etapa de descripción perceptual, en la que se produce una representación estructurada de la entrada visual. Durante esta etapa se realizan operaciones de segmentación y descripción de la escena visual que proporcionan la base de datos necesaria para el procesamiento posterior. La información en esta etapa se caracteriza por estar jerárquicamente estructurada y procesada a un alto nivel, de tal forma que permite acceder a propiedades no visuales de los estímulos. Esta segmentación de la escena visual da lugar a las unidades estructurales básicas, necesarias para un procesamiento posterior. En una segunda etapa, dichas unidades se comparan con la información relevante del estímulo contenida en un "templete" o plantilla interna de la información buscada, y de la buena o mala comparación se obtienen unos pesos que reflejan la fuerza con la que cada unidad competirá por obtener recursos atencionales. Y, por último, únicamente aquellas unidades que obtengan los pesos más elevados accederán al almacén sensorial (MVCP) que, por una parte, permitirá el control de los efectores y el correspondiente acceso a la conciencia, y por otra, se evitará la sobrecarga de información en dicho almacén.

Las implicaciones que se desprenden de este planteamiento teórico son las siguientes: en primer lugar, la eficacia en la ejecución de la tarea dependerá, por un lado, de la similitud dentro de una serie de alternativas al estímulo, esto es, similitud entre los elementos distractores y el conjunto de objetivos, denominada "interalternativa" y por otro, de los efectos del agrupamiento perceptual, y para que éste tenga lugar es preciso que cada elemento guarde una cierta similitud con el resto de los que componen la exposición, denominada similitud "intraexposición".

De las predicciones más importantes que se desprenden de esta teoría, cabe destacar, por un lado que, a medida que incrementa la

similitud interalternativa, la tarea de búsqueda se verá perjudicada, mientras que si ésta es baja y por ende, la diferenciación entre el elemento objetivo y los distractores es clara, el tamaño de la exposición visual tendrá escasos efectos en la tarea de búsqueda. Además, a medida que los distractores se hacen más similares dentro de una exposición tienden a agruparse perceptualmente, consiguiendo con ello incrementar la eficacia de la búsqueda. Por lo tanto, la disminución de este tipo de similitud es perjudicial para el proceso de búsqueda. Por último, es necesario señalar que, los efectos de ambos tipos de similitud son interactivos.

Tratando de profundizar en este tema, y centrándonos en el trabajo que nos ocupa, éste se ha planteado con el objetivo de estudiar el efecto que los diferentes grados de similitud dentro del conjunto de distractores tienen en una tarea de búsqueda visual en la que el conjunto de elementos objetivo estaba formado por uno o por tres elementos y en la que los estímulos se definían por características simples pertenecientes a una misma dimensión (color). Para ello se han llevado a cabo dos experimentos; en el primero de ellos, la similitud dentro del conjunto de distractores fue muy elevada, exposiciones homogéneas, mientras que en el segundo esta similitud fue baja, exposiciones heterogéneas.

El estudio del efecto de la homogeneidad, nos lleva a otro efecto no menos importante, el del agrupamiento perceptual, que bien pudiera tener lugar a nivel preatentivo en el primero de los experimentos y que, según Duncan y Humphreys (Duncan, 1989; Duncan y Humphreys, 1989), puede contribuir a hacer más eficaz la tarea de búsqueda al permitir que se utilice una estrategia de búsqueda especial, en el sentido de que, cuando las exposiciones son homogéneas, éstas pueden ser percibidas como una unidad, por lo que las respuestas de los sujetos estarían más en función de esa per-

cepción de globalidad que en la detección de un elemento determinado.

En cuanto al tipo de búsqueda visual que debiera tener lugar y considerando que todos los objetos se definieron por características simples, se puede esperar que se realice en paralelo. Esta predicción se apoya en la TIC (Treisman, 1986, 1991; Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Gormican, 1988; Treisman y Sato, 1990), según la cual, los elementos objetivo definidos por una característica simple, no compartida por los distractores, se detectarán por la presencia de actividad en el mapa de características especializado que codifica la única característica del objetivo u objetivos. Por lo tanto, cabe esperar, que en ambos casos la ejecución sea similar, puesto que no contempla un efecto de los distractores, al no ser éstos objeto de atención, y por lo tanto, de procesamiento.

Por último, por lo que respecta a la búsqueda simultánea de múltiples elementos objetivos definidos por características simples pertenecientes a la misma dimensión, en trabajos relacionados (Rechea, Ponte y Risso, 1992; Fernández y Alberola, 1990), se encontró que es posible realizar este tipo de búsqueda preatentivamente, lo que ahora nos interesa es estudiar cómo afecta esta variable, tamaño del conjunto de objetivos, a la codificación de la homogeneidad-heterogeneidad que acabamos de plantear.

Experimento 1

En este experimento se utilizó una tarea de búsqueda de objetivos múltiples que se caracteriza por la comparación que se realiza entre los resultados en la detección de un objeto "conocido" (OBJ=1) con los resultados de una situación en la que se le pide a los sujetos que respondan ante la presencia de un objeto "desconocido" (uno cualquiera de un conjunto de objetivos posibles; OBJ>1).

Teniendo en cuenta los postulados de la teoría de Duncan y Humphreys respecto al proceso de búsqueda visual, se puede esperar que, siempre que el elemento objetivo sea fácilmente discriminable respecto de los distractores y entre éstos se de una alta similitud, el proceso de búsqueda se verá facilitado. En este sentido se ha seleccionado un conjunto de elementos distractores homogéneos, de esta forma nos aseguramos que la similitud entre los mismos sea alta. Desde este modelo, la estrategia de los sujetos pasaría por elaborar una plantilla interna que reúna las características del conjunto de objetivos y que, además, excluya las de los distractores. Dado que éstos últimos forman un conjunto homogéneo, cabe esperar que este proceso no entrañe dificultades.

En este experimento también se plantea como objetivo el estudio del efecto de la práctica en este tipo de tareas.

Método

Aparatos

La presentación de los estímulos, el registro de los tiempos de reacción (TR) y la recogida de los datos fueron controlados por un ordenador IBM-PS2, modelo 286, con un monitor color de 12 pulgadas, Type 8513 S/N 55-V4825, con una tarjeta VGA que ofrecía una resolución gráfica básica de 640x480 pixels.

La luminancia y la cromaticidad de los estímulos utilizados y la del fondo de la pantalla, se midieron con un Tektronix J17 LumaColor. Para la medición de la luminancia se acopló a este aparato una ventosa Tektronix J1803 Luminance HEAD y para la medición de la cromaticidad una ventosa Tektronix J1820.

Los sujetos utilizaban la tecla "S" del ordenador para emitir las respuestas positivas, cuando el elemento objetivo estaba presente en la exposición, y la tecla "N", para las respuestas negativas -ensayos en los que el ele-

mento objetivo no figuraba en la escena visual. Los TR contingentes a la presión de las teclas, se midieron desde el comienzo de la exposición hasta el momento en el que el sujeto presionaba una de las teclas (se controló el "refresh" de la pantalla).

Estímulos

Los estímulos consistieron en exposiciones formadas por un número variable de elementos (5, 10 ó 20), que aparecían dispersos en la pantalla y desaparecían cuando el sujeto emitía una respuesta. Estos elementos podían aparecer aleatoriamente en cualquiera de las 25x17 posiciones de que constaba el área visual, dicha área medía 13x11.5 cm. y subtendía un ángulo de 7.4 x 6.5 grados.

En la mitad de los ensayos las exposiciones estaban formadas únicamente por elementos distractores (ensayos negativos) y en la otra mitad, entre estos elementos distractores aparecía el elemento objetivo (ensayos positivos), este elemento podía aparecer en cualquiera de las posiciones del área visual. El tipo de organización utilizada fue consistente de tal forma que, objetivos y distractores en ningún momento intercambiaban sus papeles (Schneider y Shiffrin, 1977; Shiffrin y Schneider, 1977).

El conjunto de objetivos que se utilizó en este experimento estaba formado por los siguientes elementos: un cuadrado gris (luminancia 24.75 cd/m² y las coordenadas según la CIE [Comisión Internationale de l'Éclairage], 0.28, 0.29), un cuadrado azul (luminancia 10.27 cd/m² y coordenadas según la CIE 0.168, 0.476) y un cuadrado amarillo (luminancia 167.2 cd/m² y coordenadas según la CIE 0.367, 0.476). El conjunto de distractores se formó con un único elemento, un cuadrado rojo (luminancia 27.58 cd/m² y coordenadas según la CIE 0.631, 0.345). Estos estímulos aparecían sobre un fondo azul (luminancia 6.65 cd/m² y coordenadas según la CIE 0.206, 0.192).

Procedimiento

Cada sujeto realizó tres sesiones experimentales que constaban a su vez de tres bloques de 240 ensayos, de los cuales la mitad eran positivos y la otra mitad negativos. Los ocho primeros ensayos de cada uno de los bloques sirvieron de práctica.

Cada ensayo constaba de un punto de fijación que aparecía en el centro de la pantalla durante un segundo, seguido del estímulo que permanecía en la pantalla hasta que el sujeto emitía una respuesta. A continuación había, durante 1 sg., un intervalo entre estímulos en el que la pantalla permanecía azul. Al inicio de cada una de las sesiones experimentales se le indicó a los sujetos que debían responder lo más rápido y preciso que les fuera posible.

Condiciones experimentales

En este experimento se diseñaron dos condiciones experimentales en función del número de elementos que formaban el conjunto de objetivos. Condición OBJ=1 (búsqueda visual estándar), los sujetos buscaban un único elemento objetivo en cada uno de los bloques de que constaba cada sesión experimental, elemento del que tenían previa información, y condición OBJ>1 (búsqueda de múltiples elementos objetivo), los sujetos buscaban simultáneamente cualquiera de los tres elementos que componían el conjunto de objetivos.

Sujetos

El experimento fue realizado por 18 alumnos voluntarios de la Facultad de Psicología de la Universidad de Santiago. Todos presentaban visión normal o corregida con lentes graduadas en el momento de la prueba. Los sujetos se asignaron aleatoriamente a cada una de las condiciones (9 por condición).

Diseño

Se utilizó un diseño factorial mixto en el que se incluyeron tres variables intrasujeto: Sesión (1, 2 y 3), Tamaño de Exposición (5, 10 y 20 elementos) y Tipo de Ensayo, (positivo y negativo); y una entresujetos: Condición (OBJ=1 y OBJ>1). La variable dependiente fue el tiempo de reacción (TR)

Resultados

En la figura 1 se representa la ejecución de los sujetos en los distintos ensayos experimentales: en el eje de las X's aparece la tasa de errores y en el cuerpo central de la figura, las funciones de búsqueda que relacionan el tamaño de la exposición con el TR, así como el valor de la pendiente a que da lugar; cada uno de los puntos de esta función representa el TR medio de los sujetos en cada condición experimental, cuyo valor numérico figura en la tabla 1.

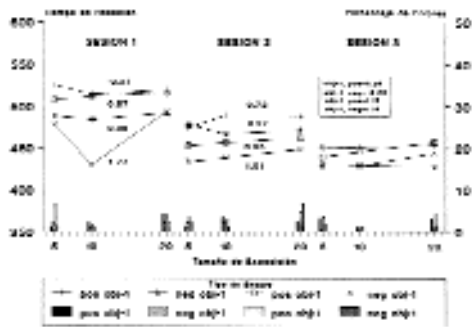


Figura 1. Funciones de búsqueda y porcentaje de errores para cada uno de los ensayos del Experimento 1.

Los valores de las pendientes de las funciones de búsqueda asociadas a los dos tipos de ensayo (positivos y negativos) no superan el límite considerado como indicativo de un proceso de búsqueda serial (8-10 ms) por lo tanto, se puede afirmar que la ejecución ha sido automática (Cave y Wolfe,

1990; Duncan, 1989; Duncan y Humphreys, 1989; Heathcote y Mewhort, 1993; Treisman y Gelade, 1980; Treisman y Gormican, 1988; Wolfe y Cave, 1990; Wolfe, Cave y Franzel, 1989), desde la primera sesión experimental para ambas condiciones (OBJ=1 y OBJ>1). Es importante señalar que los ensayos negativos fueron siempre más rápidos que los positivos.

Tabla 1
TRs medios y porcentaje de aciertos para cada uno de los ensayos del experimento 1

S E S I O N	Experimento 1						
	OBJ= 1						
	Tam.	Exp. 5	Tam.	Exp. 10	Tam.	Exp. 20	
	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	
1	1.2 525.54	1.2 488.16	2.21 514.16	0.82 483.97	3.49 519.55	2.23 492.22	
	2	1.06 474.34	2.25 477.98	3.68 488.95	1.18 466.29	2.36 487.79	0.89 471.35
	3	3.39 449.57	0.33 431.26	1.05 451.06	1.44 429.25	3.06 453.22	1.26 427.31
			OBJ>1				
1	5.72 507.80	1.49 478.11	2.23 512.14	1.49 429.72	3.47 516.34	1.74 493.33	
	2	2.36 452.63	1.62 433.03	3.34 456.53	1.37 437.97	3.47 462.01	0.87 448.40
	3	2.23 439.06	0.99 426.86	2.6 445.65	1.25 428.67	3.34 456.80	1.62 443.95

La tasa de errores más alta encontrada fue del 6.62% y, como se puede ver en la figura 1, no hubo ningún indicio de covariación entre esta tasa y el TR.

Para analizar el efecto producido por la práctica se llevó a cabo un ANOVA, para cada condición, sobre los TR medios de cada sujeto incluyendo los factores intrasujeto: Sesión (1, 2 y 3), Tipo de ensayo (positivo, negativo) y Tamaño de exposición (5,

10 ó 20 elementos). Los resultados obtenidos arrojan diferencias significativas tanto en el factor Sesión, para la condición OBJ=1, ($F(2/16)= 44.86$, $p<.01$) y para la condición OBJ>1, ($F(2/16)= 35.5$, $p<.01$), como en el factor Tipo de ensayo en las dos condiciones ($F(1/8)= 9.59$, $p<.01$ y $F(1/8)= 17.56$, $p<.01$, para OBJ=1 y OBJ>1, respectivamente). No hubo ningún otro efecto significativo en este análisis.

Estos resultados ponen de manifiesto que la ejecución de los sujetos es significativamente diferente en las distintas sesiones experimentales. Para conocer con más detalle la mejora que ocurre en la ejecución a lo largo de las diferentes sesiones, se han analizado las variables Tipo de ensayo (positivo y negativo) y Tamaño de exposición (5, 10 y 20) en cada una de las sesiones y para cada condición experimental por separado. Este análisis arrojó diferencias significativas para el factor Tipo de ensayo, en la primera sesión de la condición OBJ=1 ($F(1/8)= 5.69$ $p<.05$) y en las sesiones 1 ($F(1/8)= 7.5$, $p<.01$) y 2 ($F(1/8)= 6.62$, $p<.05$) para la condición OBJ>1, diferencias que desaparecen en la última sesión. Ninguno de los demás factores e interacciones han resultado ser significativos.

Para comprobar las posibles diferencias entre los dos tipos de búsqueda se ha llevado a cabo un nuevo análisis, para cada sesión experimental, con las variables intrasujeto, Tipo de ensayo (positivo, negativo) y Tamaño de exposición (5, 10, 20), y la variable entresujetos Condición (OBJ=1 y OBJ>1). Los resultados obtenidos no revelan efectos significativos en el factor Condición en ninguna de las sesiones, aunque sí se produce una interacción significativa entre este factor y el Tamaño de exposición en la primera y segunda sesión ($F(2/16)= 3.44$, $p<.05$ y $F(2/16)= 4.74$, $p<.05$, respectivamente), diferencias que desaparecen en la última sesión. Además también aparecieron diferencias significativas en el factor Tipo de ensayo

en todas las sesiones, ($F(2/16)= 62.39$, $p<.01$, $F(2/16)= 17.97$, $p<.01$ y $F(2/16)= 3.44$, $p<.05$, para las sesiones 1, 2 y 3, respectivamente), estos resultados ponen de manifiesto una ejecución diferente para ensayos positivos y negativos. También fue significativa la interacción entre los factores Tipo de ensayo x Tamaño de exposición en la segunda ($F(2/16)= 3.92$, $p<.05$) y tercera sesión ($F(2/16)= 6.95$, $p<.01$).

Discusión

De los resultados obtenidos en este experimento se desprende que los sujetos realizaron detecciones automáticas de los elementos objetivo en todos los ensayos. Desde la TIC este resultado no es sorprendente ya que los estímulos estaban definidos por características simples y, por tanto, su detección debe ser automática (Treisman, 1991; Treisman y Gelade, 1980). Por lo que atañe a las dos condiciones utilizadas, la ausencia de diferencias significativas entre ellas implica que, los sujetos buscan con la misma facilidad un único elemento objetivo conocido, que uno cualquiera de un grupo de tres del que no tienen previa información, en una tarea en la que los elementos distractores forman un conjunto homogéneo. También se puede apreciar un efecto de facilitación de los ensayos negativos respecto de los positivos, el TR medio de los negativos fue menor que el de los positivos en todos los casos (ver tabla 1 y figura 1).

Este último resultado plantea cierto problema a los presupuestos teóricos de la TIC ya que, el hecho de que los ensayos negativos sean más rápidos que los positivos implica una codificación de los mismos. En la TIC, el procesamiento está planteado en términos de activación, en el sentido de que, cuando el elemento objetivo se define por una característica simple relevante hará "pop-out" en la exposición, provocado por la activación que tiene lugar en el mapa en

el que se registra dicho elemento. Por el contrario los distractores nunca serían base de la respuesta de los sujetos ya que no podrían provocar una activación que fuera mayor que la del elemento objetivo.

Por último, se ha registrado una mejora en la ejecución a lo largo de las sesiones experimentales, lo que se pone de manifiesto en la diferencia significativa encontrada en este factor para ambas condiciones. Sin embargo, dada la ausencia de interacción significativa entre el factor Sesión y cualquiera de los otros dos, se puede afirmar que este efecto es únicamente cuantitativo, es decir, produce una mejora en la ejecución de los sujetos, pero no parece producir ningún cambio cualitativo en la misma.

Recapitulando estos resultados, parece evidente que la alta similitud dentro del conjunto de distractores facilita el proceso de búsqueda, y que las diferencias que hipotetizábamos entre las dos condiciones no se produjeron debido, posiblemente, al efecto de la homogeneidad de las exposiciones, pero ¿qué ocurriría si la similitud dentro del conjunto de distractores fuese baja?, ¿sería posible encontrar un efecto diferencial del factor Condición?. Para poder probarlo hemos diseñado un nuevo experimento utilizando las mismas condiciones a excepción de la homogeneidad de los distractores.

Experimento 2

En este nuevo experimento se utilizaron los mismos estímulos que en el anterior, con la única diferencia de que se amplía el conjunto de distractores a tres elementos que guardan poca similitud entre sí, lo cual permitirá comprobar el efecto de la baja similitud intraexposición en la ejecución. Además, al igual que en el experimento 1, el conjunto de distractores mantiene una baja similitud con el conjunto de objetivos, para que no se produjese ninguna interferencia entre ambos conjuntos de elementos.

Bajo estas condiciones y considerando los presupuestos de la Teoría de Similitud (Duncan y Humphreys, 1989), es posible esperar que la ejecución de los sujetos se vea de alguna forma perjudicada, puesto que habrá más estímulos susceptibles de competir por la obtención de recursos atencionales durante el proceso de comparación de la entrada visual con la plantilla interna de la información buscada. En esta misma línea disponemos de una serie de resultados experimentales que señalan este hecho, Carter (1982) y Cahill y Carter (1976), trabajando con estímulos similares a los que hemos utilizado, encontraron que los tiempos de búsqueda incrementaban en función del número de colores presentes en la exposición. De igual forma, Gordon (1968) encontró que el tiempo de búsqueda es una función creciente de la heterogeneidad del fondo.

Método

Estímulos

Los elementos objetivo utilizados fueron los mismos que en el experimento anterior. Sin embargo, el conjunto de distractores se componía de los siguientes estímulos: un cuadrado rojo (luminancia 27.58 cd/m², y coordenadas según la CIE 0.631, 0.345), un cuadrado magenta (luminancia 37.97 cd/m² y coordenadas según la CIE 0.320 y 0.160) y un cuadrado verde (luminancia 96.05 cd/m² y coordenadas según la CIE 0.277 y 0.610). Estos estímulos aparecían en la pantalla del ordenador sobre un fondo azul (luminancia 6.65 cd/m² y coordenadas según la CIE 0.206 y 0.192).

Sujetos

Participaron en este experimento 18 nuevos sujetos voluntarios, todos con visión normal o corregida con lentes graduadas en

el momento de la prueba. Todos ellos eran alumnos de los diferentes cursos de la Facultad de Psicología de la Universidad de Santiago y ninguno tenía experiencia previa en tareas similares.

El procedimiento utilizado en este experimento fue idéntico al seguido en el experimento previo.

Resultados

En la figura 2 se representa la ejecución de los sujetos en cada uno de los diferentes ensayos experimentales. Sobre el eje de las X's aparece la tasa de errores y en el cuerpo central de la figura las funciones de búsqueda que relacionan el tamaño de la exposición con el TR con el valor de la pendiente asociada; cada uno de los puntos de esta función representa el TR medio de los sujetos en cada ensayo, cuyo valor numérico figura en la tabla 2.

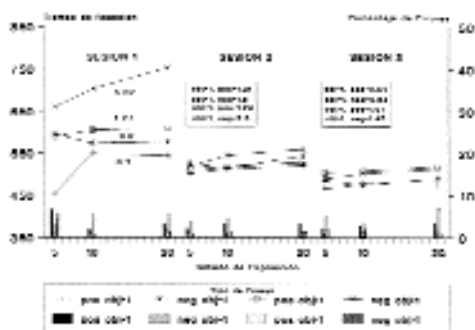


Figura 2. Funciones de búsqueda y porcentaje de errores para cada uno de los ensayos del Experimento 2.

La tasa de errores más alta encontrada fue del 5.94 y como puede apreciarse en la figura 2, no hubo ningún indicio de covariación entre la tasa de errores y el TR.

Los valores de las pendientes asociados a los dos Tipos de ensayo (positivos y negativos), no alcanzan el límite considerado como indicativo de un proceso de búsqueda

serial (8-10 ms./ítem), atendiendo a los criterios ya comentados, se puede afirmar que la ejecución de los sujetos ha sido automática en todos los ensayos.

Tabla 2
TRs medios y porcentaje de aciertos para cada uno de los ensayos del experimento 2

S E S I O N	Experimento 2					
	OBJ= 1					
	Tam.	Exp. 5	Tam.	Exp. 10	Tam.	Exp. 20
	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.	Pos.	Neg.
1	3.58 454.71	0.20 595.62	1.88 549.12	0.3 573.82	2.33 544.07	2.36 578.39
2	3.85 502.66	2.25 524.53	3.16 512.27	0.4 514.86	4.7 521.06	6.62 543.58
3	3.68 465.77	1.86 484.87	1.43 477.71	1.79 474.37	4.33 475.62	1.62 491.11
			OBJ>1			
1	5.32 589.18	5.96 660.67	5.94 605.76	0.99 703.62	5.56 610.45	1.49 754.32
2	3.86 510.52	0.75 519.35	4.45 518.30	1.49 544.98	4.18 529.34	1.25 559.57
3	4.95 503.51	1.86 489.70	3.59 508.44	1.86 502.28	6.8 519.04	1.12 512.49

Con la intención de seguir un razonamiento similar al del experimento anterior, se repitieron los mismos análisis. Para comprobar el efecto de la práctica, se llevó a cabo un ANOVA para cada condición sobre los TR medios de cada sujeto, en el que se incluyeron los factores intrasujeto: Sesión (1, 2 y 3), Tipo de ensayo (positivo y negativo) y Tamaño de exposición (5, 10 y 20). Los resultados obtenidos en este análisis indican que hay diferencias significativas en los factores Sesión, para OBJ= 1 ($F(2/16)= 59, p<.01$, y para OBJ>1 ($F(2/16)= 109.58, p<.01$), y Tipo de ensayo ($F(1/8)= 4.84, p<.05$, para OBJ= 1 y $F(1/8)= 18.23, p<.01$,

para OBJ>1). Además, en OBJ>1, también aparecen diferencias significativas en el factor Tamaño de exposición ($F(2/16)= 4.3$, $p<.05$) así como en la interacción Sesión x Tipo de ensayo ($F(2/16)= 9.45$, $p<.01$). El resto de los posibles efectos no resultaron ser significativos.

Para explorar lo que sucede en cada una de las sesiones y tener una visión más clara de cómo evoluciona la ejecución de los sujetos, se ha llevado a cabo un segundo análisis incluyendo los factores: Sesión (1, 2 y 3), Tipo de ensayo (positivo y negativo) y Tamaño de exposición (5, 10 y 20), para cada una de las condiciones experimentales. De este análisis se desprende que, el factor Tipo de ensayo provocó diferencias significativas en la primera sesión, para la condición OBJ= 1 ($F(1/8)= 3.9$ $p<.05$) y en las dos primeras para la condición OBJ>1 ($F(1/8)= 13.76$, $p<.01$ para la sesión 1 y $F(1/8)= 6.54$, $p<.05$ para la sesión 2), sin embargo estas diferencias se diluyen hasta desaparecer en la última sesión. Este análisis no arrojó ningún otro efecto significativo.

Para comprobar si existe algún efecto diferencial entre las condiciones OBJ=1 y OBJ>1, se ha llevado a cabo un nuevo análisis en el que interviene, además de las dos variables intrasujeto utilizadas hasta ahora, la variable Condición (OBJ= 1 y OBJ>1), para cada sesión. Los resultados obtenidos muestran que, para la sesión 1 han aparecido diferencias significativas en los factores Condición ($F(1/16)= 13.98$, $p<.01$), Tipo de ensayo ($F(1/16)= 25.39$, $p<.01$) y Tamaño de exposición ($F(2/32)= 13.58$, $p<.01$), en las interacciones, Condición x Tipo de ensayo ($F(1/16)= 9.39$, $p<.01$), Condición x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 4.34$, $p<.05$), Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 16.52$, $p<.01$) y Condición x Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 4.95$, $p<.01$). Para la sesión dos han aparecido diferencias significativas en los factores, Condición ($F(1/16)= 5.59$,

$p<.05$), Tipo de ensayo ($F(1/16)= 4.61$, $p<.05$) y Tamaño de exposición ($F(2/32)= 29.49$, $p<.01$), además de las interacciones, Condición x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 6.89$, $p<.01$), Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 9.68$, $p<.01$) y Condición x Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 4.25$, $p<.05$). En la última sesión han aparecido diferencias significativas en los factores, Condición ($F(1/16)= 8.5$, $p<.01$) y Tamaño de exposición ($F(2/32)= 32.52$, $p<.01$), así como en las interacciones, Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 4.14$, $p<.05$) y Condición x Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/32)= 4.38$, $p<.05$). El resto de los posibles efectos no resultaron significativos.

Discusión

Los datos de este experimento permiten comprobar, por una parte, cómo, aún con distractores heterogéneos, la detección del elemento objetivo es automática en ambas condiciones, y por otra, que, el aumentar el tamaño del conjunto de objetivos de uno a tres elementos, afecta negativamente al proceso de búsqueda, prueba de ello es la diferencia significativa aparecida en el factor Condición en todas las sesiones experimentales. Este resultado es congruente con los obtenidos por Treisman (Treisman, 1988; Treisman y Sato 1990), ya que en este experimento se han utilizado exposiciones heterogéneas en la dimensión relevante (todos los elementos se definían por valores pertenecientes a una misma dimensión, la dimensión color) y según esta autora, esto debería producir una interferencia en la detección del elemento objetivo, ya que todos los elementos (tanto objetivo como distractores) activarían mapas pertenecientes al mismo módulo dimensional, lo cual produciría un enlentecimiento en la búsqueda debido a la necesidad de localizar el mapa específico en

el que se registra el elemento objetivo dentro del módulo relevante (Treisman, 1988).

En este experimento, como en el anterior, se ha registrado una mejora en la ejecución de los sujetos a medida que adquieren práctica en la realización de la tarea, mejora que ha sido únicamente cuantitativa en el caso de OBJ=1 (se han registrado diferencias significativas en este factor y además no interactúa con ningún otro); sin embargo, en OBJ>1, el cambio producido por la práctica no sólo es cuantitativo sino que además provocó cambios en el procesamiento de los ensayos positivos y negativos, de tal forma que, gracias a la práctica que los sujetos adquirieron con la realización de la tarea, la diferencia entre los dos tipos de ensayo desaparecen en la tercera sesión.

En síntesis, parece que la baja similitud intraexposición perjudica la búsqueda y, afecta fundamentalmente a los ensayos negativos, que sufren un enlentecimiento respecto de los positivos. En esta misma línea autores como Farmer y Taylor (1980) llegaron a una conclusión similar. Gráficamente se puede apreciar como los ensayos correspondientes al experimento 1 (exposiciones homogéneas) resultaron más rápidos que los del 2 (exposiciones heterogéneas). Además los ensayos negativos de este primer experimento registraron un TR medio más bajo que los positivos, al contrario de los que sucede en el experimento 2 en que los ensayos negativos son más lentos, aunque no significativamente (interacción Experimento x Tipo de ensayo).

Para comprobar con más detalle el efecto producido por la similitud de los distractores (homogeneidad-heterogeneidad), se realizó un análisis comparando ambos experimentos en el que intervinieron los factores: Experimento (1 y 2), Tipo de ensayo (positivo y negativo) y Tamaño de exposición (5, 10 y 20). Dicho análisis se ha realizado sobre los datos de la tercera sesión para las dos condiciones por separado.

Los resultados obtenidos, para la condición OBJ=1 arrojan diferencias significativas en los factores: Experimento ($F(1/34)=6.22$, $p<0.05$) y Tamaño de exposición ($F(2/68)=5.42$, $p<0.01$) y en las interacciones: Experimento x Tipo de ensayo ($F(1/34)=7.17$, $p<0.05$) y Experimento x Tamaño de exposición ($F(2/68)=3.43$, $p<0.05$). En la condición OBJ>1, ha habido diferencias significativas en los factores: Experimento ($F(1/34)=25.38$, $p<0.01$) y Tamaño de exposición ($F(2/68)=42.63$, $p<0.01$) y en las interacciones: Experimento x Tamaño de exposición ($F(2/68)=8.01$, $p<0.01$), Experimento x Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/68)=8.24$, $p<0.01$), y por último ha aparecido un efecto marginal en la interacción: Tipo de ensayo x Tamaño de exposición ($F(2/68)=3.08$, $p<0.53$). No ha habido ningún otro efecto significativo.

El resultado más destacado que se desprende de este análisis es la diferencia significativa encontrada en el factor Experimento para ambas condiciones (OBJ=1 y OBJ>1). Por otro lado, los TR medios de los ensayos homogéneos son más rápidos que los de los heterogéneos y las pendientes de las funciones de búsqueda más bajas (ver figuras 1 y 2), esto explicaría la interacción significativa aparecida entre los factores Experimento x Tamaño de Exposición en ambos tipos de búsqueda.

Conclusiones

De este estudio se desprende que, los diferentes grados de similitud dentro del conjunto de distractores tienen, tal como hipotetizábamos, un efecto relevante en las tareas de búsqueda visual planteadas en este trabajo. De modo que, como predecían Duncan y Humphreys (1989), la alta similitud dentro del conjunto de distractores hace que la tarea de búsqueda se vea facilitada. Esta afirmación se apoya en el efecto que la homogeneidad-heterogeneidad tiene en cada

Tipo de ensayo (interacción Experimento x Tipo de ensayo) para OBJ=1. Este efecto se pone de manifiesto en la facilitación encontrada, en el caso de las exposiciones homogéneas, en los ensayos negativos, tal como ya hemos señalado; el TR medio de estos ensayos ha sido menor que el de los ensayos positivos. Esto nos hace pensar que, la homogeneidad da lugar a un proceso de búsqueda especial en el que los sujetos parecen utilizar una estrategia diferente. En este sentido, la condición OBJ>1 refuerza esta hipótesis, ya que, los sujetos no conocían de antemano cual de los objetivos se iba a presentar, caso de que se presentase alguno, lo que hace más evidente que la estrategia que los sujetos pudieron haber utilizado es la de la búsqueda "igual-diferente".

Esta es una suposición razonable, ya que la descripción de cualquier unidad estructural incluye una especificación de cómo y dónde la escena visual está dividida en partes (Marr y Nishihara, 1978; Palmer, 1977). En una exposición de múltiples elementos, las divisiones principales ocurren donde los

elementos adyacentes son disimilares en color, forma o alguna otra propiedad (Beck, 1982; Julesz, 1981; Watt, 1988). Por todo ello, añadir un elemento (objetivo) discordante a un campo de elementos idénticos (distractores) puede producir, en el nivel de la unidad de la exposición global, una única división percibida. Si nos atenemos a esta explicación, con distractores homogéneos, las pendientes de las funciones de búsqueda pueden ser planas e incluso negativas (experimento 1, OBJ=1, ver figura 1), bien porque las respuestas se basan en la homogeneidad percibida, bien porque la operación de focalización permite una selección eficiente del elemento objetivo. En cualquier caso, parece que, a medida que se añaden elementos a la exposición, más rápida es la respuesta del sujeto, o lo que es equivalente, a medida que se incrementa el número de elementos distractores a la exposición mayor es la fuerza del agrupamiento que se produce entre los distractores (Ponte, 1992, encontró resultados similares y los interpretó en esta misma línea).

Referencias

- Beck, J. (1982). Textural segmentation. En J. Beck (Ed.), *Organization and representation in perception*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Cahill, M.C. y Carter, R.C. (1976). Color code size for searching displays of different density. *Human Factors*, 18, 273-280.
- Carter, R.C. (1982). Visual search with color. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 127-136.
- Cave, K.R. y Wolfe J.M. (1990). Modeling the role of parallel processing in visual search. *Cognitive Psychology*, 22, 225-271.
- Duncan, J. (1989). Boundary conditions on parallel processing in human vision. *Perception*, 18, 457-469.
- Duncan, J. y Humphreys, G. (1989). Visual Search and stimulus similarity. *Psychological Review*, 96(3), 433-458.
- Farmer, E.W. y Taylor, R.M. (1980). Visual search through color displays: Effect of target-background similarity and background uniformity. *Perception and Psychophysics*, 27, 267-272.
- Fernández, D. y Alberola, C. (1990). Do visual search variables affect to memory search?. En D. Brogan (Ed.). *Visual Search*, New York: Taylor and Francis Press.
- Gordon, I.E. (1968). Interactions between items in visual search. *Journal of Experimental Psychology*, 76, 348-355.
- Heathcote, A. y Mewhort, D.J.K. (1993). Representation and selection of relative position. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 19(3), 488-516.
- Humphreys, G.W.; Riddoch, M.J. y Quinlan, P.T. (1989). Grouping processes in visual search:

- effects with single and combined features targets. *Journal of Experimental Psychology: General*, 18(3), 258-279.
- Julesz, B. (1981). A theory of preattentive texture discrimination based on first order statistics of textures. *Biological Cybernetics*, 41, 131-138.
- Marr, D. y Nishihara, H.K. (1978). Representation and recognition of the spatial organization of three-dimensional shapes. *Proceedings of the Royal Society London B*, 200, 269-294.
- Müller, H.J.; Humphreys, G.; Quinlan, P.T. y Riddoch, M.J. (1990). Combined- feature coding in the form domain. En D. Brogan (Ed.), *Visual Search*. New York: Taylor and Francis Press.
- Palmer, S.E. (1977). Hierarchical structure in perceptual representation. *Cognitive Psychology*, 9, 441-474.
- Ponte, D. (1992). *Procesamiento preatentivo: Búsqueda de variables conspicuas*. Tesis Doctoral, inédita.
- Quinlan, P.T. y Humphreys, G.W. (1987). Visual search for targets defined by combinations of color, shape and size: An examination of the task constraints on feature and conjunctions searches. *Perception and Psychophysics*, 41(5), 455-472.
- Rechea, C.; Ponte, D. y Risso, A. (1992). El efecto de característica y la práctica en tareas híbridadas de búsqueda visual y en la memoria. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 45(1), 5-13.
- Schneider, W. y Shiffrin, R. (1977). Controlled and automatic human information processing: I detection, search and attention. *Psychological Review*, 34, 1-66.
- Shiffrin, R. y Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II perceptual learning, automatic attending, and general theory. *Psychological Review*, 34, 129-190.
- Treisman, A. (1986). Properties, parts and objects. En K.R. Boff, L. Kaufman y J.P. Thomas (Eds.): *Handbook of human perception and performance*, New York: Willey.
- Treisman, A. (1988). Features and objects: The Fourteenth Bartlett Memorial Lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40a, 201-237.
- Treisman, A. (1991). Search, similarity, and integration of features between and within dimensions. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 17(3), 652-676.
- Treisman, A. y Gelade, G. (1980). A Feature-integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Treisman, A. y Gormican, S. (1988). Feature analysis in early vision: evidence from search asymmetries. *Psychological Review*, 95(1), 15-48.
- Treisman, A.M. y Sato, S. (1990). Conjunction search revisited. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 12-31.
- Watt, R. (1988). *Visual Processing*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Wolfe, J.M. y Cave, K.R. (1990). Deploying Visual Attention: The Guided Search Model. En A. Blake y T. Troscianko (Eds.): *AI and Eye* (79-103). Chichester, U.K.: Wiley & Sons, Ltd.
- Wolfe, J.M., Cave, K.R. y Franzel, S.L. (1989). Guided Search: An alternative to the Feature Integration Model for Visual Search. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 419-433.

Accepted el 30 de julio de 1996