

La atención y sus cambios en el espacio visual

M.^a ISABEL GARCÍA OGUETA
Universidad de Salamanca

Resumen

En el presente trabajo se aborda el estudio de los condicionantes de la movilidad de la atención en el espacio visual en una tarea de discriminación. Se trata de una tarea de juicios igual-diferente, con preindicación siempre válida de la localización de uno de los estímulos y cambio atencional provocado hacia el otro estímulo. A partir del diseño de esta tarea pretendían constatarse los efectos de la distancia (4°, 8°, 12°), la predecibilidad (predecible, impredecible) y la dirección (de izquierda a derecha, de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba) del cambio de atención requerido en la facilidad o dificultad de realización del mismo.

Por los resultados obtenidos en el experimento que reseñamos, se observa cómo la movilidad de la atención a través del espacio visual se ve afectada por la distancia, con un efecto lineal tanto a nivel de coste temporal como en la corrección de ejecución, así como por la predecibilidad en el sentido de facilidad esperado. Con respecto al efecto de la dirección los resultados no son concluyentes, si bien, la corrección de la ejecución es mayor con los cambios atencionales en un sentido horizontal, siempre que sean predecibles. Los datos obtenidos se discuten en relación a los resultados de otras investigaciones actuales sobre el tema.

Palabras clave: Cambios de atención; movilidad de la atención; atención en el espacio visual.

ATTENTIONAL SHIFT IN VISUAL SPACE

Abstract

This article deals with the study of the conditions that affect the mobility of attention through visual space in a discrimination task. This is a same-different matching task with an always valid cue of the location of one of the stimuli and attentional switching caused towards the other stimulus. Starting with this task, we were prompted to verify the effects that distance (4°, 8°, 12°), predictability (predictable, unpredictable) and direction (left to right, right to left, top to bottom and bottom-up) have on the difficulty involved in the execution of an attentional switching.

The results of the experiment show that attentional mobility through visual space is affected by distance, with a linear effect, both on the time and accuracy of a switching of attention. Predictability, also affects it, reducing time and increasing accuracy. Finally, the results on direction are not conclusive, although accuracy in performance is greater with horizontal attentional shifts than with vertical ones, as long as the former were predictable. The results are discussed with regard to those from other current research works on the topic.

Key words: Switching of attention; attentional shifts; spatial attention.

Agradecimientos: Deseo agradecer los comentarios y sugerencias realizados por los revisores de *Cognitiva* acerca de una versión previa de este trabajo.

Dirección de la autora: Departamento de Psicología Básica, Psicobiología y Metodología. Facultad de Psicología. Universidad de Salamanca. 37071 Salamanca.

INTRODUCCION

En las últimas décadas, los estudios sobre los procesos atencionales se han sucedido de manera ininterrumpida. Son tantos y tan diversos los mecanismos implicados en el hecho de «prestar atención» que en la investigación actual, más que de la «atención» se habla de «variedades de atención» (Parasuraman y Davies, 1984), haciendo alusión al numeroso y complejo conjunto de fenómenos que intervienen. Uno de los más extensamente estudiados es el papel que la atención desempeña en la selección de información. Dentro del campo de la selectividad del procesamiento destacan fundamentalmente, tres líneas de trabajo (Kinchla, 1980). Por una parte, el estudio de las intrusiones perceptivas que surgen cuando ciertas fuentes de información parecen difíciles de ser ignoradas (ej. fenómeno Stroop). Por otro lado, la línea que probablemente haya realizado más esfuerzos para la obtención de una medida de los procesos atencionales, es la constituida por el estudio de «intercambios de información», aspecto que, indudablemente, se encuentra unido a la limitación existente en la capacidad atencional. Y finalmente, se encuentran los estudios sobre el «cambio de atención» que se produce en situaciones que implican un cambio del procesamiento de información de una fuente al procesamiento de otra.

Egeth (1967) en su discusión de la selectividad atencional señala que la característica dominante de la atención es que está cambiando constantemente, lo que él denomina fluctuaciones de la atención. Hay situaciones en que la pauta de variaciones es regular (ej. lectura), sin embargo, en otras las características de la pauta de fluctuaciones dependerán de la disposición espacial y de la complejidad de la presentación. Recientemente, desde una línea de aplicación de los procesos atencionales a los factores humanos, algunos autores incorporan en sus discusiones teóricas un mecanismo de «cambio atencional» (Braune y Wickens, 1986; Wickens, 1989). En muchas tareas, la ejecución no depende del mantenimiento de la atención sobre una fuente estimular, sino de la decisión de cuándo y a qué se presta atención, lo que implica cuestionarse cómo y en qué circunstancias se cambia la atención a una nueva fuente (Moray, 1986). La preocupación se centra en las tácticas y estrategias de la atención, no en los hipotéticos mecanismos explicativos.

En multitud de tareas de la vida diaria y, especialmente, en tareas dinámicas en las que el estado del sistema cambia con el tiempo, la atención visual a diferentes fuentes estímulares juega un papel primordial. Debido a la necesidad de visión foveal cuando se requiere alta agudeza, la atención y los ojos, *en condiciones habituales*, deberán orientarse en la dirección apropiada en cada momento para atender a las diversas fuentes de información. Si bien, los movimientos atencionales y oculares no necesariamente han de ir unidos. Lo relevante es que han de tomarse decisiones sobre dónde dirigir la atención de un momento a otro, es decir, cuándo mover la atención y hacia dónde moverla. «El operador humano debe decidir qué fuentes estímulares necesitan ser examinadas, en qué momento hacerlo, durante cuánto tiempo, cómo combinar esa información con otra de otras fuentes, decidir si la nueva información es fiable, y cómo la nueva información se usa para tomar decisiones posteriores. La atención juega un papel en todas estas decisiones..., junto con un necesario modelo interno de frecuencia de determinados eventos» (Moray, 1984, p. 487). Todo ello, limitado por nuestra capacidad de memoria (Wickens, 1989).

En ocasiones es necesaria la movilidad de la atención para conjugar información procedente de fuentes o lugares diversos, que, posteriormente, se empleará en la toma de decisiones o se tendrá en cuenta de cara a algún tipo de ejecución, como ocurre en diversas actividades cotidianas (conducir, hacer deporte, etc.). Numerosos autores han señalado la importancia de los mecanismos de orientación de la atención (Posner, 1980), y si bien, se han realizado algunos intentos de estudio de tal orientación a procesos internos, el mayor cúmulo de investigaciones es el representado por los que estudian la orientación en el espacio visual, y la reorientación de la misma cuando es necesaria.

Para Shiffrin (1988), el ejemplo más sencillo de cambio atencional es el que se produce en el espacio visual. Cuando una persona aborda el entorno visual, el principal problema con el que se encuentra es decidir a qué objeto o evento atender, cuál de ellos elegir para procesar en profundidad (Neumann, Van der Heijden y Allport, 1986). Las investigaciones señalan que los indicios espaciales son especialmente efectivos de cara a la selección (Johnston y Dark, 1986). Lo que confiere gran importancia al estudio de cómo se comporta la atención en el espacio visual, y cómo la configuración espacial ejerce su influencia en la selección de información. En este contexto, la investigación de las características que presenta la movilidad atencional y sus condicionantes en el espacio visual adquiere gran relevancia, como demuestran los numerosos estudios existentes (Downing y Pinker, 1985; Shaw, 1984).

En primer lugar, se han cuestionado las limitaciones de tipo estructural que pudieran estar afectando a la movilidad de la atención, y por ello, se ha intentado comprobar la relación entre movimientos oculares y atención (Klein, 1980; Posner, 1980; Shepherd, Findlay y Hockey, 1986). Los resultados hallados confirman la posibilidad de independizar los movimientos oculares de los cambios o movimientos atencionales, aunque en condiciones habituales ambos vayan unidos. Este hecho permite estudiar las características propias de la movilidad atencional de manera independiente. Precisamente, lo que se ha hecho en los estudios experimentales ha sido estudiar la movilidad atencional controlando movimientos oculares, como haremos en la presente investigación. Igualmente, se ha cuestionado cómo la estructura retinal del sistema visual puede afectar, planteándose si la atención y su movilidad se ve influida por aspectos de excentricidad. De hecho, Downing y Pinker (1985) señalan que la estructura métrica de la atención visual ha de tener en cuenta la profundidad, la distancia en grados de ángulo visual y la magnificación cortical.

A su vez, estos estudios han ido generando metáforas explicativas de la atención en el espacio visual. La más extendida es una metáfora de «foco», según la cual la atención selectiva a elementos en el espacio visual se comportaría como un foco luminoso, favoreciendo el procesamiento de los elementos estimulares que entran dentro del área espacial que ilumina. Sin embargo, las características concretas que presenta este foco han sido objeto de debate. Se ha cuestionado el carácter unitario o no del mismo (Egly y Homa, 1984; Eriksen, Goettl, St. James y Fournier, 1989; Posner, Snyder y Davidson, 1980), su amplitud espacial, que todos consideran limitada, pero variable según tareas (Eriksen y Murphy, 1987; LaBerge, 1983), así como las condiciones de su desplazamiento o cambio a través del espacio visual (Remington y

Pierce, 1984; Possamai, 1986; Shulman, Remington y McLean, 1979; Tsal, 1983).

Algunos autores, sin desprenderse totalmente de la metáfora de foco como señalan Driver y Baylis (1989), intentan resaltar la noción de «gradiente de atención», según la cual los recursos de procesamiento estarían disponibles en diferentes proporciones en las distintas localizaciones del espacio visual. Los recursos se concentrarían en el centro «del foco» y decrecerían en los extremos donde se produciría una especie de penumbra atencional (Downing y Piner, 1985; Shaw y Shaw, 1977). La velocidad en el procesamiento de la información estimular vendría determinada por el lugar del gradiente en que el estímulo «cae», y tanto la distancia como la excentricidad determinarían el gradiente (Shulman, Sheehy y Wilson, 1986). En otras investigaciones, en cambio, se asume que los sujetos dispondrían de un doble proceso atencional: la atención podría distribuirse por todo el campo visual o centrarse exclusivamente en una localización determinada (Jonides, 1983). Esta última conceptualización queda claramente reflejada en la metáfora de «lente zoom» de la atención que proponen Eriksen y Yeh (1985), y que parece reafirmarse tras varias investigaciones recientes, cuyos datos no son fáciles de explicar ni siguiendo estrictamente una metáfora de foco con movimiento constante del mismo a través del campo visual, ni una de gradiente atencional de capacidad fija (Chela y Lyon, 1989; Eriksen y Webb, 1989; LaBerge y Brown, 1986). En realidad, la metáfora de «lente zoom» mantiene en parte las propiedades del «foco atencional» pero en lugar de incidir en los aspectos de movilidad enfatiza más en la relación entre amplitud del procesamiento y profundidad del mismo que varía según una proporción inversa.

Independientemente del modelo de atención que elija como marco conceptual el investigador, permanece implícita la idea de que la atención puede cambiarse de un punto de fijación a una localización diferente del espacio visual sin realizar movimientos oculares. Teniendo presente este aspecto, en las investigaciones actuales se abordan cuestiones sobre la naturaleza del cambio de atención, tales como la rapidez con que puede realizarse, la extensión del área atendida y la naturaleza del «movimiento» o «cambio» (análogo o discreto), así como el descubrimiento de variables que pudieran estar influyendo en la naturaleza del mismo (Shepherd y Müller, 1989).

Precisamente, el objetivo genérico que guiaba el presente estudio era la investigación de los condicionantes del cambio de atención a través del espacio visual. Especialmente de algunos sobre los que existe una gran controversia. Más en concreto, nuestros objetivos específicos pretendían constatar si la distancia a la que ha de cambiarse la atención, la predecibilidad o no de tal cambio y la dirección del mismo tenían algún efecto en la facilidad o dificultad de realización de cambios atencionales.

Una de las cuestiones más ampliamente debatida con respecto a los condicionantes de la movilidad de la atención a través del espacio visual ha sido el efecto de la distancia. Si bien, generalmente, no se ha considerado la distancia del mundo real, sino la separación en ángulo visual (Downing y Piner, 1985; Tsal, 1983). Mientras algunos autores encuentran evidencia de que la atención se mueve por el espacio visual de manera proporcional a la distancia a recorrer (Shulman, Remington y McLean, 1979; Tsal, 1983), o decae con la distancia lateral del foco según un «gradiente de aceleración negativa» (Downing y Piner, 1985; Sowning, 1988; Shulman, Wilson y Sheehy,

1985), otros, en cambio, obtienen resultados más en consonancia con un cambio o movimiento discreto de la atención (Eriksen y Webb, 1989; Murphy y Eriksen, 1987; Remington y Pierce, 1984). La divergencia de resultados hace que algunos autores aboquen por un modelo de «foco atencional», mientras que otros defienden una metáfora de «lente zoom».

La variabilidad de los resultados obtenidos es evidente. No en vano, también, son diversas las características de tarea empleadas en las distintas investigaciones. La utilización de un indicio previo al estímulo en una localización central o periférica, según algunos autores, podría desencadenar dos mecanismos diferentes de orientación atencional (Jonides, 1983; Müller y Rabbit, 1989) en los que los aspectos de distancia influyeran de manera diferencial. Remington y Pierce (1984) negaron la existencia de efectos de distancia empleando en su tarea indicios centrales, mientras que Shulman, Remington y McLean (1979), utilizando indicios, igualmente centrales, obtuvieron evidencia de un movimiento análogo del foco atencional. Tsal (1983) empleando indicios periféricos puso de manifiesto un claro efecto de la distancia. Posner y Cohen (1984) indicaron que si la atención estaba guiada por indicios periféricos, los movimientos de la atención se producían en coordenadas retinotópicas, reconociendo implícitamente un efecto de distancia. Sin embargo, Cheal y Lyon (1989) no llegaron a descubrir efectos de distancia en sus diversos experimentos en los que utilizaron tanto indicios centrales como periféricos con un mismo tipo de tarea.

Tener en cuenta el tipo de indicio, no parece clarificar demasiado los resultados. Sin embargo, las investigaciones, no sólo presentan diferencias en cuanto al tipo de indicio, sino también en cuanto a los requisitos de tarea. En la mayoría de las ocasiones son tareas de «detección», siendo muy pocas, las que investigan el efecto de la distancia a través de tareas de «identificación o discriminación». Downing (1988) señala que los tipos de tareas pueden tener un efecto importante en la repercusión de la distancia. Esta autora llega a la conclusión de que «para cada tarea perceptiva, la sensibilidad generalmente decrece en función de la distancia. Sin embargo, varía de acuerdo con la tarea perceptiva a ejecutar: la sensibilidad decrecía lentamente con la distancia para detección de luminancia y discriminación de brillo, y de manera muy rápida alrededor de la localización señalada, de tal forma que se convertía esencialmente en un foco de luz, para la orientación y discriminación de forma» (Downing, 1988, p. 194). En ese estudio se llegaron a encontrar efectos de distancia, incluso aunque todos los estímulos se presentaron a la misma excentricidad retinal y, por tanto, subtendían el mismo tamaño externo e interno.

Podría tener cierto sentido plantearse, a partir de este tipo de conclusiones, que los efectos de distancia sólo se manifestarían cuando las demandas de agudeza fuesen lo suficientemente importantes como para requerir un cambio del foco atencional; sin embargo, tareas con escasas demandas de agudeza, como las de detección, no implicarían un efecto claro de la distancia.

Hay que considerar, además, que la mayoría de las pocas tareas de «identificación» empleadas (excepto la de Tsal, 1983), suelen utilizar amplitudes de distancia en torno a los 3° de ángulo visual (Eriksen y Webb, 1989 (2,4°); LaBerge y Brown, 1989 (1,8°); Sperling y Reeves, 1980 (2°)). Bien pudiera ocurrir que en estos estudios no se requiriese estrictamente un cambio atencional, ya que cualquier estímulo dentro de esa amplitud estaría inmerso en el foco atencional. Murphy y Eriksen (1987) estimaron la amplitud del

foco de atención en unos 3°. En consecuencia, cualquier posible efecto de la distancia a esas excentricidades podría no manifestarse.

Sería, por tanto, necesario constatar los efectos de distancia con una tarea que implicase discriminación y no mera detección, y con una amplitud mayor de 3° o 4°. Precisamente, éste constituyó uno de nuestros objetivos específicos. Nos planteamos si realmente el cambio de atención dependía de la distancia. La hipótesis de partida era que cuanto mayor fuera la distancia a la que había de cambiarse la atención, en una tarea de identificación como la que nos ocupa, mayor sería el tiempo necesitado para realizar tal cambio. Encontraríamos un mayor coste temporal para un cambio a 12°, que para 8°, y éste sería a su vez superior al necesitado para cambiar a 4°. Las distancias que proponemos son similares a las utilizadas por Tsal (1983). E incluso podríamos plantearnos si tal efecto es lineal, como el propio Tsal afirma.

Por otra parte, la distancia no es el único aspecto que condiciona las características que manifiesta la atención en el espacio visual. Los autores parecen estar de acuerdo en que la expectativa afecta a la sensibilidad perceptiva produciendo costes y beneficios para todas las tareas (Bashinski y Bacharach, 1980; Posner, Snyder y Davidson, 1980). De hecho, en el paradigma habitualmente utilizado en estudios sobre atención visual, el de «priming», se considera, precisamente, el efecto de preparación que supone el indicio. En este paradigma el sujeto coloca su mirada en un punto de fijación central. Después, aparece una señal de aviso. Tal señal, o bien puede indicar de forma válida la localización espacial en que aparecerá posteriormente un elemento clave, o bien, puede dar un indicio de localización inválido, o bien, un indicio neutral. El porcentaje de veces en que aparecen indicios válidos, inválidos o neutros puede ser manipulado por el experimentador. La condición de indicio neutral sirve como línea de base con respecto a la cual se miden los efectos de indicios válidos e inválidos. Cuando la preindicación es válida el cambio de la atención desde la localización de fijación a la señalada se inicia y el procesamiento del estímulo que aparece en esa localización es favorecido. Cuando el indicio es inválido, y el estímulo aparece en un lugar contrario a las expectativas del sujeto, es necesario un cambio de atención imprevisto y se producen costes importantes en el procesamiento. Downing (1988) se plantea que las expectativas de los sujetos sobre la probabilidad de ser requerido a responder a una localización particular, pueden, en parte, afectar a la atención que prestan a esa localización, aunque existan adicionalmente otros efectos que dependen tanto de la distancia de la localización del foco de atención como del tipo de tarea.

En realidad, el efecto de expectativa en las investigaciones de atención visual sólo se ha considerado estrictamente en relación al procesamiento perceptivo del estímulo, no en sí directamente sobre el cambio atencional. Tal vez fuera pertinente comprobar el impacto de la predecibilidad o impredecibilidad sobre el cambio atencional. Además nos parecería conveniente que la predecibilidad se basase en una posibilidad de ocurrencia del evento en determinada localización del 100%, para minimizar en lo posible los efectos de la interpretación cognitiva de la magnitud de la probabilidad subyacente por parte del sujeto, ya que ésta no siempre coincide con la real (Botella, Villar y Ponsoda, 1988). Por tanto, el segundo objetivo específico propuesto consistía en averiguar qué efecto mostraba la predecibilidad o

impredecibilidad del cambio atencional en la facilidad o dificultad de su ejecución.

En concreto, en nuestro estudio planteamos la hipótesis de que la predecibilidad del cambio de atención en el espacio reduciría el coste asociado al cambio. El tiempo empleado en cambiar la atención de una localización a otra del espacio visual sería menor si se conocía de antemano adónde cambiar que si no, en principio, independientemente de la distancia. Pero aún siendo predecible, el cambio conllevaría un tiempo de coste con respecto a las situaciones de no cambio. Se partía del supuesto de que tal efecto se observaría independientemente de la distancia, porque no existían datos contrarios a esta postura. Y si bien, Downing (1988) indica que existen otros factores como la distancia del foco de atención y la tarea, además de la expectativa, que afectan a la atención prestada a una localización, no establece si existe algún tipo de relación entre ellos.

Otro aspecto relevante encontrado de forma reiterada en las investigaciones sobre la orientación de la atención visual, y que resulta de interés comprobar, es el de las asimetrías del procesamiento perceptivo. La atención parece que se asigna con mayor facilidad o en mayor medida a determinadas zonas del espacio visual, lo que da lugar a una mayor rapidez o a un procesamiento más certero. Si esto es así, determinados cambios de atención deberían ser más fáciles de realizar que otros. Sería más fácil cambiar a aquella o aquellas zonas del espacio visual a las que se suele «prestar mayor atención». De hecho, Lambert, Beard y Thompson (1988) indican que, tal vez, los efectos facilitadores e inhibidores del procesamiento en diversas áreas podrían tener una significación funcional en relación a movimientos de atención que permitirían seleccionar información en principio no atendida, pero relevante para la tarea, en un momento inmediatamente posterior.

Sin embargo, no está absolutamente delimitado cuáles son estrictamente esas zonas, porque los resultados no son siempre coincidentes y existe una gran controversia con respecto a la explicación del fenómeno. Las primeras desigualdades observadas fueron en relación al procesamiento y elaboración del material situado, o bien a la izquierda, o bien a la derecha del campo visual. Esta dicotomía llevó a la consideración de una posible asimetría hemisférica, dando lugar a la teoría de «entrada directa» que explica las asimetrías laterales en virtud del hemisferio al que el estímulo llega primero. Si la tarea tuviera implicaciones verbales, la ventaja sería del campo visual derecho (hemisferio izquierdo), si fuera figurativa o espacial, la ventaja sería del campo visual izquierdo (hemisferio derecho) (Kirsner, 1980). Con respecto al material verbal parece observable la ventaja predicha del campo visual derecho, sin embargo, el predominio del campo visual izquierdo para material figurativo no aparece de manera tan clara. Las asimetrías de campo visual no sólo cambian de una tarea a otra y de un sujeto a otro, sino que, además, factores situacionales como la carga de memoria, duración, práctica (Hellige, Cox y Litvak, 1979) o dificultad de la tarea ejercen una profunda influencia de las asimetrías visuales, existiendo incluso factores que las hacen reversibles.

Por otra parte, el hecho de que se den, también, anisotropías con respecto al campo visual superior e inferior, con ventaja de la parte superior del campo visual (Botella, Villar y Ponsoda, 1988; Lambert, Beard y Thompson, 1988; Schwartz y Kirsner, 1982) hace que las predicciones no sean tan simples de realizar basándose exclusivamente en aspectos de especialización hemisférica.

La mayoría de autores parecen estar de acuerdo en que se trata de un efecto atencional (Kinsbourne, 1970), si bien no se sabe si sólo su contribución es la decisiva o si otros factores la magnifican. Podría aparecer por efectos de hábito de lectura: de izquierda a derecha y, secundariamente, de arriba hacia abajo (Bashinski y Bacharach, 1980; Lambert, Beard y Thompson, 1988; Rayner, 1984). Además, en algunos estudios se informa de resultados en que, incluso, aparece primacía de la dimensión horizontal en general frente a la vertical (Egly y Homa, 1984; Ládavos, 1988; Nicoletti, Umiltá, Tressoldi y Marzi, 1988), asociada habitualmente a la existencia de un eje de referencia corporal para las dimensiones izquierda-derecha, y en cambio no, para las de arriba-abajo. Cada vez más autores insisten en que el origen de las asimetrías viso-espaciales ha de buscarse en la interacción sujeto-tarea, y como consecuencia, la necesidad de tener en cuenta de manera especial, los diversos aspectos estimulares (Sergent, 1982) y las demandas de recursos de la tarea en su conjunto hasta la emisión de una respuesta (Friedman y Polson, 1981).

Teniendo en cuenta esta situación, otro de los objetivos que nos planteamos en este estudio, aunque asignándole un carácter más secundario, fue comprobar si el cambio de atención en el espacio se veía afectado por asimetrías en el procesamiento. Puesto que el cambio de la atención, necesariamente, ha de articularse en direcciones del espacio, nosotros debíamos emplear direcciones diversas, y ya que debíamos emplearlas, decidimos comprobar si existían efectos diferenciales con respecto a ellas, máxime cuando las investigaciones al respecto así lo indican.

En nuestro estudio pretenderíamos comprobar si determinadas direcciones del cambio de atención en el espacio implican un menor coste de cambio que otras. Concretamente, nuestra hipótesis preveía que se daría una mayor facilidad en los cambios hacia arriba que en los que son hacia abajo. Y de los que son hacia la derecha frente a los que implican un cambio de atención a la izquierda, como obtienen Lambert, Beard y Thompson (1988). Ya que partimos de que las anisotropías se deben a efectos atencionales, la diferencia predicha debería suceder para el cambio impredecible; fundamentalmente, se vería favorecida la asignación de la atención a las zonas que priman «habitualmente». En el cambio predecible, puesto que el sujeto conoce la dirección de su cambio con antelación podría prestar atención igualmente a todas ellas, y ya no tendrían por qué darse las diferencias.

Si el efecto fuera producto de la especialización hemisférica, exclusivamente, los resultados no serían los predichos. Al tratarse de una tarea figurativa con cierto componente espacial (ángulos rectos en diferente grado de rotación) y ser una tarea de comparación de dos estímulos, la ventaja se obtendría cuando ambos estímulos estuvieran en el campo visual izquierdo (activación del hemisferio derecho), es decir, debería existir una facilitación mayor del cambio de abajo hacia arriba en la condición de cambio predecible en relación al resto de condiciones en cuanto a la dirección, porque en esa condición los estímulos aparecen siempre en el campo visual izquierdo.

Generalmente, para abordar interrogantes del tipo de los planteados sobre los condicionantes del cambio de atención en el espacio visual se ha venido utilizando el paradigma de «priming», también denominado de coste-beneficio aplicado a localizaciones espaciales (Posner, Nissen y Ogden, 1978). Como ya se ha señalado anteriormente en la descripción que se ha hecho del mismo, la existencia de indicios de localización previos al estímulo ha posibilitado

el estudio de las características que manifiesta la atención en el espacio visual e indirectamente el del campo atencional. En este paradigma se suelen emplear indicios válidos, inválidos, o neutros en el porcentaje considerado pertinente por el experimentador. Los indicios inválidos obligan al sujeto a realizar un cambio atencional para poder realizar las demandas de tarea. En otras ocasiones, se ha empleado este paradigma y se ha utilizado la asincronía temporal entre el comienzo de la señal y el inicio del estímulo (SOA) para poder realizar una estimación del tiempo que conlleva el cambio atencional, a través de la función asintótica de TR-SOA, teniendo en cuenta los beneficios proporcionados por los indicios válidos en virtud del tiempo de asincronía (Tsal, 1983).

Este procedimiento se ha combinado, además, con otras variables como al forma de la región a atender (continua o discontinua), el tipo de indicio (central o periférico), la excentricidad del estímulo y la distancia entre otras, para investigar las propiedades de la orientación de la atención a elementos visuales y su cambios. (Para una revisión extensa, véase García Ogueta, 1989).

Pese a su uso generalizado, la validez de este paradigma para el estudio del cambio atencional en sí ha sido cuestionado por varias razones. De manera reiterada se ha planteado la posibilidad de que el preindicio produzca un efecto de aviso general a cualquier localización, no sólo a la indicada. Este aspecto podría ser especialmente relevante ya que el gran cúmulo de evidencias obtenidas con este paradigma ha sido con requisitos exclusivamente de detección. Keele y Hawkins (1982) denunciaron la gran inestabilidad de las medidas obtenidas a través de él. Otros autores han enfatizado la posibilidad de que con este paradigma, aplicado en su forma tradicional, pudieran provocarse modificaciones en el criterio de respuesta del sujeto debido a que los indicios de localización son válidos, inválidos o neutros en un determinado porcentaje de ocasiones, no existiendo equiprobabilidad (Downing, 1988; Eriksen y Murphy, 1987; Yantis, 1988).

Pese las críticas muy pocos autores se han apartado de este paradigma para estudiar el cambio de la atención (LaBerge, 1983; LaBerge y Brown, 1989; Sperling y Reeves, 1980). E incluso, las tareas empleadas por LaBerge (1983) y Sperling y Reeves (1980), parecen presentar algunos problemas como estimadores del cambio atencional. En ambas se han utilizado dos estímulos separados especialmente, obligando al sujeto a cambiar su atención de uno a otro. En la tarea de Sperling y Reeves, el sujeto debía atender primero a una cadena de letras y tras detectar el estímulo clave, pasar a informar del primer elemento que percibía expuesto en una secuencia de números separada espacialmente de la anterior, y cuya aparición controlaba el experimentador. Esta metodología no parece precisa para la estimación del cambio, ya que depende de la tasa de aparición de números, además de conllevar el procesamiento del dígito mismo. La tarea empleada por LaBerge consistía en una doble comparación. En una primera exhibición se le presentaba al sujeto una cadena de caracteres, debiendo éste centrarse en el carácter central. Posteriormente, aparecía una segunda secuencia con una letra clave en una de cinco posiciones incluyendo la central. El coste temporal asociado al cambio se deducía de restar el tiempo de realización de la tarea cuando la segunda letra aparecía en el centro, donde la atención se encontraba ya por efecto de la primera exhibición, del tiempo de realización de la tarea cuando la segunda letra aparecía en una de las otras cuatro posiciones, separada de la central

en varios grados de ángulo visual. En esta tarea, los ensayos de cambio atencional se encontraban mezclados con los de no cambio, que conformaban la línea de base, por lo que podría suceder que la medida de no cambio se viese afectada por una expectativa de cambio y no constituyera una adecuada línea de base.

Teniendo en cuenta las anteriores consideraciones y en virtud de nuestros objetivos nos planteamos el diseño de una tarea que nos permitiera evaluar el cambio de la atención. Optamos por una de juicios «igual»-«diferente», que obligara al sujeto a prestar atención a dos estímulos e integrar la información de cara a dar una respuesta, como ocurría con la de LaBerge. Operativizaríamos el cambio a través de la separación línea de base con respecto a la cual comparar la segunda y obtener una estimación indirecta del coste del «cambio». Por tanto, habíamos de procurar que la atención se centrara primero en uno de los estímulos. Para ello, nos basamos en evidencia previa que ha demostrado que la atención es captada de manera «automática» por indicios periféricos, difíciles de ignorar incluso bajo control consciente (Jonides, 1981; 1983), y empleamos uno de tales indicios en la localización en que, posteriormente, aparecería uno de los estímulos. Esta localización sería el punto de inicio desde el que considerar el cambio de la atención. Para potenciar los efectos del indicio periférico, se utilizó como tal un mensaje sobre la corrección o no de la respuesta al ensayo previo; «AC»/«ER» (acierto o error), cuya existencia se daba a conocer al sujeto en las instrucciones. Aparecía 116 milisegundos antes de la aparición de los estímulos, y permanecía en pantalla hasta la aparición de los mismos. En otras investigaciones se había comprobado cómo a partir de unos 100 milisegundos, el indicio periférico provocaba la concentración de atención en la localización preindicada (Possamai, 1986). Presuponíamos, por tanto, que el indicio captaría la atención del sujeto en la localización del mismo, y, posteriormente, al aparecer los estímulos de forma simultánea, el sujeto procesaría en primer lugar, el estímulo situado en tal localización, y tendría que cambiar rápidamente su atención para procesar el otro estímulo de cara a poder emitir una respuesta.

Debíamos, igualmente, eliminar el efecto de posibles movimientos oculares, lo que realizamos manteniendo los tiempos de exposición por debajo de los 250 milisegundos necesarios para programar la realización de un movimiento sacádico funcional, como se ha hecho en otras investigaciones (Botella, Villar y Ponsoda, 1988; Sperling y Reeves, 1980). Entre el mensaje previo y la exhibición estimular no se alcanzaba ese tiempo.

Un vez realizado un esbozo de la tarea diseñada, a continuación pasaremos a comentar el método a través del cual intentamos lograr nuestros objetivos y poner a prueba nuestras hipótesis.

METODO

Sujetos

En este experimento participaron 48 sujetos voluntarios, 37 mujeres y 11 hombres. Todos ellos eran estudiantes del curso de Adaptación de Psicología de la Universidad de Salamanca y sus edades oscilaban entre 21 y 30 años, siendo su media de edad de 22,3 años. De estos sujetos, 46 eran diestros

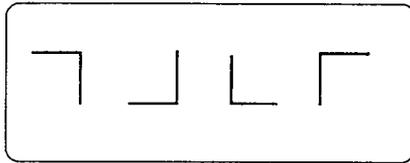
y 2 zurdos, según ellos mismos informaron. Todos poseían visión normal o corregida a normal (uso de lentes) en el momento de realización de la prueba.

Materiales e instrumentación

Para la realización de esta experimentación se utilizó un ordenador Macintosh 512 ED, en cuya pantalla aparecían los estímulos a los que el sujeto debía responder presionando determinadas teclas del ordenador, quedando registrada tanto la respuesta del sujeto como el tiempo de reacción (TR) de la misma. Para hacer posible la presentación estimular se empleó un programa escrito en lenguaje Pascal que recogía todas aquellas características de la prueba que posteriormente se señalarán en el apartado de diseño y procedimiento. Se empleó, además, un reposabarrillas, situado a 45 cm. de la pantalla del ordenador. Su utilización respondía a un doble objetivo: mantener constante la distancia desde la que los sujetos observaban la pantalla, para todas las condiciones y para todos los sujetos y, a su vez, impedir posibles movimientos de tipo oculocefálico de los sujetos experimentales.

Los estímulos eran ángulos rectos, todos ellos del mismo tamaño. La única diferencia posible entre ellos residía en su orientación. Los 4 diferentes ángulos rectos son las posibles formas que presenta un ángulo recto al ser rotado 90° , 180° y 270° , además, de la posición vertical inicial (véase Figura 1).

FIGURA 1



Estímulos empleados en el experimento de cambio de atención en el espacio visual.

Stimuli used in the experiment.

Aparecían en pantalla de dos en dos, o bien juntos en el centro, o bien separados uno de otro por varios grados de ángulo visual, en las esquinas de un cuadrado que les servía de marco. Cuando aparecían juntos en el centro del recuadro podían estar situados, o en disposición horizontal uno con respecto al otro, o en disposición vertical. La separación entre ambos era exclusivamente de 4 pixels¹ (1,54 mm.). Cuando la disposición era horizontal, subtendían entre los dos $1,61^\circ$ de ángulo visual en horizontal y $0,71^\circ$ en vertical; y si su disposición era vertical, el ángulo visual subtendido era de $1,61^\circ$ en vertical y $0,71^\circ$ en horizontal. Si aparecían separados, las dimensiones del cuadrado que servía de marco diferían según las condiciones experimentales de distancia entre estímulos, medida en grados de ángulo visual (4, 8, 12). Para una separación entre estímulos de 4° , el cuadrado tenía 3,13 cm. de lado, para 8° , 6,27 cm. y para 12° , 9,45 cm. Estas últimas dimensiones eran, también, las del marco de los estímulos que aparecían juntos en el centro de la pantalla.

Diseño

Se trata de un diseño factorial intrasujeto $3 \times 2 \times 4$. Las variables manipuladas fueron, por un lado, la distancia de separación entre los estímulos (en grados de ángulo visual) con tres valores: 4° , 8° y 12° . Además de la predecibilidad del cambio, con dos valores: predecible e impredecible. La dirección del cambio de atención en el espacio constituía la tercera variable, con cuatro posibles sentidos del cambio: de izquierda a derecha, de derecha a izquierda, de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. La combinación de estas tres variables daba lugar a todas las posibles condiciones experimentales.

Además, el sujeto pasaba por dos condiciones en las que ambos estímulos estaban situados en el centro de la pantalla, sin separación entre ellos, no dando lugar a cambio de atención. En una condición en disposición horizontal y en la otra en vertical. Estas condiciones constituían la línea de base con la que se compararían, tanto la corrección como el TR de la ejecución en las condiciones experimentales o de cambio. Constituyendo estas dos medidas, obtenidas por métodos sustractivos, las VD: costes de ejecución (errores) del cambio atención y tiempo de coste de cambio.

Se han empleado estas medidas porque, generalmente, la necesidad de cambiar la atención se ha asociado a un coste, principalmente, en el tiempo de procesamiento (Keele, Neill y de Lemos, 1978; LaBerge, 1973; Sperling y Reeves, 1980) y en algunas ocasiones, incluso, en la eficacia (Gopher y Krahneman, 1971; Kahneman, Ben-Ishai y Lotan, 1973). Habitualmente, se ha venido utilizando un método sustractivo mediante el que se ha obtenido una puntuación diferencial que permite estimar indirectamente el coste.

Procedimiento

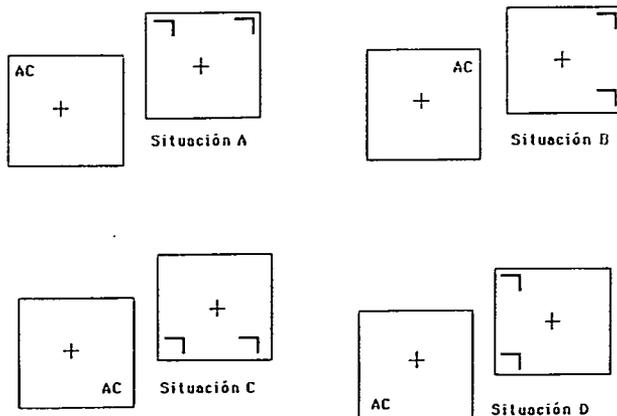
Los sujetos participaron individualmente en una sesión experimental de una duración aproximada de 45-50 minutos. Una vez que el sujeto entraba en la sala experimental, el experimentador le leía en voz alta las instrucciones indicándole que su tarea iba a consistir en comparar dos estímulos presentes en pantalla e indicar si eran iguales o diferentes. Se mostraban al sujeto dos ejemplos de juicios «igual» y dos de «diferente». Se le permitía familiarizarse con las teclas asociadas a cada tipo de juicio. Además de informársele de la existencia de un mensaje que parecería en pantalla sobre la corrección o no de la respuesta: «AC» o «ER». También se le advertía de que existían instrucciones específicas para cada bloque de ensayos, que se le indicarían previamente a cada uno de ellos.

Posteriormente, el sujeto pasaba a realizar los diferentes bloques de la prueba. Cada sujeto realizaba ocho bloques de cuarenta y ocho ensayos cada uno. En dos de los bloques, los estímulos a comparar aparecían simultáneamente y juntos en el centro de la pantalla. En un bloque en disposición horizontal uno con respecto al otro, y en otro, en disposición vertical. Ambos bloques constituían la línea base de ejecución del sujeto en la tarea en sí, sin la existencia de cambio atencional. Se consideraron las dos disposiciones: vertical y horizontal, porque en la situación de cambio, con separación entre estímulos, ambas se daban. En estos bloques el mensaje sobre la corrección o no de la respuesta emitida por el sujeto aparecía en el centro de la pantalla, al igual que los estímulos.

En los otros seis bloques es donde, realmente, se generaba el cambio de atención. De los seis, tres ejemplificaban un cambio predecible, uno para cada distancia de separación (4° , 8° , 12°), y los otros tres un cambio impredecible, igualmente, uno para cada distancia de separación. La predecibilidad del cambio hacia referencia al lugar concreto adonde debía cambiar la atención el sujeto, es decir, la esquina en la que aparecía el «otro» estímulo de comparación, ya que ha de recordarse que uno de ellos siempre venía preindicado por el mensaje sobre la corrección o no de la respuesta anterior (AC/ER).

Para operativizar la *predecibilidad* del cambio de atención que había de realizar el sujeto para procesar adecuadamente el «otro» estímulo, éste se presentaba, siempre, en la posición contigua al indicado por el mensaje previo, en el sentido de las agujas del reloj. Este hecho se le hacía saber al sujeto en las instrucciones específicas que se le señalaban previamente a los bloques de cambio predecible. Además, para mantener en mayor medida la predecibilidad, en los sucesivos ensayos se mantenía una secuencia con respecto a las posiciones en que aparecían los estímulos, de un ensayo al siguiente se avanzaba una posición en el sentido de las agujas del reloj. De tal manera que, se repetía doce veces la secuencia de 4 posibles posiciones: 12 veces aparecían los estímulos en la situación A (un estímulo en la esquina superior izquierda y el otro en la superior derecha y mensaje previo de AC/ER en la esquina superior izquierda), 12 veces en la situación B (un estímulo en la esquina superior derecha y el otro en la inferior derecha; mensaje previo en la esquina superior derecha), 12 veces en la situación C (un estímulo en la esquina inferior derecha y el otro en la inferior izquierda y el mensaje previo en la esquina inferior derecha) y 12 veces en la situación D (un estímulo en la esquina inferior izquierda y el otro en la superior izquierda y el mensaje previo en la esquina inferior izquierda). Posibilitando así 24 cambios en horizontal, de los cuales 12 son de izquierda a derecha (situación A) y 12 de derecha a izquierda (situación C), y 24 en vertical, 12 de arriba hacia abajo (situación B) y 12 de abajo hacia arriba (situación D) (véase la Figura 2).

FIGURA 2



*Diferentes situaciones de los estímulos y del mensaje previo.
Different positions for stimulus and previous message.*

En la condición impredecible, los estímulos no necesariamente aparecían en posiciones contiguas en el sentido de las agujas del reloj. Sino que uno de los dos estímulos de comparación aparecía en el lugar donde previamente había aparecido el mensaje sobre la corrección del ensayo anterior, mientras que el otro podía aparecer al azar en cualquiera de las otras esquinas. Con la excepción de que nunca aparecían los estímulos en diagonal, porque la distancia de separación sería mayor. Sin embargo, al sujeto no se le informaba de este último aspecto concreto en las instrucciones, en las que en cambio, sí se le había indicado que en esta condición sólo sabría de antemano, por el mensaje previo, la localización de un estímulo mientras que la del otro sería al azar. Además, de ensayo a ensayo ya no existía una secuencia predecible. Los estímulos podían aparecer en cualesquiera dos esquinas (con la excepción de la diagonal), independientemente de dónde hubieran aparecido los del ensayo previo. Sólo respetándose que allí donde aparecía el «feedback», aparecería uno de los estímulos.

Hay que reseñar, además, que al intentar generar impredecibilidad y no mantenerse, por tanto, la contigüidad de ambos estímulos en el sentido de las agujas del reloj, el mensaje previo no tenía por qué aparecer exclusivamente en una localización determinada de las dos que implica cada situación (como ocurría en cambio predecible), sino que aparecía la mitad de las veces en una y la mitad de las veces en otra. Aparecían 12 ensayos de la situación A, 12 de la B, 12 de la C y 12 de la D, de manera aleatoria. Permitiendo, igual que en el cambio predecible, 24 cambios en horizontal, de los cuales 12 son de izquierda a derecha (6 en la situación A con mensaje previo en la esquina superior izquierda; 6 en la situación C con mensaje previo en la esquina inferior izquierda) y 12 de derecha a izquierda (6 en la situación A con mensaje previo en la esquina superior derecha y 6 en la situación C, mensaje previo en la esquina inferior derecha), y 24 en vertical, de los cuales 12 son cambios de arriba hacia abajo (6 en la situación B, mensaje en la esquina superior derecha; 6 en la situación D, mensaje en la esquina superior izquierda) y 12 de abajo hacia arriba (6 en la situación B, mensaje en la esquina inferior derecha; 6 en la situación D, mensaje en la esquina inferior izquierda). El tipo de cambio, en cuanto a la dirección del mismo, que aparecía en cada ensayo lo aleatorizaba el programa que regía la presentación estimular.

Como ya se ha señalado, todos los bloques contenían 48 ensayos, de los cuales, la mitad daban lugar a un juicio igual, y la otra mitad a un juicio diferente. En aquellas condiciones en que existían las cuatro situaciones mencionadas anteriormente (A, B, C y D) se mantuvieron igualadas las proporciones (a cada posición le correspondían 12 juicios, 6 «igual» y 6 «diferente»). Y cuando hubo de tenerse en cuenta el lugar donde aparecía el mensaje de AC/ER (condiciones de cambio impredecible) se siguieron manteniendo las proporciones. De los 12 pares estímulares de cada posición, 6 «igual» y 6 «diferente», se asignaron 3 juicios «iguales» y 3 «diferentes» para cada par estimular precedido por cada uno de los dos posibles lugares de aparición del mensaje previo.

Los pares estímulares que aparecían en los cuarenta y ocho ensayos eran exactamente iguales en los 8 bloques: en los de no cambio o línea de base y en los que implicaban cambio de la atención. Para lo cual, hubo de presentarse 6 veces cada una de los cuatro posibles combinaciones de estímulos que daban lugar a un juicio igual y a 2 veces cada una de las 12 combinaciones

que daban lugar a un juicio diferente. Los diferentes pares estímulares se presentaron en orden aleatorio.

Todos los sujetos realizaban los ocho bloques de ensayos (384 ensayos en total), pero cada sujeto los pasaba en un orden determinado ya que se llevó a cabo un balanceo. Se balanceó la aplicación de los bloques de no cambio o línea de base con respecto a los de cambio. Dentro de los de línea de base, se balanceó el orden de aplicación del bloque de estímulos en disposición horizontal y del de disposición vertical. Y dentro de los de cambio, se balancearon las condiciones de predecibilidad e impredecibilidad y dentro de cada una de éstas se balancearon los órdenes de las tres posibles distancias.

Cada ensayo se desarrollaba según la siguiente secuencia:

En las condiciones de línea de base: ambos estímulos aparecían en el centro de la pantalla

- 1) Aparición de la cruz de fijación en el centro de la pantalla.
- 2) Transcurridos 150 milisegundos, aparición en el primer ensayo de una línea horizontal en el centro, lugar donde aparecerán ambos estímulos, o bien, en el resto de ensayos, un mensaje AC o ER que indica la corrección o no de la respuesta al ensayo previo. Tal mensaje permanecía en pantalla durante 116 milisegundos y servía de preindicio.
- 3) Pasado ese tiempo aparecían los estímulos que permanecían durante otros 116 milisegundos.
- 4) Tras los cuales, la pantalla se quedaba en blanco durante dos segundos y medio.

Desde el momento de aparición de los dos estímulos y durante los dos segundos y medio posteriores a su desaparición el sujeto podía dar su respuesta en el teclado². Transcurrido ese tiempo comenzaba un nuevo ensayo con la aparición del mensaje sobre la corrección o no de la respuesta al ensayo anterior, y posteriormente el par de estímulos, etc. (Véase Figura 3).

En las condiciones de cambio de atención: ambos estímulos aparecían separados

- 1) Aparición de la cruz de fijación en el centro de la pantalla.
- 2) Transcurridos 150 milisegundos, o bien, aparición de una línea horizontal en una de las esquinas del cuadrado en el primer ensayo, o bien del mensaje AC o ER en el resto de ensayos. Tal mensaje permanecía en pantalla durante 116 milisegundos, y constituía el preindicio, siempre válido, de localización de uno de los estímulos del par.
- 3) Después de ese tiempo, aparecían los estímulos, cada uno en una esquina del cuadrado que les servía de marco. Los estímulos permanecían durante otros 116 milisegundos.
- 4) A continuación los estímulos desaparecían, quedando sólo la cruz de fijación en la pantalla durante dos segundos y medio.

Desde el momento de aparición de los dos estímulos y durante los dos

En las instrucciones se les enfatizó tanto que respondieron con la mayor corrección posible como que presionaran la tecla adecuada con la mayor rapidez posible.

RESULTADOS

Las puntuaciones de las diversas condiciones de cambio utilizadas en nuestros análisis son puntuaciones obtenidas de acuerdo a un método sustractivo, como se ha realizado en otros estudios de cambio atencional (LaBerge y Brown, 1986; Sperling y Reeves, 1980). Como se ha mencionado en el apartado de Diseño, se trata de dos índices. Por un lado, tiempos del coste asociado a las diversas condiciones de cambio, y por otro, errores asociados al cambio atencional. Ambas son puntuaciones obtenidas diferencialmente. En cuanto al coste temporal, se hallaba para cada sujeto y por cada una de las condiciones de cambio, sustrayendo del tiempo medio empleado por el sujeto en realizar cada una de las respectivas condiciones de cambio, el tiempo medio empleado en la correspondiente línea de base de no cambio. Para las condiciones que implicaban una dirección vertical del cambio: de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba, la línea de base la constituía el bloque de ensayos con estímulos en disposición vertical sin separación entre ellos. Para las condiciones que implicaban una dirección horizontal del cambio: de izquierda a derecha o viceversa, la línea de base era el bloque de ensayos con estímulos en disposición horizontal, sin separación entre ellos.

Hay que señalar que sólo se utilizaron para obtener las medias los tiempos a respuestas correctas³. La dirección en que se planteaba la diferencia, se hallaba guiada por los resultados encontrados en otras investigaciones, en el sentido de que el cambio atencional conlleva un coste en el procesamiento con respecto a la realización de la misma tarea sin cambio (Gopher y Kahneman, 1971; LaBerge y Brown, 1986).

Adicionalmente —y sólo de forma complementaria debido a que la proporción de aciertos, en general, era muy alta, superior al 85% en todas las condiciones—, se empleó esta misma metodología sustractiva para la obtención de un índice de coste de ejecución asociado al cambio de atención. Se suponía una mayor proporción de aciertos en la situación de línea de base que en cualquiera de las condiciones de cambio correspondientes. La diferencia entre la primera y cada una de las segundas, serían errores asociados al coste de cambio para cada condición experimental.

Con estos índices realizamos análisis de varianza de medidas repetidas, así como algunos contrastes ortogonales (Kirk, 1982). La probabilidad de error tipo I se estableció en 0,05. En virtud de estos análisis obtuvimos que nuestras estimaciones del tiempo de coste, las puntuaciones con las que íbamos a operar, diferían significativamente de 0 como nos indicaba el contraste del Análisis de Varianza [$F(1,47) = 200,11$; $p < 0,001$; $MCE = 81530,73$]. En general, podíamos afirmar que la realización de una tarea que conlleva además cambio de la atención, implica un tiempo diferente que la realización de la misma tarea sin exigir movilidad de la atención. Si observamos las puntuaciones de la Tabla 1, apreciamos que todas ellas tienen signo positivo, es decir, lleva más tiempo la realización de la tarea cuando hay que cambiar la atención⁴.

Una vez que comprobamos que nuestras puntuaciones, obtenidas por métodos substractivos, eran distintas de cero, y teníamos una estimación significativa del coste de cambio atencional, podíamos pasar a comprobar a través del análisis de varianza los efectos de los factores elegidos según las hipótesis planteadas.

TABLA 1

	Predecibilidad Distancia	Predecible			Impredecible			\bar{X}
		4.º	8.º	12.º	4.º	8.º	12.º	
D I R	Izda-Dcha (D1)	75,43 (109,41)	95,82 (110,29)	162,60 (126,47)	101,90 (118,32)	142,55 (79,04)	196,94 (108,83)	129,21
E C	Dcha-Izda (D2)	76,19 (110,72)	83,08 (91,25)	137,68 (110,75)	91,14 (105,85)	141,32 (102,00)	202,89 (132,60)	121,88
I O N	Arba-Abajo (D3)	48,92 (116,86)	91,23 (116,10)	170,23 (108,31)	78,23 (88,87)	123,41 (88,12)	172,40 (125,75)	114,07
	Abjo-Arba (D4)	63,43 (115,41)	89,17 (79,01)	163,20 (110,93)	70,90 (97,40)	111,54 (82,92)	165,93 (87,52)	110,75
	\bar{X}	66,07	89,82	158,42	85,54	129,70	184,54	
		104,77			133,26			

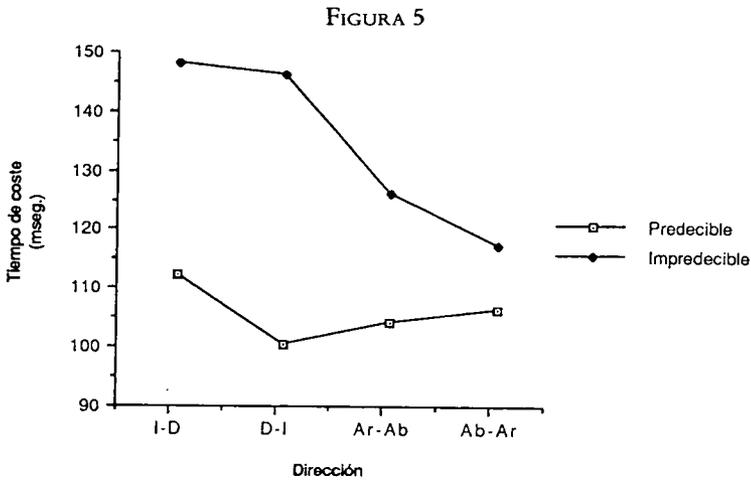
Medidas de tiempo de coste asociado al cambio de atención en el espacio visual (en milisegundos). Desviaciones típicas entre paréntesis.

Means of time cost associated to the shift of attention through visual space (in milliseconds). Standard deviations within parenthesis. (Predecibilidad = predictability; Predecible = predictable; Impredecible = unpredictable; Distancia = distance; Dirección = direction; Izda-Dcha = left to right; Dcha-Izda = right to left; Arba-Abjo = top to bottom; Abjo-Arba = bottom-up).

Se observa, cómo la distancia, según habíamos predicho, tiene un efecto significativo importante en el coste que conlleva la necesidad de cambiar la atención en el espacio visual [$F(2,94) = 38,94$; $p < 0,0001$, $MCE = 23216,93$]. De hecho, nuestras hipótesis consideraban que la distancia afectaba de manera lineal al coste de cambio. Por lo que realizamos un contraste de tipo polinómico, en el que observamos la significatividad de una tendencia lineal [$t = 8,07849$; $p < 0,01$]. No existía, en cambio, un componente cuadrático significativo en el efecto de la distancia [$t = 1,588$; $p \leq 0,119$]. El coste asociado al cambio aumenta cuanto mayor es la distancia a la que ha de cambiarse: para un cambio a cuatro grados, el coste asociado es de 76 milisegundos, para uno a ocho grados, son 110 y un cambio de atención a 12 grados de distancia conlleva un coste de 171 milisegundos (véase Tabla 1).

Otro efecto principal significativo en cuanto al coste de cambio es el de la predecibilidad o impredecibilidad del cambio de atención en el espacio visual [$F(1,47) = 5,84$; $p < 0,02$; $MCE = 40102,48$]. Como puede observarse por las medias (Tabla 1), el cambio predecible ($\bar{X} = 104,7$) conlleva menor coste que el impredecible ($\bar{X} = 133,3$). Otra de las variables considerada, la dirección del cambio, no mostró efectos principales significativos [$F(3,141) = 1,78$; $p \leq 0,154$; $MCE = 11165,06$]. Sin embargo, sí presentaba una interacción con la predecibilidad (véase la Figura 5). Puesto que se había

violado el supuesto de esfericidad (la prueba de Mauchly era significativa [$X^2(5) = 12,24621$; $p < 0,032$]) nos veíamos obligados a comprobar si ajustes de los grados de libertad del numerador y denominador, realizados mediante los estimadores de Greenhouse-Geisser o Huynh-Feldt (Kirk, 1982), nos ofrecía una F crítica inferior a la obtenida para el efecto de la interacción, y podía mantenerse la significatividad de tal efecto. Empleando el estimador más conservador, el de Greenhouse-Geisser, la F crítica (2,120) era 4,78 con $p < 0,01$, puesto que la F estadística obtenida (5,66) era superior a la crítica, podíamos reafirmar la significatividad de la interacción entre predecibilidad y dirección.



Interacción entre la predecibilidad y la dirección en el coste temporal asociado al cambio de atención a través del espacio visual. (I-D = izquierda-derecha; D-I = derecha-izquierda; Ar-Ab = arriba-abajo; Ab-Ar = abajo-arriba).

Interaction between predictability and direction with regard to the time cost associated to the shift of attention through visual space. (I-D = left to right; D-I = right to left; Ar-Ab = top to bottom; Ab-Ar = bottom-up; Predictable = predictable; Unpredictable = Unpredictable).

Como puede observarse en la representación gráfica de esta interacción (Figura 5), para el cambio predecible apenas si hay variaciones de coste temporal según la dirección del cambio. Por el contrario, en el cambio impredecible, las direcciones que implican un cambio atencional de arriba hacia abajo y viceversa, presentan menor coste que cualesquiera otro cambio impredecible de la atención (si bien no es significativo el efecto de la dirección como factor principal), y reducen la diferencia mantenida para otras direcciones entre cambio predecible e impredecible: de unos 36-46 miliseg. de diferencia entre el cambio predecible e impredecible para las otras direcciones, se pasa a tan sólo 21-11 miliseg. para las direcciones arriba-abajo y abajo-arriba del cambio atencional ($t = 4,22$ $p < 0,001$). Estos resultados habrán de complementarse, posteriormente, con los aportados por el análisis de la proporción de errores cometidos en cada condición.

Ninguna de las otras posibles interacciones resultó ser significativa, ni el efecto de la distancia combinado con el de la predecibilidad [$F(2,94) < 1$;

$p \leq 0,429$, $MCE = 12110,32$], ni el de la distancia con la dirección [F (6,282) < 1; $p \leq 0,608$, $MCE = 2944,44$], ni el de la predecibilidad conjuntamente con la distancia y la dirección. Hemos de indicar que este último violaba el supuesto de esfericidad ($X^2 (2) = 49,22356$), y realizados los ajustes pertinentes de grados de libertad, ni con el índice de Greenhouse-Geiser ($F_{crítica} (5, 213) = 2,41$, $p < 0,05$), ni con el de Huynh-Feldt ($F_{crítica} (5, 238) = 2,26$; $p < 0,05$), se podía mantener la significatividad de la F estadística obtenida [F (6,282) = 2,15; $p < 0,05$; $MCE = 2961,92$].

Vamos, ahora, a señalar los resultados obtenidos con respecto a la proporción diferencial de errores asociada a cada una de las situaciones de cambio atencional. Como nos indica el primer contraste del ANOVA, tales puntuaciones difieren significativamente de 0 [F (1,47) = 81,43; $p < 0,0001$, $MCE = 0,05$], lo que implica que las situaciones que requieren cambio atencional, en general, implican diferente ejecución que las de línea de base. Las puntuaciones diferenciales han sido obtenidas, como se ha indicado, substrayendo de la proporción de aciertos en situación de no cambio, la proporción de aciertos de cada una de las condiciones de cambio, obteniéndose errores asociados al cambio. Como muestra la Tabla 2, el sentido de todas las diferencias ha sido positivo, es decir, son puntuaciones diferentes de 0 (y por tanto de la línea de base) y suponen coste de cambio⁵.

TABLA 2

Predecibilidad		Predecible			Impredecible			\bar{X}
		4.º	8.º	12.º	4.º	8.º	12.º	
D I R	Izda-Dcha (D1)	0,011 (0,060)	0,018 (0,069)	0,063 (0,094)	0,037 (0,070)	0,070 (0,101)	0,108 (0,111)	0,0511
	Dcha-Izda (D2)	0,011 (0,077)	0,033 (0,084)	0,040 (0,076)	0,023 (0,082)	0,061 (0,093)	0,092 (0,102)	
C C I O N	Arba-Abajo (D3)	0,026 (0,081)	0,084 (0,095)	0,113 (0,112)	0,016 (0,059)	0,059 (0,106)	0,118 (0,111)	0,0693
	Abjo-Arba (D4)	0,018 (0,072)	0,053 (0,092)	0,117 (0,126)	0,033 (0,071)	0,066 (0,104)	0,105 (0,116)	
\bar{X}		0,0165	0,0470	0,0832	0,0272	0,0640	0,1057	
		0,0489			0,0656			

*Medias de proporción de errores asociados al cambio de atención en el espacio visual.
Desviaciones típicas entre paréntesis.*

*Means of error proportion associated to the shift of attention through visual space.
Standard deviations within parenthesis.*
(Predecibilidad = predictability; Predecible = predictable; Impredecible = unpredictable;
Distancia = distance; Dirección = direction; Izda-Dcha = left to right;
Dcha-Izda = right to left; Arba-Abjo = top to bottom; Abjo-Arba = bottom-up).

Al igual que en el caso del coste temporal asociado al cambio, en el caso de la corrección de la ejecución, se produce un coste mayor cuanto mayor es la distancia a la que ha de cambiarse la atención en el espacio visual [F (2,94) = 32,23; $p < 32,23$; $p < 0,0001$, $MCE = 0,02$]. Cuando la atención

ha de desplazarse a cuatro grados de ángulo visual, el coste asociado es una proporción de errores media de 0,022 superior a la ejecución sin necesidad de cambio atencional, es decir, se cometen un 2,2% más errores. Cuando son ocho los grados a recorrer, la proporción es de 0,0555, y cuando son doce los grados de separación entre estímulos es de 0,099. Sometidas tales diferencias a un contraste polinómico se aprecia una tendencia lineal de las mismas significativa [$t = 7,90392$; $p < 0,01$], sin efectos cuadráticos [$t < 1$; $ps \leq 0,727$]. Estos resultados coinciden totalmente con los relativos al coste temporal. A mayor distancia, mayor coste, en este caso, errores.

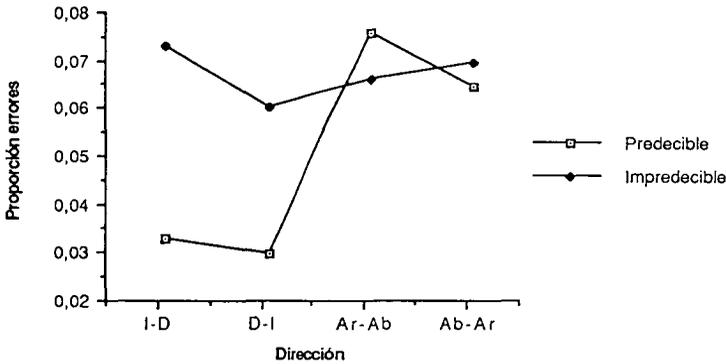
La predecibilidad del cambio, mostraba, igualmente, su efecto significativo [$F(1,477) = 4,44$; $p < 0,04$; $MCe = 0,02$]. El cambio impredecible mostraba una mayor proporción diferencial de errores (0,0655) que el cambio predecible (0,049). La predecibilidad del cambio parece, por tanto, facilitar la ejecución.

El otro factor, la dirección, presentaba efectos sobre la corrección de la ejecución, que con respecto al tiempo no había mostrado [$F(3,141) = 4,34$; $p < 0,01$; $MCe = 0,01$]. Este efecto se mostraba significativo al nivel de confianza señalado tras un ajuste mediante el índice de Greenhouse-Geisser de los grados de libertad por violación del supuesto de esfericidad ($F_{crítica} = 4,082$). La proporción de coste de ejecución asociado al cambio es de 0,051 y 0,0435 para los cambios en horizontal de izquierda a derecha y de derecha a izquierda y de 0,069 y de 0,065 para los cambios en vertical, respectivamente, de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba. No difiriendo entre sí los dos primeros, ni los dos últimos en contrastes, pero sí el promedio de los dos primeros con respecto al de los dos últimos ($t = 2,62$; $p < 0,01$).

También, ofrece resultados significativos, la interacción de la predecibilidad con la dirección, como ocurría en el análisis del tiempo de coste [$F(3,141) = 7,87$; $p < 0,001$, previo ajuste de grados de libertad por el índice de Greenhouse-Geisser]. Para los cambios de atención de izquierda a derecha y de derecha a izquierda, la proporción de errores asociados al cambio predecible es aproximadamente la mitad de la del cambio impredecible (respectivamente, 0,031 frente a 0,071 y 0,028 frente a 0,059), sin embargo, para los cambios de atención de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba la diferencia entre predecible e impredecible se reduce notablemente hasta casi anularse (cambio predecible de abajo hacia arriba = 0,063, impredecible = 0,068) e incluso se invierte ligeramente (cambio de arriba hacia abajo, predecible = 0,074, impredecible = 0,064). (Véase la Figura 6.) Los contrastes indicaban que no existían diferencias entre las direcciones del cambio en un sentido horizontal con respecto a la predecibilidad o no del cambio, ni tampoco entre las direcciones del cambio en vertical; pero sí entre un promedio de los errores en las direcciones de cambio horizontal (I—D y D—I), y el promedio de los errores de las direcciones de cambio vertical (Ar—Ab y Ab—Ar) ($t = 4,40$; $p < 0,001$).

También, demuestra ser significativo el efecto conjunto de la distancia y la dirección, previo ajuste de los grados de libertad a través del índice de Greenhouse-Geisser por violación del supuesto de esfericidad. Por ello, el nivel al que es significativo este efecto se reduce a un 5% [$F(6,282) = 2,88$; $p < 0,05$; $MCe = 0,001$]. Para un cambio atencional de 4 grados, no aparecen diferencias entre las proporciones de errores asociadas a las diferentes direcciones. Sin embargo, para un cambio atencional a 8 grados de distancia, los efectos de la dirección cambian, las direcciones que implican un cambio de

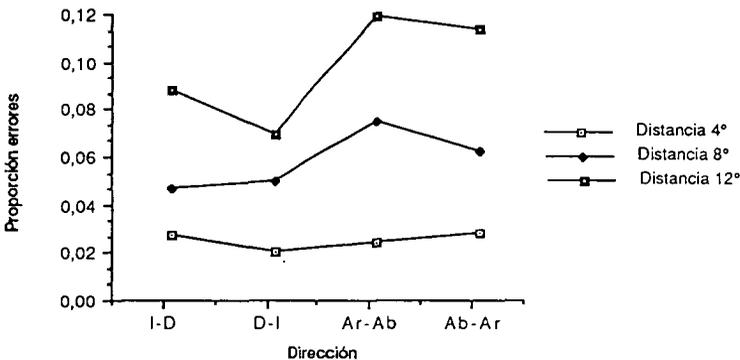
FIGURA 6



Interacción entre la predecibilidad y la dirección del cambio de atención en el espacio visual, en cuanto a proporción de errores. (I-D = izquierda-derecha; D-I = derecha-izquierda; Ar-Ab = arriba-abajo; Ab-Ar = abajo-arriba).

Interaction between predictability and direction with regard to the error proportion associated to the shift of attention through visual space. (I-D = left to right; D-I = right to left; Ar-Ab = top to bottom; Ab-Ar = bottom-up; Predecible = predictable; Impredecible = Unpredictable).

FIGURA 7



Interacción entre la distancia y la dirección del cambio de atención en el espacio visual, en cuanto a proporción de errores. (I-D = izquierda-derecha; D-I = derecha-izquierda; Ar-Ab = arriba-abajo; Ab-Ar = abajo-arriba).

Interaction between distance and direction with regard to the error proportion associated to the shift of attention through visual space. (I-D = left to right; D-I = right to left; Ar-Ab = top to bottom; Ab-Ar = bottom-up; Distancia = distance).

arriba-abajo, y de abajo-arriba presentan proporciones de errores superiores (= 2,64; $p < 0,011$). Para 12 grados de distancia del cambio de atención en el espacio visual, la diferencia fundamental se establece también con estas dos direcciones (en relación a las que implican un cambio en horizontal),

por contraposición a lo que ocurría con 4 grados de separación ($t = 3,32$; $p < 0,002$). (Véase representación gráfica en la Figura 7).

La interacción de segundo orden en la que estarían implicadas las tres variables, no muestra efectos significativos [$F(6,282) = 2,00$; $p < 0,07$].

DISCUSION

Por los resultados encontrados en este experimento podemos indicar que la necesidad de cambiar la atención a diferentes lugares del espacio visual para seleccionar la información, conlleva un coste asociado, de tipo temporal o incluso en la corrección de la ejecución. Este hecho está en consonancia con la mayoría de investigaciones al respecto (Gopher y Kahneman, 1971; Keele, Neill y de Lemos, 1978; LaBerge y Brown, 1986).

Sin embargo, el coste asociado a la demanda de cambio atencional se encuentra modulado por una serie de condiciones que afectan a la «movilidad atencional». Como habíamos predicho, la distancia a la que ha de cambiarse la atención, es una condición importante que afecta al tiempo que se tarda en realizar el cambio atencional. Hemos encontrado, además, que se trata de un efecto lineal, cuanto mayor sea la distancia a la que ha de cambiarse la atención para seleccionar nuevos elementos de información, mayor será el tiempo empleado en ello. La progresión lineal de 4 a 12 grados (de ángulo visual) de distancia implica, igualmente, una progresión lineal del tiempo emplado para ello: se produce un incremento de coste para 8 grados comparado con cuatro, y un incremento mayor aún cuando la comparación es de 8 con 12 grados.

Un efecto, igualmente, lineal ha sido encontrado por algunos autores como Shulman, Remington y McLean (1979); Shulman, Silson y Sheehy (1985) y Tsal (1983) con metodología diferente a la empleada por nosotros. Sin embargo, en nuestros resultados la progresión del efecto no se mantendría de una manera tan gradual como Tsal (1983) indicaba; según él cada grado de separación se recorrería en 8 milisegundos, teniendo en cuenta que el tiempo inicial de desconexión de la atención, siempre el mismo independientemente de la distancia, según su estimación conllevaría 50 milisegundos. En nuestro caso, en realidad, para la distancia de 12 grados el coste temporal asociado al cambio se duplicaría casi, en relación a la diferencia de coste existente entre 4° y 8°. Es como si tal distancia hubiera producido una magnificación del efecto de coste.

Por otro lado, estos resultados estarían en contradicción con los obtenidos por Murphy y Eriksen (1987) y Eriksen y Webb (1989), que indican que el cambio atencional es independiente de la distancia. Si bien, hay que señalar que las exhibiciones visuales que emplearon estos autores eran de 3° en la primera investigación y de un máximo de 2,5° de espaciamiento entre estímulos en la segunda. Se trata de separaciones relativamente pequeñas, y en las que puede no ser estrictamente necesario un cambio de foco atencional.

A la vez que hemos observado cómo se produce un coste de tiempo asociado al cambio de la atención con la distancia, hemos encontrado un coste, igualmente lineal, con respecto a la corrección de la ejecución. Es decir, a mayor distancia, no sólo se tarda más tiempo, sino que, además, se cometen más errores.

Sin embargo, en nuestro estudio la distancia y la excentricidad retinal son aspectos que van unidos, como ocurre, en condiciones habituales, en la percepción de eventos visuales. En la introducción se ha mencionado cómo diversos autores (Downing y Pinker, 1985; Shepherd y Müller, 1989) han puesto de relieve la importancia de los aspectos de excentricidad. Sin embargo, sabemos, igualmente, que no son los únicos determinantes; si así fuera, la discriminación de información en una determinada excentricidad conllevaría el mismo coste de procesamiento, independientemente de si fuera predecible o no, aspecto que se ha demostrado en reiterados estudios con paradigmas muy diversos, e incluso en este estudio, es de gran importancia a la hora de «prestar atención». De cualquier manera, deberíamos determinar si el efecto de distancia se da independientemente de la excentricidad o en relación a ella. Deberíamos realizar con la misma tarea un experimento que variara la distancia sin variar la excentricidad y viceversa, tal vez empleando un factor de compensación del efecto de magnificación cortical con la distancia.

Un aspecto que también influye en la flexibilidad que demuestra la atención para cambiar a través del espacio visual, es el conocimiento o desconocimiento por parte del sujeto, del lugar al que ha de cambiarse la atención para una ejecución eficiente, la predecibilidad o no del cambio. Si el sujeto conoce de antemano cuál es el lugar al que ha de reorientar su atención, el coste asociado a la demanda de cambio es inferior al producido cuando el sujeto desconoce adónde debe mover su atención. En las investigaciones sobre atención en el espacio visual es un hecho innumerable veces constatado, mediante el paradigma de «priming» generalmente, que el conocimiento de la localización espacial de la información a procesar disminuye su tiempo de procesamiento o facilita la ejecución (Johnston y Dark, 1986; Posner, Snyder y Davidson, 1980). En nuestro experimento, se producía tanto un aumento del tiempo como de los errores con la impredecibilidad del cambio. Como ya conocíamos por otros estudios, el sujeto puede asignar flexiblemente su atención a diferentes zonas del espacio visual, siguiendo esquemas internos o intereses.

La predecibilidad mostraba, además, un efecto diferencial en virtud de la dirección del cambio. En cuanto al coste temporal, las diferentes direcciones no afectaban de forma distinta al cambio predecible, mientras que en el caso del cambio impredecible, la dirección de cambio de la atención en un sentido vertical, de arriba hacia abajo o de abajo hacia arriba en el espacio visual, parece verse favorecida, en el sentido de que conlleva menor coste, con respecto a las demás. Este hecho podría favorecer la hipótesis que habíamos propuesto en el sentido de que las anisotropías son un efecto atencional (Lambert, Beard y Thompson, 1988), no deberían darse diferencias en cambio predecible, situación en la que el sujeto debería estar «predispuesto» a atender, igualmente, a todas las condiciones porque conoce exactamente a dónde debe cambiar y por tanto puede prestar atención a cada localización en el momento necesario, mientras que en el cambio impredecible el sujeto, al no conocer de antemano el lugar, mostrará sus «tendencias» atencionales (guiadas por los datos, no internamente por los esquemas), en este caso con respecto al cambio. Sin embargo, no podemos considerar refrendada tal hipótesis porque a nivel de coste de ejecución la interacción de la predecibilidad con la dirección del cambio no se manifiesta de manera similar.

Como hemos señalado en el apartado de resultados, para las direcciones

del cambio que implican el eje horizontal, es decir, de derecha a izquierda y de izquierda a derecha, el coste del cambio atencional que se conoce es aproximadamente la mitad que el del cambio cuyo destino se desconoce, sin embargo, en las direcciones del eje vertical, de arriba hacia abajo y viceversa, el coste de ejecución es de cuantía similar al impredecible y mayor que en las otras dos direcciones, como si en las direcciones de cambio vertical, el conocer el destino del mismo no redujera su dificultad. Hardyck, Dronkers, Chiarello y Simpson (1985) llegaron a una conclusión similar: conocer la localización de la siguiente cadena de letras tenía poco efecto en el grado de asimetría observado en la ejecución. Lambert, Beard y Thompson (1988) indicaron que tal vez surgiera de un sesgo atencional en el sentido de Kinsbourne (1970), no necesariamente bajo control voluntario.

Hay que indicar que el efecto de reducción de coste temporal en las direcciones en vertical del cambio no puede asociarse al aumento de errores en estas direcciones con respecto a las otras, porque aquél se daba en cambio impredecible, y éste en el cambio predecible.

Son, ciertamente, resultados contradictorios con respecto a ambos índices de ejecución. De todas formas, y aunque debido a la bajísima proporción de errores en casi todas las condiciones (excepto para 12° de distancia) habíamos considerado los resultados sobre proporción de errores exclusivamente con un carácter complementario, en este caso, tal vez puedan indicarnos algo más acerca del efecto. La dirección no mostraba efectos principales con respecto a coste temporal del cambio, sin embargo, sí lo hace con respecto a la proporción de errores, es mayor para las orientaciones del cambio de atención de arriba-abajo y de abajo-arriba (en vertical) que las del horizontal. Precisamente, fruto de la interacción antes comentada la predecibilidad favorece los cambios en el eje horizontal: izquierda-derecha, derecha-izquierda, sobre los del eje vertical: arriba-abajo, abajo-arriba, que no sufren modificación alguna por la predecibilidad. Justo lo contrario de lo que podría deducirse de una hipótesis de activación hemisférica, en la que el cambio favorecido sería el del campo visual izquierdo (acceso al hemisferio derecho), es decir primaria con respecto a cualquier otro, el cambio predecible de abajo hacia arriba, que se produce siempre en esa zona del campo visual.

Podría suceder que, debido a hábitos de lectura como algunos autores han señalado (Bashinski y Bacharach, 1980; Rayner, 1984) o la primacía del eje horizontal sobre el vertical como otros han apuntado (Egly y Homa, 1984), o a la misma existencia de un eje de referencia para la dimensión horizontal, el de simetría, que no sería tan saliente para la vertical (Nicoletti, Umiltá, Tressoldi y Marzi, 1988), los sujetos cuando conocen al dirección en la que han de mover su atención, sean capaces de cambiar más fácilmente a esas direcciones (derecha-izquierda, o viceversa), mientras que tal efecto no se produce con las otras direcciones.

Nos parece más coherente desde un punto de vista teórico esta interpretación, aunque no podamos encajar la reducción de coste temporal asociada a las direcciones en vertical con cambio impredecible (principalmente asociadas a la distancia superior, la de 12 grados). Tal vez, ésta se deba a aspectos de transferencia interhemisférica que podría afectar al tiempo pero no a la corrección de ejecución. Las direcciones del cambio en vertical (de arriba hacia abajo y de abajo hacia arriba) implican el procesamiento de los dos estímulos en un mismo hemicampo visual, sin embargo, cuando los dos

estímulos se hallen en disposición horizontal cada uno en una esquina, los hemisferios visuales implicados serían diferentes, haciendo necesaria la transferencia interhemisférica de información con un posible incremento de tiempo, si bien no necesariamente de errores. Sin embargo, este incremento temporal para esas dos direcciones podría eliminarse como efecto de la predecibilidad del cambio, justamente lo que parece deducirse también de los datos sobre errores.

Además, a nivel de coste de ejecución, observamos cómo la dirección se relaciona con la distancia si bien a un nivel de significación más bajo ($p < 0,05$). Un mayor coste de ejecución de las direcciones en vertical del cambio se produce, fundamentalmente, para las distancias de 8 y 12 grados, para 4 grados de separación no existe diferencia entre las direcciones. Lo que podría sugerir que a mayor distancia, cuanto más necesario es un cambio atencional, se obtendrán más diferencias entre las direcciones verticales del cambio atencional y las horizontales en la corrección de la ejecución.

De todas maneras, el tema de la ejecución diferencial en zonas del espacio visual, supuestamente de origen atencional, como comprobamos es enormemente complejo, y en nuestro estudio, al haberse considerado de una manera secundaria, como un efecto medido, no disponemos de los datos suficientes para una mayor clarificación. Creemos que ha de estudiarse en sí mismo, con mayor detenimiento en investigaciones más parsimoniosas que la presente de cara a observar sus efectos como objetivo fundamental para poder comprobar los efectos que otras variables podrían tener sobre ella.

A modo de conclusión, tras el estudio realizado con la tarea de cambio atencional diseñada, y los resultados obtenidos en ella, diremos que por lo que respecta a la flexibilidad que muestra la atención a través de sus cambios en el espacio visual, en nuestro estudio, se ve afectada fundamentalmente por la distancia, con un efecto lineal, tanto a nivel de coste temporal como de ejecución, y por la predecibilidad o impredecibilidad del lugar al cual debe cambiarse la atención para una ejecución eficiente. Cuanto más predecible sea el cambio (atención guiada internamente) más flexible se muestra la atención, siendo capaz de reorientarse según las demandas exijan, con el menor coste posible e, igualmente, cuanto menor sea la distancia a la que ha de cambiarse la atención, el coste asociado será menor.

El efecto de la distancia, sin embargo, debería investigarse en mayor profundidad en relación con los aspectos de excentricidad, para poder indicar cuáles de los efectos son específicamente de distancia, cuáles de excentricidad o cómo se condicionan ambos factores.

En cuanto al efecto diferencial que determinadas direcciones pudieran tener con respecto a la movilidad de la atención a través del espacio visual de cara a la selección de información, nuestros resultados son confusos, si bien parece existir una mayor dificultad de ejecución cuando se exige un movimiento atencional de tipo vertical (arriba-abajo, abajo-arriba), especialmente para las distancias mayores. Además de que estas dos direcciones no se benefician de la predecibilidad del cambio a diferencia de las otras. Los interrogantes que se plantean a raíz de la realización de este trabajo son elementos suficientes como para iniciar nuevas investigaciones sobre el tema.

Notas

¹ La equivalencia de pixels Macintosh a una unidad estándar es la siguiente:

1 pixel = 1/72 de pulgada, es decir, 1 pixel = (1/72) * 2,54 cm.

² En aplicaciones previas, en la fase de construcción de la prueba, se estimó que el intervalo de 2 segundos y medio eran suficientes para que los sujetos dieran su respuesta.

³ Cinco sujetos de los que inicialmente pasaron la prueba fueron descartados porque en alguna de las condiciones su nivel de corrección no superaba el del azar, pero fueron sustituidos por otros cinco, para mantener los balanceos completos.

⁴ Hemos de indicar, como una mera confirmación de este hecho, que comparaciones apareadas de cada condición de cambio (en puntuaciones directas de TR) con su correspondiente línea de base (también en puntuaciones directas de TR) eran todas ellas significativas en el sentido por nosotros propuesto: el cambio produce un coste temporal asociado en todas las condiciones.

⁵ Al igual que en el caso de los tiempos de reacción, comparaciones realizadas de forma complementaria entre puntuaciones directas de proporción de aciertos de cada condición experimental de cambio y las de su correspondiente línea de base, eran todas significativas en el sentido predicho, excepto en algunas condiciones de cambio de la atención a 4 grados de distancia (cambio de derecha a izquierda y de izquierda a derecha de tipo predecible, o las que sólo presentaban tendencia a ser significativas: cambio de abajo hacia arriba en predecible y de arriba hacia abajo en impredecible, también para 4 grados).

EXTENDED SUMMARY

This article deals with the study of the conditions that affect the mobility of attention through visual space. We had to use a task that would allow us to make an estimation of the shift of attention. We chose a same-different matching task that forced the subject to pay attention to two stimuli and to match the information in order to emit an answer. We define the shift by means of the spatial separation between the stimuli. If there was no distance between them, both stimuli would be within the same attentional focus and their processing and comparison would not require any attentional shift; this would therefore be a base-line that would allow us to estimate the attentional switching cost.

After the design of the task we were able to plan how to approach the investigation of those aspects that previous research concerning the switching of attention had proved to be conflictive. First, we attempted to ascertain distance effects in a task involving discrimination, but not detection, with a separation between stimuli greater than 3 or 4° of visual angle, in accordance with the literature. This was one of the specific objectives in the present research. We wished to discover whether switching of attention depends on distance. The hypothesis was that the greater the distance involved in the switching of attention, the more time it would take to make the shift and/or more difficulties there would be in a correct execution. The effect could show a linear trend as postulated by Tsal (1983).

Additionally, since the effect of expectancy about the location of the stimulus has been investigated only in the traditional application of «priming» conditions with regards to stimulus perceptual processing and not with regards to attentional switching in itself, we attempted to find out what effect would be shown by the predictability of attentional shift in the easiness or difficulty of its execution. Concretely, our hypothesis was that attentional switching predictability, defined operatively as an attentional shift, always

presented clock-wise, would decrease switching cost. The time necessary to switch attention from one location to another in visual space would be less if the subject knew where to move his/her attention than if not, in principle, regardless of the distance. However, even though predictable, the switching of attention would imply a time cost with respect to situations of no change.

Finally, we tried to check whether attentional shifts through space might be affected by processing asymmetries. Since the switching of attention, necessarily, has to be articulated in directions through visual space, we had to use different directions, and since these had to be used, we decided to verify whether different effects might appear with regard to them, in particular because the literature on this field suggest this. In our study we wondered whether some specific directions of the switching of attention in visual space might involve a lesser switching cost than others. In particular, the hypothesis we considered was that that it would be easier to make shifts of attention upwards than downwards, and towards the right side as opposed to the left side, as proposed by Lambert, Beard and Thompson (1988).

In order to achieve these aims an experiment with a $3 \times 2 \times 4$ within-subject design was run. The independent variables were the distance (4° , 8° , 12°), the predictability (predictable, unpredictable) and the direction (left to right, right to left, top to bottom, bottom-up) of the switching of attention. The dependent variables were the time cost of the switching and performance accuracy cost. De subjects performing the experiment were 48 volunteers. Stimuli were presented on a Macintosh 512ED computer.

The results indicated that, in the present research, the flexibility shown by the subject's attention through their shifts in the visual space was affected by distance with a linear effect, both on time cost and accuracy cost, and was also affected by predictability of the location to which their attention has to be shifted to obtain an efficient performance. The more predictable the shift was, the more flexibility observed in attention, the subjects being able to reorient their attention through visual space according to the demands of the task with the lowest cost; likewise, the smaller the distance to which attention had to be shifted, the smaller the cost.

However, distance effect should be investigated more deeply with regard to eccentricity effects, to discover which effects come from distance and which from eccentricity, or how both factors condition each other.

With regard to the differential effect that specific directions could show on attentional mobility through visual space for the selection of information, the results obtained were obscure, although, a great performance difficulty appeared to exist when a vertical (top to bottom and bottom-up) attentional movement was necessary, especially for the longer distances. Additionally, this vertically-oriented sense obtained no advantage from the predictability of the shifting as opposed to the other conditions (horizontal attentional movement). In any case, more specific research on this topic would be necessary because the present data are not conclusive.

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.

- BOTELLA, J.; VILLAR, M. V. y PONSODA, V. (1988). Movimientos de la atención en el espacio sin movimientos oculares. *Cognitiva*, 1 (2), p. 171-185.
- BRAUNE, R. y WICKENS, C. (1986). Time-sharing revisited: Test of a componential model for the assessment of individual differences. *Ergonomics*, 29 (11), 1399-1414.
- CHEAL, M. L. y LYON, D. (1989). Attention effects on form on form discrimination at different eccentricities. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A (4) 719-746.
- DOWNING, G. (1988). Expectancy and visual spatial attention: effects on perceptual quality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14 (2), 188-202.
- DOWNING, C. y PINKER, S. (1985). The spatial structure of visual attention. En M. I., Posner y O. Marin (Eds.) *Attention and Performance XI*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Ass.
- DRIVER, J. y BAYLIS, C. G. (1989). Movement and visual attention: the spotlight metaphor breaks down. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15 (3), 448-456.
- EGETH, H. E. (1967). Selective attention. *Psychological Bulletin*, 67, 41-57.
- EGLY, R. y HOMA, D. (1984). Sensitization of visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10 (6): 778-793.
- ERICKSEN, C. W., GGOETTL, B., ST JAMES, J. y FOURNIER, L. (1989). Processing redundant signals: Coactivation, divided attention or what? *Perception and Psychophysics*, 45 (4), 356-370.
- ERIKSEN, C. W. y MURPHY, T. D. (1987). Movement of attentional focus across the visual field: A critical look at the evidence. *Perception and Psychophysics*, 42 (3), 299-305.
- ERICKSEN, C. W. y WEBB, J. M. (1989). Shifting of attentional focus within and about a visual display. *Perception and Psychophysics*, 45 (2), 175-183.
- 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.
- FRIEDMAN, A. y POLSON, M. C. (1981): Hemispheres as independent resource systems: Limited-capacity processing and cerebral specialization. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7, 1031-1058.
- GARCÍA OGUETA, M. I. (1989). *La flexibilidad atencional en la selección de información visual y en el control de la ejecución. Relaciones con la inteligencia*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Salamanca.
- GOPHER, D. y KAHNEMAN, D. (1971). Individual differences in attention and the prediction of flight criteria. *Perceptual and Motor Skills*, 33, 1335-1342.
- HARDYCK, C., DRONKERS, N., CHIARELLO, Ch. y SIMPSON, G. (1985). Orienting attention within visual fields: how efficient is interhemispheric transfer? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 11 (5), 650-666.
- HEISTER, G., EHRENSTEIN, W. y SCHROEDER-HEISTER, P. (1987). *Spatial S-R compatibility effects with unimanual two-finger choice reactions: Effects of irrelevant stimulus location*. *Perception and Psychophysics*, 42 (2), 195-201.
- HELLIGE, J. B., COX, P. J. y LITVAK, L. (1979). Information processing in the cerebral hemispheres: Selective hemispheric activation and capacity limitations. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 251-279.
- JOHNSTON, W. A. y DARK, V. J. (1986). Selective attention. *Annual Review of Psychology*, 37, 43-75.
- JONIDES, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye's movement. En J. Long y A. Baddeley (Eds.). *Attention and Performance IX*. Hillsdale, N. J.: Lawrence Erlbaum Ass.
- JONIDES, J. (1983). Further toward a model of the mind's eye's movement. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 21, 247-250.
- KAHNEMAN, D., BEN-ISHAÏ, R. y LOTAN, M. (1973). Relation of a test of attention to road accidents. *Journal of Applied Psychology*, 58, 113-115.
- KEELE, S. W. y HAWKINS, H. L. (1982). Explorations of individual differences relevant to high level skill. *Journal of motor behavior*, 14 (1), 3-23.
- KEELE, S. W., NEILL, W. T. y DE LEMOS, S. M. (1978). *Individual differences in attentional flexibility*. Arlington, Va.: Office of Naval Research, Personnel and Training Research Programs.
- KINCHLA, R. A. (1980). The measurement of attention. En R. S. Nickerson (Ed.). *Attention and Performance VIII*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- KINSBOURNE, M. (1970). The cerebral basis of lateral asymmetries in attention. *Acta Psychologica*, 33, 193-201.
- KIRK, R. E. (1982). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences* (2.ª ed.). California: Brooks/Cole Publishing Company.
- KISNER, K. (1980). Hemispheric-specific processes in letter matching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 5, 167-179.
- KLEIN, R. (1980). Does oculomotor readiness mediate cognitive control of visual attention? En R. S. Nickerson (Ed.) *Attention and Performance VIII*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- LABERGE, D. (1973). Identification of two components of the time to switch attention: A test

- of a serial and a parallel model of attention. En S. Kornblum (Ed.), *Attention and Performance IV*. Nueva York: Academic Press.
- LABERGE, D. (1983). Spatial extent of attention to letters and words. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9 (3), 371-379.
- LABERGE, D. y BROWN, V. (1986). Variations in size of the visual field in which targets are presented: An attentional range effect. *Perception and Psychophysics*, 40 (93), 188-200.
- LABERGE, D. y BROWN, V. (1989). Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, 96 (1) 101-124.
- LADAVAS, E. (1988). Asymmetries in processing horizontal and vertical dimensions. *Memory and Cognition*, 16 (4), 377-382.
- LAMBERT, A., BEARD, C. y THOMPSON, R. (1988). Selective attention, visual laterality, awareness, and perceiving the meaning of parafoveally presented words. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40A (4), 615-652.
- MORAY, N. (1984). Attention to dynamic visual displays in man-machine systems. En R. Parasuraman y D. Davies (Eds.), *Varieties of attention*. Nueva York: Academic Press.
- MORAY, N. (1986). Monitoring behavior and supervisory control. En K. Boff, L. Kauffman, y J. Thomas (Eds.), *Handbook of Perception and Performance*, Vol. 2. Nueva York.
- MURPHY, T. D. y ERICKSEN, C. W. (1987). Temporal changes in the distribution of attention in the visual field in response to precues. *Perception and Psychophysics*, 42 (6), 576-586.
- MÜLLER, H. y RABBIT, P. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15 (2), 315-330.
- NEUMANN, O., VAN DER HEIJDEN, A. H. C. y ALLPORT, D. A. (1986). Visual selective attention: introductory remarks. *Psychological Research*, 48, 185-188.
- NICOLETTI, R., UMITA, C., TRESSOLDI, E. P. y MARZI, C. A. (1988). Why are left-right spatial codes easier to form than above-below ones? *Perception and Psychophysics*, 43, 287-292.
- PARASURAMAN, R. y DAVIES, D. (1984). *Varieties of attention*. Nueva York: Academic Press.
- POSNER, M. I. (1980). Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32A, 3-25.
- POSNER, M. I. y COHEN, Y. (1984). Components of visual orienting. En H. Bouma y D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and performance X*. London: Lawrence Erlbaum Associates.
- POSNER, M. I., NISSEN, M. J. y OGDEN, W. C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. En H. L. Prick y I. J. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information* (p. 137-158). Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- 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.
- POSSAMAI, C. A. (1986). Composante spatiale de l'attention: Résultats et théories. *Revue Canadienne de Psychologie*, 40 (4), 388-413.
- RAYNER, K. (1984). Visual selection in reading, picture perception an visual search. En H. Bouma y D. G. Bouwhuis. *Attention and Performance X*. London: Lawrence Erlbaum Ass.
- REMINGTON, R. y PIERCE, L. (1984). Moving attention: Evidence for time-invariant shifts of visual selective attention. *Perception and Psychophysics*, 35 (4), 393-399.
- SCHWARTZ, S. y KIRSNER, K. (1982). Laterality effects in visual information processing: hemispheric specialization or the orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, 61-77.
- SERGENT, J. (1982). Theoretical and methodological consequences of variations in exposure duration in visual laterality studies. *Perception and Psychophysics*, 31, 451-461.
- SHAW, M. (1984). División of attention among spatial locations: A fundamental difference between detection of letters and detection of luminance increments. En H. Bouma, y D. G. Bouwhuis (Eds.), *Attention and Performance X*, Lawrence Erlbaum Associates, Londres.
- SHAW, M. y SHAW, P. (1977). Optimal allocation of cognitive resources to spatial locations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3 (2) 201-211.
- SHEPHERD, M., FINDLAY, J. M. y HOCKEY, R. J. (1986). The relationship between eye movements and spatial attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 38A, 475-491.
- SHEPHERD, M. y MÜLLER, H. (1989). Movement versus focusing of visual attention. *Perception and Psychophysics*, 46 (92), 146-154.
- SHIFFRIN, R. M. (1988). Attention. En R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey y R. D. Luce (Eds.), *Steven's handbook of experimental psychology*. Vol. 2, p. 739-811. Nueva York: John Wiley & sons.
- 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, 522-526.
- SHULMAN, G. L., SHEEHY, J. B. y WILSON, J. (1986). Gradients of spatial attention. *Acta Psychologica*, 61, 167-181.
- SHULMAN, G. L., WILSON, J. y SHEEHY, J. B. (1985). Spatial determinants of the distribution of attention. *Perception and psychophysics*, 37 (91), 59-65.
- SPELTING, G. y REEVES, A. (1980). Measuring the reaction time of a shift of visual attention.

-
- En R. S. Nickerson (Ed.). *Attention and Performance VIII* (p. 347-360). Hillsdale, Nueva York: Lawrence Erlbaum Associates.
- TSAL, Y. (1983). Movements of attention across the visual field. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 9 (4), 523-530.
- UMILTA, C. y LIOTTI, M. (1987). Egocentric and relative spatial codes in S-R compatibility. *Psychological Research*, 49, 81-90.
- WICKENS, C. D. (1989). Attention and skilled performance. En D. Holding (Ed.) *Human Skills*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.
- YANTIS, S. (1988). On analog movements of visual attention. *Perception and Psychophysics*, 43, 203-206.