

Movimientos de la atención en el espacio sin movimientos oculares

JUAN BOTELLA, M.^a VICTORIA VILLAR y VICENTE PONSODA
Universidad Autónoma de Madrid



Resumen

La gente es capaz de dirigir su atención visual hacia una posición espacial mientras dirige sus ojos hacia otra. Nuestro experimento pone de manifiesto que el incrementar (de una a cuatro) las posiciones a las que hay que atender simultáneamente, tiene un efecto sistemático y predecible sobre la proporción de respuestas correctas. También hemos encontrado más respuestas correctas en algunas posiciones que en otras, y hemos concluido que estas diferencias en eficacia se pueden explicar por asignaciones desiguales de recursos entre las posiciones atendidas. Nuestros resultados nos permiten confirmar los de otros trabajos anteriores, así como ampliarlos y discutirlos, y especialmente los de Bashinski y Bacharach (1980)

Abstract

People can direct their visual attention to a spatial position while directing their eyes to another spatial point. Our experiment shows that increasing (from one to four) the number of positions to be attended, has a systematic and expected effect on the proportion of correct responses. We have also found more responses in some positions than in others, and we conclude that these differences in efficiency are caused by an unfair allocation of resources between the position to be attended. Our results enable us to discuss, confirm and extend some previous results, mainly those from Bashinski y Bacharach (1980).

Los autores deseamos agradecer las sugerencias y comentarios recibidos de un revisor anónimo de la revista COGNITIVA.

La petición de separatas de este artículo debe dirigirse al Dr. Juan Botella, Departamento de Psicología Básica, Social y Metodología. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de Madrid. 28049 Madrid.

INTRODUCCION

Uno de los problemas constantemente presentes en el estudio de la atención es, precisamente, el propio concepto de atención. Por ella se entienden muchas y muy distintas ideas. Bajo ese título suelen discutirse muchos fenómenos cuya naturaleza se supone de origen atencional. Así, en ocasiones se utiliza el término para referirse a una instancia de control de los recursos de procesamiento; o sea, una instancia con funciones logísticas, de producción de recursos de procesamiento, de aplicación de políticas de asignación, de modificaciones de esas distribuciones, etc. En otras ocasiones el término atención se utiliza para designar el propio producto para cuya gestión está diseñada esa instancia de control: los recursos limitados de procesamiento. En cualquier caso, hoy son mucho menos aceptados los modelos estructurales que los modelos económicos o hidráulicos (e.g. Kahneman, 1973; Navon y Gopher, 1979) según los cuales la persona dispone de unos recursos limitados de procesamiento, y se admite que la asignación de mayores o menores cantidades de recursos tiene como correlato inmediato cambios en la calidad, facilidad y/o velocidad de procesamiento; o mejor dicho, una de las causas a la que se atribuyen los cambios en el rendimiento son las modificaciones en los recursos asignados.

Quizás la forma más inmediata de entender la acción de esa instancia de control sea la observación de los movimientos y ajustes que el sujeto hace de sus receptores sensoriales. Moviendo la cabeza se orientan las orejas y los ojos; éstos últimos se giran para dirigir la mirada de forma que la imagen del objeto de interés caiga en la zona foveal, más rica en receptores; la vista, además, se enfoca a la distancia apropiada. En definitiva, es claro que una forma de mejorar el rendimiento es orientar y ajustar los receptores sensoriales.

Esta no es, sin embargo, la única forma de actuación de carácter atencional de la que disponemos para mejorar nuestro rendimiento. Quizás la forma más genuinamente atencional sea otra bien distinta: la redistribución de recursos de procesamiento. Cuando esta redistribución es previa a la recepción del estímulo puede asociarse al concepto de *set*. Posner (1978) utiliza el término *set* para referirse a las hipótesis con las que actúa el mecanismo atencional, que surgen del conocimiento previo por parte del sujeto de las características del *input* que va a recibir, y que mejoran el rendimiento sintonizando la atención.

Aunque esta facilitación puede articularse con muy distintos programas de selección (Duncan, 1980, 1981), vamos a centrarnos en el criterio de la localización espacial. Efectivamente, el conocimiento previo del lugar en el que aparecerá el estímulo mejora el rendimiento, aumentando la proporción de aciertos y reduciendo el tiempo de respuesta. Esto puede deberse no sólo a reorientaciones de los receptores, dirigiendo la mirada hacia el lugar apropiado, sino a la actuación exclusiva de los mecanismos internos de la atención. Desde este punto de vista, los cambios en el rendimiento se deberían a una redistribución de los recursos limitados de procesamiento, causada por la aplicación de una política de asignación basada en criterios espaciales (Kahneman, 1973); ésto implicaría que la orientación visual y atencional puede disociarse.

Ya Wundt apuntaba la posibilidad de atender a un lugar distinto de aquel en el que centramos la mirada, si bien reconocía que al no ser la forma natural de actuar se necesitaba una cierta cantidad de práctica para conseguirlo. Sin embargo, los entrenadores de baloncesto no sólo conocen esta posibilidad, sino que la explotan convenientemente instruyendo a sus jugadores para que en de-

fensa no aparten los ojos del jugador al que marcan, y mientras atiendan «con el rabillo del ojo» al que tiene la pelota. En este sentido hay que distinguir entre respuestas externas e internas de la atención. Las primeras conllevan modificaciones en los receptores y, a veces, suelen asociarse al reflejo de orientación (Sokolov, 1963); las segundas, objeto de este trabajo, son las que Posner (1980) denomina «orientación encubierta» (*covert orienting*). A estas últimas se refiere Sperling (1984) cuando dice: «Atención es la asignación de recursos mentales de procesamiento; por tanto, una respuesta atencional es una modificación en la asignación de recursos» (p. 172).

Cuando se enfrenta a un sujeto a una tarea como la de determinar si un estímulo que aparece en una pantalla es o no un objetivo preespecificado, en ella pueden darse algunos casos distintos, como aquel en el que el sujeto sabe dónde aparecerá, o aquel en el que no lo sabe. Para este segundo caso, Posner, Snyder y Davidson (1980) distinguen entre orientación y detección (*orienting y detecting*). La orientación consistiría en la redirección del sistema atencional, y esa redirección podría ir acompañada del alineamiento de los sistemas atencionales, pero podría también prescindir de él. La detección consistiría en la puesta en contacto entre la señal y un nivel del sistema nervioso en el que el sujeto ya puede informar de su presencia emitiendo una respuesta arbitraria preestablecida. En una tarea como ésta, el conocimiento previo del lugar en el que aparecerá el estímulo permitiría realizar la orientación antes de que apareciera el estímulo, distribuyendo los recursos de procesamiento de una forma tal que se optimice el tratamiento de la señal. Cuando se desconoce el lugar y no puede adoptarse el *set* adecuado, la presencia del estímulo provoca simultáneamente la orientación y la detección en condiciones desfavorables.

Aunque no parece fácil desarrollar técnicas que permitan estudiar los efectos de la redistribución de recursos aislándolos de los de la reorientación de los órganos sensoriales, sí que se han llegado a utilizar al menos dos procedimientos con los que estudiar la asignación atencional en el espacio. El más común consiste en variar experimentalmente la probabilidad de que en cada posición aparezca la señal a reconocer (Posner, 1978). Otro procedimiento consiste en pedir a los sujetos que atiendan especialmente a determinadas posiciones, aunque en todas ellas aparezca la señal con la misma probabilidad (Sperling y Melchner, 1978). De aparecer una eficacia desigual entre las posiciones favorecidas (con alta probabilidad de señal o primadas en las instrucciones) y las no favorecidas, se supone que ha habido cambios en la asignación de recursos, o cambios atencionales. Obviamente, hay que asegurarse de que no ha habido movimientos oculares hacia la posición favorecida. Para ello se han seguido dos procedimientos. El primero consiste en presentar al sujeto antes de cada ensayo un punto de fijación y pedirle que mantenga en él la mirada; tras un entrenamiento se pasa la tarea, durante la cual se registran los movimientos oculares, lo que permite desechar los ensayos en los que se observan movimientos (Shulman, Remington y McLean, 1979). El segundo consiste en ajustar convenientemente el intervalo entre el preaviso y el estímulo; en esta tarea se presentan marcas o flechas que indican los lugares donde puede aparecer el estímulo, a veces asociándoles una probabilidad. Si el intervalo entre esta información y el estímulo es corto (hasta unos 200 o 250 milisegundos) no dará tiempo a desplazar la mirada (e.g. Bashinski y Bacharach, 1980). Esta segunda forma lleva implícita la idea de que una respuesta atencional puede ser más rápida que un movimiento sacádico.

Eriksen y Hoffman (1973) realizaron un experimento de identificación de una letra que podía aparecer en distintos lugares alrededor del punto de fijación. Cuando el lugar se marcaba previamente (aunque sólo fuera por 50-100 milisegundos) el tiempo de respuesta se reducía significativamente. Algunos experimentos posteriores han aplicado una versión algo modificada, y que ha sido extensamente utilizada por Posner y sus colaboradores. En ella, las marcas llevan asociadas probabilidades; la forma más corriente consiste en presentar una flecha que apunta hacia la izquierda o hacia la derecha, y que asocia a la zona apuntada una mayor probabilidad de aparición del estímulo (usualmente 0.8 o 0.7) frente a la no apuntada; el rendimiento en estas condiciones se compara con otra neutral (la señal aparece con la misma probabilidad en una u otra posición) en la que la flecha se sustituye por una simple cruz. El rendimiento puede medirse por la eficacia (aciertos) o por la velocidad de respuesta. A partir del trabajo de Posner y Snyder (1975) es usual estudiar los resultados aplicando un análisis en términos de coste-beneficio. Se supone que la aparición del estímulo en una zona preavisada se beneficiará de la preorientación atencional. Se calcula el beneficio sustrayendo el tiempo de respuesta en esa condición del tiempo de respuesta en la condición neutral. El coste de la no aplicación de la necesaria atención se obtiene sustrayendo el tiempo en la condición neutral del tiempo en la condición en la que el estímulo aparece en un lugar no señalado. Un razonamiento análogo nos daría el beneficio y el coste en otras variables dependientes (véase Posner, 1978).

Se han encontrado efectos de la atención en tareas de detección (Bashinski y Bacharach, 1980; Hughes y Zimba, 1985; Posner, Snyder y Davidson, 1980; Shulman, Remington y McLean, 1979) de identificación (Eriksen y Hoffman, 1973; Eriksen y Yeh, 1985; Jonides, 1981; LaBerge, 1983; Tsai, 1983) e incluso en tareas orientadas a estudiar la formación de conjunciones ilusorias (Prinzmetal, Presti y Posner, 1986).

Este trabajo pretende estudiar más profundamente algunos de los resultados obtenidos por Bashinski y Bacharach (1980) y ampliarlos. Más en concreto, su objetivo es doble:

A) Determinar si dirigir la atención a una posición espacial incrementa la sensibilidad del observador ante la información que aparece en esa posición. Bashinski y Bacharach (1980) citan y critican dos trabajos anteriores que sugieren un aumento de la sensibilidad mientras que la posición del criterio quedaría estable. Por su parte estos autores utilizan el paradigma de Posner antes descrito con dos posiciones, una a la derecha y otra a la izquierda del punto de fijación. Obtuvieron mayor sensibilidad en la posición favorecida (la que tiene probabilidad 0.8 de presentar señal) que en la posición neutral (probabilidad 0.5 de señal) y una ligera menor sensibilidad en la posición no favorecida (probabilidad 0.2 de señal) que en la neutral. En el criterio no obtuvieron diferencias. Nuestro trabajo permitirá conocer cuál es la sensibilidad del observador cuando la señal aparece necesariamente en una posición, en una de dos posiciones (con probabilidad 0.5 en cada una de ellas) en una de tres (con probabilidad 0.33 en cada una) y en una de las cuatro posibles (con probabilidad 0.25 en cada una). En consecuencia, este procedimiento tiene las siguientes ventajas:

1. Permite conocer si varía la sensibilidad como resultado de incrementar el número de posiciones en las que puede presentarse la señal. Bashinski y Bacharach (1980) interpretan sus resultados en el sentido de que a más probabilidad de señal se asignan más recursos y eso trae como consecuencia más sensibilidad.

En nuestra tarea, a más posiciones corresponderán menos recursos a cada una y, en consecuencia, a más posiciones esperaremos menos sensibilidad. En definitiva, los resultados de estos autores son compatibles con la idea de que la probabilidad de señal pueda gobernar la asignación de recursos, y nuestro trabajo permitirá conocer si tal asignación de recursos es gobernable por el número de posiciones en que puede aparecer la señal; en realidad es otra forma de estar gobernada por las probabilidades, pero en este caso se modifica el número de posiciones alternativas equiprobables.

Además, resulta sorprendente la confianza que a veces tienen algunos autores en los efectos que tiene la manipulación de la longitud de las flechas asociándoles una probabilidad. Algunos parece que admitan que por decir a los sujetos que el estímulo aparecerá en el lugar marcado por la flecha con probabilidad 0.8 y con probabilidad 0.2 en el lugar alternativo, ya se imprime una forma de actuación que refleja ese reparto de probabilidades y que es claramente diferenciable de una condición con probabilidades 0.7 y 0.3, por ejemplo. Pero asumir esta idea supone aceptar en cierta medida que el transmitir la información de las probabilidades objetivas se traduce en una implementación de probabilidades subjetivas similares. Muy al contrario, es bien sabido en el ámbito del razonamiento y del pensamiento que los seres humanos utilizan las probabilidades de una forma hartamente peculiar (Tversky y Kahneman, 1971, 1972) y no parece razonable suponer que en el ámbito de las tareas atencionales tenga que ser de una forma muy diferente. Además es dudoso que esa compleja elaboración simbólica, de correspondencia entre unos signos y unas probabilidades, pueda llevarse a cabo en un intervalo de tiempo tan corto como el que habitualmente se deja entre las marcas y los estímulos. Por todo ello, no hemos asociado valores arbitrarios de probabilidades a las posiciones, sino que en las instrucciones se especifica que el estímulo puede aparecer con la misma probabilidad en cualquiera de las posiciones marcadas, y sólo en una de éstas. Es lógico pensar que las probabilidades serán manipuladas más eficazmente por los sujetos cuando estas son 1 o 0, o cuando se trata de varias alternativas equiprobables, como en nuestro caso.

2. Nuestro procedimiento experimental permite obtener fácilmente las tasas de aciertos y falsas alarmas. Bashinski y Bacharach (1980) no encuentran dificultades en la obtención de la tasa de aciertos correspondiente a las posiciones no neutrales, pues conocen si la señal a detectar ha aparecido en la posición favorecida o en la no favorecida. Pero tienen más dificultades a la hora de determinar la tasa de falsas alarmas, ya que en este caso no aparece señal alguna. Lo cierto es que determinando las falsas alarmas por un primer procedimiento no obtienen diferencias en sensibilidad entre las posiciones neutral y no favorecida (es decir, no obtienen costes), mientras que utilizando otro procedimiento distinto sí las obtienen, aunque no tan evidentes como las encontradas entre las posiciones favorecida y neutral (es decir, beneficios). Trabajos posteriores también han encontrado más beneficios que costes (Hughes y Zimba, 1985).

El experimento que se va a exponer no permite hablar de beneficios y costes en el sentido que hemos mencionado, pues no hay una condición que pueda considerarse como neutral, pero sí permite saber cómo cambia la sensibilidad cuando hay un supuesto leve incremento en recursos (estudiando si ésta es diferente en la condición de cuatro posiciones y en la condición de tres), y cuando hay un fuerte incremento (estudiando si la sensibilidad en la condición de sólo una posición difiere de la obtenida en la condición en la que la señal aparece

en una de dos posiciones). Esto, además, podrá hacerse tras determinar inequívocamente las tasas de aciertos y de falsas alarmas de cada sujeto y condición.

B) En segundo lugar, Bashinski y Bacharach (1980) destacan un resultado para ellos inesperado: la sensibilidad en la posición derecha es mayor que en la izquierda. A pesar de que esa diferencia no alcanza significación estadística en todos los sujetos y condiciones de validez de la flecha, optan por entrar a discutirlo, proporcionando dos explicaciones *post hoc*. La primera consistiría en una mayor facilidad de sus sujetos (estudiantes universitarios) para dirigir la atención de la izquierda a la derecha que lo contrario, a consecuencia del hábito de lectura; esta primera interpretación fue sugerida por los propios sujetos. La segunda se basaría en posibles diferencias hemisféricas de sus tres sujetos, pues dos de ellos eran diestros. Ninguna de estas explicaciones las exponen en términos de su propia teoría; es decir, en términos de desequilibrios en el reparto de recursos atencionales con respecto a las probabilidades nominales asignadas, y debidos a posibles hábitos automáticos. En nuestro experimento estudiaremos también estos supuestos efectos posicionales.

METODO

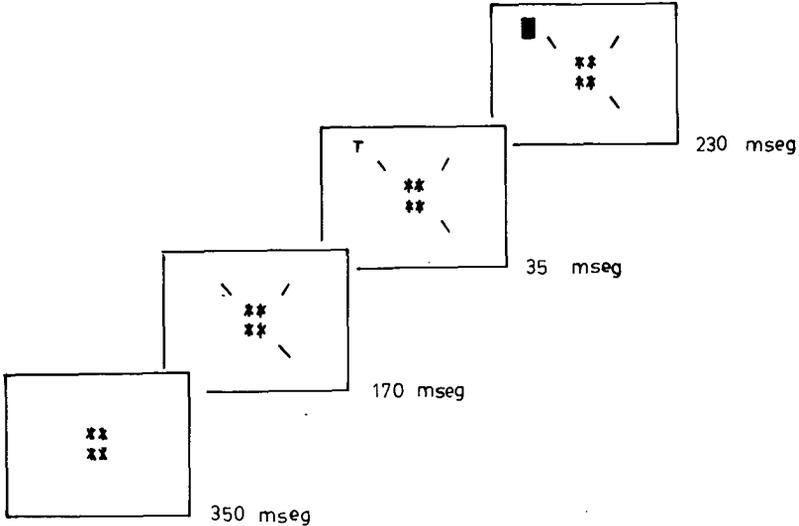
Sujetos. Participaron en el experimento 5 sujetos voluntarios, estudiantes de la Facultad de Psicología de la U.A.M., con visión normal o corregida con lentes, y que completaron 4 sesiones de 1 hora y media cada una.

Estímulos y Aparatos. El experimento estaba controlado por un computador Apple II; los sujetos se sentaban frente al mismo a una distancia de 60 cm.; por el monitor se presentaban los estímulos y por su teclado se recogían las respuestas; se utilizaron los siguientes elementos estimulares: (a) un punto de fijación que aparecía en el centro de la pantalla, compuesto por cuatro asteriscos y que subtendía $.95^\circ$ horizontalmente y 1.15° verticalmente; (b) cuatro barras o flechas rectas sin cabeza que apuntaban a cuatro localizaciones cercanas a las esquinas del monitor; la longitud de cada flecha subtendía $.48^\circ$ y el ángulo que separaba el centro del monitor del extremo más lejano de la flecha era de 11.9° ; (c) los estímulos imperativos eran la letra T como objetivo y las letras E, F, I, L como relleno; se formaban iluminando adecuadamente la matriz de 7×5 puntos; las matrices donde aparecían las letras subtendían 57° horizontalmente y 68° verticalmente, y su esquina más lejana al punto de fijación dejaba un ángulo de 15.4° ; (d) máscaras constituidas por rectángulos blancos, correspondientes a un espacio vacío invertido que aparecían en los lugares donde previamente se había mostrado la letra.

Procedimiento. Cada sesión constaba de 6 bloques de 96 ensayos, el primero de los cuales se desechaba, totalizando así 2304 ensayos. Se trataba de una tarea de juicio discriminativo de una letra crítica (la «T») frente a otras («E», «F», «I», «L»). Cada ensayo se desarrollaba según la siguiente secuencia: (a) Aparición del punto de fijación en el centro de la pantalla. (b) Transcurridos 350 milisegundos, aparición de 1, 2, 3, o 4 flechas señalando los vértices de la pantalla. (c) Pasados 170 milisegundos se presentaba en uno de los vértices previamente señalados por las flechas, una letra; ésta podía ser la letra objetivo («T») o una de las de relleno. Su tiempo de permanencia en pantalla era de 35 milisegundos. (d) Enmascaramiento de la letra presentada durante 230 milisegundos. (e) Borrado completo de la pantalla y aparición de la pregunta «¿qué res-

puesta? (S o N)». (f) Una vez que el sujeto había respondido, presionando la tecla apropiada de la consola del ordenador, se le informaba de si su respuesta había sido correcta o no, mediante un mensaje que aparecía por la pantalla. (g) El sujeto ponía en marcha el siguiente ensayo apretando una tecla, de forma que se autoadministraba la tarea al ritmo al que se sentía más cómodo. En la Figura 1 aparece una representación esquemática de la secuencia de los ensayos.

FIGURA 1



Representación esquemática de la secuencia de cada ensayo

Dos fueron las variables independientes manipuladas. Por un lado, el número de flechas que precedían a la presentación de la letra objetivo: de 1 a 4; por otro, la posición tanto de las flechas como de la letra que constituía el estímulo imperativo, y que designaremos con letras en el sentido de las agujas del reloj: «a» (superior izquierda), «b» (superior derecha), «c» (inferior derecha) y «d» (inferior izquierda).

Nos referiremos por ensayos tipo I, II, III, y IV a los que contenían 1, 2, 3, y 4 flechas respectivamente. Los 96 ensayos de cada bloque se distribuían de la siguiente forma. Cada bloque contenía 24 ensayos de cada uno de estos tipos, 12 con la letra objetivo y 12 con una letra de relleno. A su vez, en los ensayos de cada tipo aparecía con la misma frecuencia cada posible combinación de flechas, y el estímulo aparecía con la misma frecuencia en cada posición señalada.

Para referirnos a las condiciones escribiremos las letras de las posiciones donde aparece la flecha, poniendo en mayúsculas la de la posición donde aparece el estímulo. Así, se presentaron 6 ensayos A, B, C y D, tres con la T y tres con otras letras en cada caso, y completando así los 24 ensayos del tipo I. Para el tipo II se presentaron dos ensayos (uno con T y otro con relleno) de cada una de las siguientes 12 combinaciones de características: Ab, aB, Ac, aC, Ad, aD, Bc, bC, Bd, bD, Cd y cD. Para el tipo III se presentaron 2 ensayos de cada una

de las siguientes 12 combinaciones: Abc, aBc, abC, Abd, aBd, Acd, aCd, acD, Bcd, bCd, bcD. Para el tipo IV se presentaron 6 ensayos de cada una de las siguientes combinaciones: Abcd, aBcd, abCd y abcD. De esta forma aparecía con la misma frecuencia cualquier número de flechas y cualquier combinación de éstas, el estímulo podía aparecer en cualquiera de las posiciones señaladas y éste podía ser el objetivo o uno de los estímulos de relleno. El computador aleatorizaba el orden de presentación de los 96 ensayos de cada bloque para cada sesión y sujeto.

Los sujetos debían responder presionando una tecla para respuestas afirmativas (presencia del objetivo) y otra para respuestas negativas.

Variable dependiente. Aunque es claro que la variable dependiente ha de reflejar la sensibilidad de los observadores, hay diversas formas de hacerlo, y creemos necesario hacer algunos comentarios sobre su elección. En este campo de investigación es más frecuente utilizar medidas cronométricas, aunque a veces se utilizan índices de eficacia. Lo que no se puede hacer es utilizar los dos simultáneamente, pues en las instrucciones siempre se presiona sobre uno de los dos aspectos de las respuestas, manteniendo el otro en unos límites razonables. En nuestro caso hemos optado por medir la eficacia, dado que uno de nuestros objetivos principales era poder comparar los resultados con los de Bashinski y Bacharach.

En una tarea como ésta podemos sentirnos tentados de utilizar los índices más clásicos de la Teoría de la Detección de Señales (d' y β ; véase Green y Swets, 1974). Bashinski y Bacharach (1980) optan por elegir el índice $P(A)$, que no exige unos supuestos tan restrictivos como la d' ; sin embargo, a continuación calculan β como medición del criterio de respuesta, aunque este exige los mismos supuestos. Su cálculo de $P(A)$ como índice de la sensibilidad se basa en varios puntos de la curva COR, pues utilizan una tarea de valoración.

En nuestro caso hemos elegido también el índice $P(A)$ (sobre la definición y las propiedades de este índice puede consultarse Ponsoda, 1986); es decir, el área bajo la curva COR, o lo que es lo mismo (cuando coinciden las probabilidades a priori) la *proporción de respuestas correctas*, pues compartimos las reservas que manifiestan Bashinski y Bacharach acerca de los supuestos. Además, aunque la nuestra es una tarea del tipo SI-NO y sólo se basa en un punto de la curva COR, este índice nos permitirá comparar directamente nuestros resultados con los de estos autores. Por otra parte, como la medida del criterio exige también asumir los supuestos de normalidad y homocedasticidad, y en la literatura que hemos revisado no se menciona ningún ejemplo de cambios en el criterio, no creemos necesario estudiarlo.

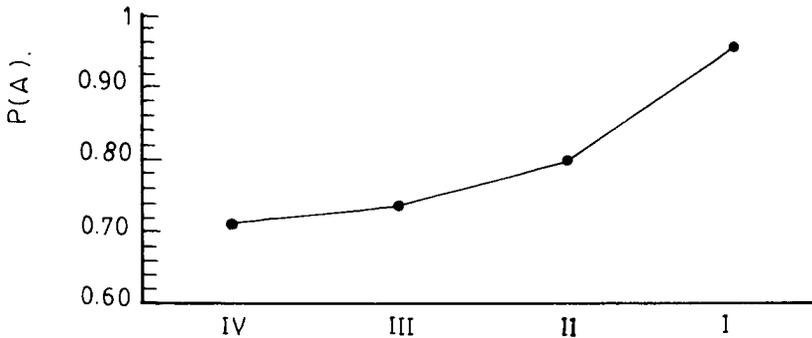
RESULTADOS Y DISCUSION

Para cada sujeto se computó la proporción de aciertos tomando los datos de distintas combinaciones de condiciones. Así, para hallar la proporción de respuestas correctas de un sujeto en la combinación de condiciones de dos flechas y posición A, tomamos la matriz de frecuencias conjuntas de las condiciones Ab, Ac y Ad, y así para las restantes combinaciones. A esas proporciones se les aplicó una transformación normalizadora ($\text{arc sen } \sqrt{p}$) y sobre ella se realizó un análisis de varianza (ANVA) 4×4 . A continuación vamos a exponer los resultados de este análisis (apartados a, b y c), así como los de otros análisis adi-

cionales que surgieron en conexión con las discusión de los resultados del primero.

(a) *Efecto del número de flechas.* Encontramos un efecto significativo del número de flechas ($F(3,12) = 60.20$; $p < .001$); al realizar comparaciones múltiples resultaron significativas todas las diferencias entre condiciones ($p < .01$ en todos los casos) a excepción de los pares II-III y III-IV; en la figura 2 puede observarse una representación de las medias de las condiciones, donde se aprecia que la dirección de las diferencias es siempre la esperada; es decir, peor rendimiento cuanto mayor es el número de flechas.

FIGURA 2

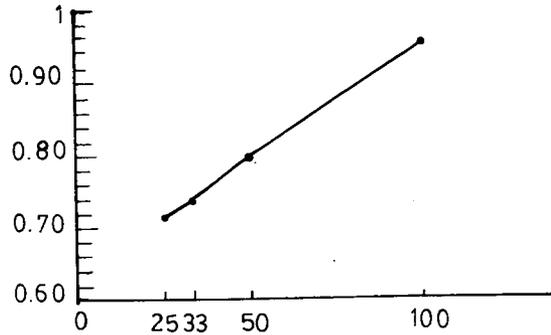


Proporción media de respuestas correctas según el tipo (número de flechas)

Es importante resaltar que, en caso de no encontrar diferencias en algún par, esperábamos que fuese el III-IV y, en todo caso, el II-III; la razón es que si suponemos (como hacen Bashinski y Bacharach, 1980) que los recursos atencionales se reparten entre las zonas señaladas con total libertad y de forma homogénea, los porcentajes de recursos asignados a cada posición en cada tipo serían 100%, 50%, 33% y 25% respectivamente. Las menores diferencias en recursos son precisamente en esas condiciones y, por tanto, sería más difícil detectar la diferencia en un contraste. La figura 2 se ha construido marcando en abscisas las cuatro condiciones como cuatro niveles ordinales; sin embargo, si la rehacemos proporcionando las distancias a esas supuestas cantidades de recursos, la representación adopta la forma que aparece en la figura 3, en la cual parece que las medias tienden a ajustarse a un modelo lineal. Para comprobar esta impresión gráfica calculamos la correlación entre esos supuestos porcentajes de recursos y las proporciones de respuestas correctas nuevamente transformadas para cada sujeto. La menor de ellas fue .979, lo cual da una idea del nivel de ajuste encontrado. Además, en ningún caso encontramos una sola inversión de los datos con respecto a la dirección prevista, y sólo un empate para el primer sujeto entre las condiciones III y IV.

(b) *Efecto de la posición simple del estímulo.* Encontramos un efecto significativo de la posición ($F(3,12) = 9.01$; $p < .01$); al realizar las comparaciones múltiples encontramos lo que claramente se aprecia en la figura 4: que en general en las posiciones superiores el rendimiento es mayor que en las inferiores. De hecho, al hacer comparaciones múltiples sólo no se encontraron diferencias sig-

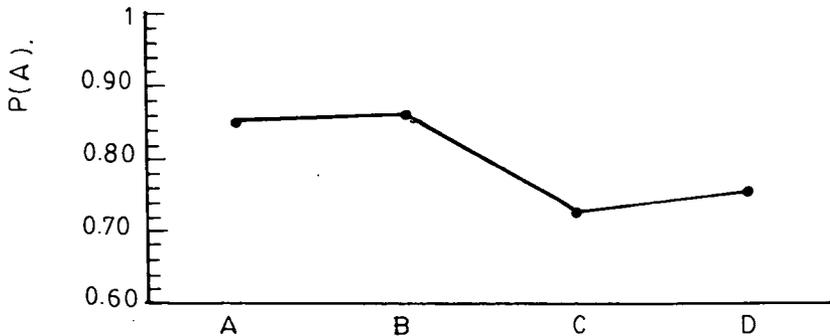
FIGURA 3



Adaptación de la figura 1 proporcionando las distancias entre condiciones (en abscisas) al porcentaje supuesto de recursos asignados a cada posición desde una teoría económica (25, 33, 50 y 100)

nificativas entre A-B y entre C-D; las demás lo fueron con $p < .01$ (A-C, A-D, B-C) a excepción del par B-D que lo fue con $p < .05$ (estas comparaciones se hicieron con la prueba de Tukey). Al observar los datos particulares de cada individuo hemos podido comprobar cómo siempre que las posiciones A y B dan mejor rendimiento que las inferiores, a excepción de un sólo caso (el sujeto 4) en

FIGURA 4



Proporción media de respuestas correctas, según la posición donde aparece la letra

mejor rendimiento que las inferiores, a excepción de un sólo caso (el sujeto 4) en el que la posición C dio ligeramente superior a la posición A (véase la tabla 1). Parece, por tanto, que los sujetos aciertan más cuando el estímulo aparece en la parte superior de la pantalla que en la parte inferior. Estos resultados difieren notablemente de los obtenidos por Bashinski y Bacharach (1980) y que ya hemos mencionado, pues aunque descriptivamente el rendimiento en las posiciones de la derecha (B y C) es superior al de las posiciones de la izquierda (A y D; véase de nuevo la figura 4), el efecto significativo es el de mejor rendi-

TABLA I

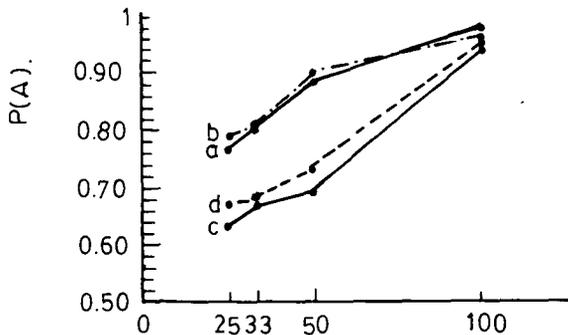
Sujeto	A	B	C	D
1	.875	.832	.659	.744
2	.849	.946	.759	.761
3	.919	.762	.652	.736
4	.781	.890	.789	.724
5	.834	.869	.644	.685

Rendimiento medio de cada sujeto en todos los ensayos en los que el estímulo aparece en cada una de las posiciones, agrupando todos los tipos

miento en las superiores que en las inferiores. Lo que sí parece claro es que ninguna de las explicaciones tentativas aportadas por estos autores, y que ya hemos comentado en la introducción, es apropiada para un efecto posicional de dirección vertical. Además, no hemos encontrado antecedentes en la literatura, si bien es cierto que en los experimentos se suelen utilizar como localizaciones las posiciones a izquierda y derecha del punto de fijación, exclusivamente. Hughes y Zimba (1985) anuncian que están realizando un experimento con flechas que indican las direcciones verticales, pero aun no ha sido publicado.

(c) *Interacción entre el tipo y la posición.* También encontramos efecto significativo de la interacción ($F(9,36) = 4.88$; $p < .001$). Aunque la interpretación de ésta puede ser algo complicada y dependerá del modelo teórico del que partamos, lo que resulta evidente en la figura 5 es que esta interacción se debe

FIGURA 5



Proporción media de respuestas correctas, según la combinación de los recursos supuestamente asignados (25, 33, 50, 100) y la posición del estímulo; representación de la interacción

a que el comportamiento en las cuatro posiciones es muy similar sólo cuando se presenta una flecha, mientras que al incrementar el número de posiciones marcadas, el rendimiento decrece más rápidamente para las posiciones inferior-

res que para las superiores. Entendemos que hay al menos dos interpretaciones alternativas de este resultado. La primera sería que en las zonas superiores, con una misma cantidad de recursos el rendimiento es mayor; no encontramos explicación lógica a esta interpretación (volveremos sobre ello en el siguiente punto). La segunda sería que el reparto de recursos no es homogéneo entre las posiciones; al tener que repartirlos entre dos o más posiciones, si hay alguna en la parte de arriba entonces una porción de los recursos va directamente a la zona superior, dejando más desasistidas las zonas inferiores. En el caso de una sola flecha no se apreciaría ésto, y de hecho el rendimiento es similar en todas las posiciones para la condición de una sola flecha (véase el apartado d, en esta misma sección). La explicación de esta interpretación se basaría en la idea de un conjunto de recursos limitados y distribuibles, suponiendo que al repartirlos hay ciertas prioridades que actúan quizás incluso como disposiciones estables (Kahneman, 1973) y que no son fácilmente alterables por unas instrucciones experimentales y unos pocos ensayos de práctica.

(d) *Irregularidades en la distribución de recursos.* La explicación que hemos dado a la interacción puede ponerse a prueba de la siguiente forma. En el caso de que una misma cantidad de recursos fuera más eficaz en la parte superior que en la inferior, en la condición de una sola flecha habría superioridad de las posiciones A y B, y ésto no se da ($t(4)=1.43$; $p < .25$); observando los datos individuales (tabla 2) sólo en el sujeto 5 se aprecia que A y B son superiores

TABLA II

Sujeto	Ordenación
1	A > B = D > C
2	A > B = C > D
3	A > D > B > C
4	D > C > A = B
5	A > B > D > C

Ordenación de los rendimientos en las cuatro posiciones para la condición de sólo una flecha (tipo I)

a C y D; en todos los demás hay empates o inversiones no predichas. Pero además podemos derivar otras predicciones desde esa explicación centrándonos sólo en los ensayos de la condición de tipo II; si todos los recursos se aplicasen a la parte superior, el rendimiento sería mayor que si se aplicasen a la inferior; por tanto, el rendimiento en las condiciones Ab y aB debería de ser superior al de las condiciones Cd y cD, y en los resultados no se encuentra este resultado ($t(4)=.93$; $p < .45$); la dirección predicha en la desigualdad aparece sólo en 3 de los cinco sujetos (véase el panel superior de la tabla 3).

La explicación que hemos ofrecido en términos de irregularidades o distribuciones heterogéneas de los recursos permite también derivar algunas predicciones positivas con la condición de tipo II. Si las flechas de la zona superior captan una parte mayor de la que les correspondería en un reparto idéntico, entonces el rendimiento en Ab será menor que en Ad, pues en esta última condición la posición donde no aparece el estímulo está la zona inferior, y en consecuen-

TABLA III

Predicción	Sujeto				
	1	2	3	4	5
$(Ab \text{ y } aB) > (Cd \text{ y } cD)$	SI	NO	SI	NO	SI
$Ab < Ad$	=	SI	=	SI	SI
$aB < Bc$	SI	SI	SI	SI	SI
$bC < Cd$	SI	SI	SI	SI	SI
$aD < cD$	SI	SI	SI	NO	SI

Cumplimiento de las predicciones derivadas desde dos explicaciones alternativas del efecto de verticalidad

cia es mayor la cantidad de recursos aplicados a la zona A, con lo que el análisis del estímulo será más preciso; igualmente podemos hacer con las otras condiciones, formando las desigualdades que aparecen en el panel inferior de la tabla 3. En todos los casos hemos elegido las posiciones adyacentes, para no mezclar condiciones con posiciones en diagonal, pues en este caso la distancia entre localizaciones sería mayor, y podrían considerarse como condiciones no comparables. Si se aplica una prueba de diferencia de medias a cada predicción, no en todos los casos se encuentra una diferencia estadísticamente significativa, pero hay que tener en cuenta que se trata de una muestra muy pequeña. Hemos aplicado una prueba no paramétrica de la siguiente forma. Como son 5 sujetos y 4 comparaciones, podemos hacer un total de 20 comparaciones derivadas desde esta explicación. Hemos podido comprobar que en 17 de los casos se obtiene la desigualdad predicha, en 2 se obtiene igualdad y sólo en un caso se obtiene una desigualdad no predicha (véase el panel inferior de la tabla 3). Aplicando la prueba de los signos obtenemos que la proporción de resultados predichos correctamente (17 sobre 20) es significativamente superior a la esperada por azar ($p < .001$).

(e) *Efecto del tamaño de la zona.* Cabría pensar que, manteniendo constante el número de flechas, los recursos asignados a cada unidad espacial serán menores cuanto más dispar sea la distribución espacial de dichas unidades. Esto podría reflejarse en que al atender a dos zonas el rendimiento será mayor si éstas son contiguas que si son opuestas. Podemos poner a prueba esta idea comparando el rendimiento de Ac, aC, Bd y bD (posiciones en diagonal) con todas las demás de dos flechas; el resultado no arroja efecto significativo de la adyacencia ($t(4)=1.73$; $p < .20$). De todas formas, dado que éste no era el interés principal del experimento, la diferencia de distancias entre posiciones adyacentes y posiciones no adyacentes no es muy grande; estamos diseñando un experimento en el que la principal variable es precisamente ésta.

CONCLUSIONES

Podemos resumir los resultados que hemos obtenido en las siguientes conclusiones:

(a) Los sujetos no son indiferentes a la presencia de la flechas; utilizan las instrucciones experimentales en el sentido esperado, a pesar de que hemos uti-

lizado un intervalo entre estímulos corto (menor que el tiempo de un movimiento sacádico). Parece, por tanto, que hemos conseguido aislar los efectos de respuestas genuinamente atencionales, y que el intervalo que hemos utilizado entre las marcas y el estímulo es suficiente para adoptar el *set* apropiado. Algunos autores (e.g. Posner, 1980) señalan que se ha podido demostrar la posibilidad de divorciar la focalización atencional de la visual gracias al uso de tareas de detección; para este autor el fenómeno es tanto más difícil de obtener cuanto más compleja es la tarea, y de hecho es esperable que no se llegue a observar en tareas de identificación, por ejemplo. Por el contrario, nuestra tarea podría considerarse como una de identificación, y sin embargo hemos obtenido el fenómeno buscado.

(b) La sensibilidad de los sujetos, medida en proporción de respuestas correctas, es mayor cuanto menor es el número de posiciones señaladas. Este resultado es compatible con las predicciones que podrían derivarse desde las teorías económicas basadas en la distribución de recursos limitados siguiendo una regla construida a partir de la información contenida en las flechas; Bashinski y Bacharach (1980) interpretan sus resultados desde una teoría de este tipo, y creemos que la figura 3 puede ser también compatible con ella.

(c) En términos globales, el rendimiento es mayor en las zonas superiores que en las inferiores. Esta diferencia se debe a la ventaja que aparece con más de una flecha, pues en esta última condición no hemos encontrado diferencias.

(d) La existencia de interacción la hemos interpretado en base a irregularidades en la distribución de recursos: parece que éstos no se distribuirían homogéneamente, sino que se tendería a sobredotar las zonas superiores a costa de las inferiores. Aunque los resultados no son del todo concluyentes con respecto a ésto (la comparación de medias no alcanza significación estadística) la dirección es en general la predicha, y probablemente la diferencia no sea fácilmente detectable con un muestra tan pequeña.

Referencias

- BASHINSKI, H.S. y BACHARACH, V.R. (1980). Enhancement of perceptual sensitivity as the result of selectivity attending to spatial locations. *Perception and Psychophysics*, 28 (3): 241-248.
- DUNCAN, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, 87(3): 272-300
- DUNCAN, J. (1981). Directing attention in the visual field. *Perception and Psychophysics*, 30(1): 90-93
- ERIKSEN, C.W. y HOFFMAN, J.E. (1973). The extent of processing of noise elements during selective coding from visual displays. *Perception and Psychophysics*, 14: 155-160.
- ERIKSEN, C.W. y YEH, Y. (1985). Allocation of attention in the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(5): 583-597.
- GREEN, D.M. y SWETS, J.A. (1974). *Signal Detection Theory and Psychophysics*. Huntington, N.Y.: Krieger.
- HUGHES, H.C. y ZIMBA, L.D. (1985) Spatial maps of directed visual attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11(4): 409-430.
- JONIDES, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the Mind's eye's movement. En J.B. Long y A.D. Baddeley LONG Y A.D. BADDELEY (Eds.): *Attention and Performance*, vol. IX. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- KAHNEMAN, D. (1973). *Attention and Effort*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- LABERGE, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9(3): 371-379.
- NAVON, D. y GOPHER, D. (1979). On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86: 214-255.

- PONSODA, V. (1986). Iniciación a la Psicología Matemática. Universidad Autónoma de Madrid.
- POSNER, M.I. (1978). *Chronometrics explorations of mind*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- POSNER, M.I. (1980). «Orienting of attention». *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- POSNER, M.I. y SNYDER, C.R. (1975). Facilitation and inhibition in the processing of signals. En P.M. Rabbit y S. Dornic (Eds.): *Attention and Performance*, vol. V. Londres: Academic Press.
- POSNER, M.I., SNYDER, C.R. y DAVIDSON, B.I. (1980). Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109 (2): 160-174.
- PRINZMETAL, W., PRESTY, D.E. y POSNER, M.I. (1986). Does attention affect visual feature integration?. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 12(3): 361-369.
- SHULMAN, G.L., REMINGTON, R.W. y MCLEAN, J.P. (1979). Moving attention through visual space. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5(3): 522-526.
- SOKOLOV, N.E. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. Oxford: Pergamon Press.
- SPERLING, G. (1984). A unified theory of attention and signal detection. En R. Parasuraman y D.R. Davies (Eds.): *Varieties of Attention*. Orlando, Cal.: Academic Press.
- SPERLING, G. y MELCHNER, M.J. (1978). Visual search operating characteristic. En J. Requin (Ed.): *Attention and Performance*. vol. VII. Hillsdale, N.Y.: Erlbaum.
- TSAL, Y. (1983). Movements of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 9(4): 523-530.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D. (1971). The belief on the law of small numbers. *Psychological Bulletin*, 76: 105-110.
- TVERSKY, A. y KAHNEMAN, D. (1972) Availability: a heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology*, 5: 107-132.

Manuscrito recibido: Abril, 1987

Revisión aceptada: Septiembre, 1987