

Resolviendo el puzzle de la atención visual: ¿Hacia la desintegración del «homúnculo»?

Jaume Rosselló Mir y Enric Munar Roca
Universitat de les Illes Balears

El estudio de la atención visual, que ha revelado la naturaleza diversa de los mecanismos selectivos, ha dado lugar a distintos modelos teóricos, algunos de los cuales la entienden como un sistema de control supramodal, topando con el llamado «problema del homúnculo». Las teorías de *selección para la acción* constituyen una alternativa sin ese inconveniente, que concibe la atención como un fenómeno emergente de los sesgos selectivos del propio sistema visual para la programación y ejecución de la acción. Entre las múltiples cuestiones por resolver respecto a la atención visual, revisamos algunas que parecen ir esclareciéndose: la controversia sobre el lugar de selección, la naturaleza excitatoria/inhibitoria de la atención y la cuestión de las unidades de representación seleccionadas. Resulta prometedora la investigación de la atención en su dimensión temporal. En conjunto, los resultados experimentales sugieren una fragmentación del «homúnculo» o, quizás, un primer paso hacia su final desintegración.

Solving the puzzle of visual attention: towards the «homunculus» disintegration? Research on visual attention, that has revealed the diverse nature of selection mechanisms, has given rise to different theoretical approaches, some of which understand attention as a supramodal control system, encountering the so-called «homunculus problem». *Selection-for-action* theories imply an alternative view without such trouble, conceiving attention like an emergent phenomenon from selective bias of the own visual system for the programming and execution of action. From among the numerous issues to be solved with regard to visual attention, we review a few that seem to be clarifying: the *locus* of selection controversy, the excitatory/inhibitory nature of attention, and the discussion about the representation units that are selected. Research on attention in temporal dimension seems promising. Altogether, the experimental results suggest a fragmentation of the homunculus or, perhaps, the first passage towards its final disintegration.

Como ya sugiriera James (1890), todos nos entendemos cuando, coloquialmente, nos referimos a la atención. Pero esa certidumbre fenomenológica parece volverse contra nosotros en cuanto intentamos ofrecer una definición explicativa. Hoy en día, nadie sabe todavía qué es la atención, o, al menos, nadie resulta lo suficientemente convincente a la hora de explicarlo. En concreto, cuando hablamos de atención visual nos referimos a una amplia variedad de fenómenos a los cuales, arbitrariamente, hemos decidido otorgar ese nombre. El estudio experimental de esta diversidad de manifestaciones ha propiciado la proliferación de micromodelos que sólo hacen referencia a algún aspecto específico de la función atencional visual. En realidad, en el fondo de esta fragmentación y restricción explicativas, se halla una controversia, planteada originalmente por James (1890), sobre si la atención es un mecanismo causal (un agente) o si, en cambio, se trata de un resultado, de un efecto, tal vez de un fenómeno que se origina en una pluralidad indeterminada de procesos selectivos.

La naturaleza diversa de la atención

La atención no es ni una ni simple. El propio James ya era consciente de la polisemia del término cuando, en un apartado del capítulo XI de su *Principles of Psychology*, se refería a las «variedades de la atención» (James, 1890). Los avances metodológicos han revelado una naturaleza múltiple y altamente compleja de sus mecanismos, lo que ha propiciado una confusión conceptual, alimentada por las aproximaciones que parten de diferentes niveles explicativos (cognitivo, neuropsicológico, psicofisiológico, formal, etc.) y por el hecho de que gran parte de los investigadores llevan a cabo una labor muy específica centrada en aspectos muy concretos de la fenomenología atencional, obviando, en general, cuestiones sustantivas.

Esta naturaleza plural ha contribuido a que se hayan formulado múltiples descripciones más o menos metafóricas de los mecanismos atencionales: sin pretensión de exhaustividad, se han concebido como un filtro, como una suerte de energía en forma de recursos cognitivos, como un proceso que posibilita la percepción conjunta de los rasgos visuales, como un mecanismo de orientación en el espacio, como un proceso de selección del objeto, como un sistema de control supervisor, como un fenómeno que se origina en la activación de los circuitos sensoriomotores, como una propiedad emergente de lentas interacciones competitivas en el se-

no del sistema visual, etc. Ante tal diversidad de perspectivas, a veces resulta inevitable pensar en aquella historia de los cuatro ciegos intentando describir un elefante...

Panorama sucinto del estudio contemporáneo de la atención visual

A partir de finales de los 70, el estudio de la atención empieza a centrarse en la modalidad visual. Pronto surgirán aportaciones relevantes del conexionismo, se empezarán a aplicar las técnicas de neuroimagen y, desde la psicología experimental, se estudiarán fenómenos atencionales muy diversos. Algunos de los tópicos fundamentales que empezaron a ser investigados entonces constituyen líneas de investigación consolidadas en la actualidad. Un número significativo de ellas parte de la concepción de la atención como un sistema de control ejecutivo. Esta perspectiva se encuentra implícita ya en los primeros modelos de automatización, que distinguen entre procesos automáticos y controlados, y que consideran la necesidad de la atención como un criterio fundamental para distinguir entre ambos. Pese a que los criterios de automatización han sido objeto de larga controversia, a que la dicotomía automatización/control se concibe hoy más bien como un *continuum* y a que se admite que los procesos generalmente considerados automáticos también están sujetos a alguna forma de control, la atención se ha seguido estimando como un mecanismo fundamental de supervisión de alto nivel que interviene en la dirección intencional y consciente de nuestras acciones a partir de un sistema de procesamiento de capacidad limitada. De este modo, aunque hoy parece claro que automático y atencional no son términos antagónicos, empiezan a proliferar en esa época las perspectivas que conciben la atención como el mecanismo ejecutivo alternativo a los automatismos. Especial mención merece la propuesta de Norman y Shallice (1986), que postula la existencia del llamado Sistema Atencional Supervisor (SAS), el cual, junto al Ejecutivo Central (EC) propuesto por los modelos de la memoria de trabajo, puede considerarse el común antecesor de todas las perspectivas teóricas que Rosselló, Munar y Garrido (2001) han llamado *monárquicas* –la atención visual es un mecanismo de control supramodal, unitario y de capacidad limitada– y *oligárquicas*– se trata, más bien, de una serie limitada de mecanismos de dichas características que actúan coordinados. En el marco teórico de tales aproximaciones resurge con fuerza el fantasma homuncular cartesiano: la cuestión de cómo seleccionamos la información disponible no se resuelve, sino que se traslada a cómo la selecciona nuestro SAS, nuestro EC u otros putativos mecanismos de control atencional, que, de este modo, son concebidos como una especie de ente rector autónomo que posee precisamente las propiedades funcionales que se intentan explicar, y que, ajeno a los sistemas sensoriomotores, actúa sobre ellos como si poseyera intención y discernimiento. Las aproximaciones *oligárquicas*, que, dejando atrás la precaria noción de un único centro de control selectivo, reconocen la naturaleza plural y diversa de la atención, la explican proponiendo un sistema atencional supramodal compuesto por distintos componentes (o módulos) que funcionan jerárquicamente articulados. Asistimos, así, a una multiplicación de los dispositivos homunculoides a partir de la diversificación de los presuntos mecanismos de control, lo que corre el riesgo de constituir, más que un paso hacia la disolución del homúnculo –como sugieren Morsell y Driver (2000)–, un tumor teórico en la modelización atencional, una auténtica plaga de enanos cartesianos, los nuevos duendecillos del entendimiento y la acción.

Críticas a la concepción de la capacidad limitada: la selección para la acción

Tanto los datos neurofisiológicos como los procedentes de la psicología experimental, que confirman la posibilidad de un alto grado de procesamiento en paralelo, sugieren que la capacidad de nuestros sistemas perceptivos para procesar información, al menos en la modalidad visual, es formidable: según muchos autores, virtualmente ilimitada (Allport, 1987; Neumann, van der Heijden y Allport, 1986). Esta evidencia cuestiona la necesidad teórica de los mecanismos atencionales, al menos desde la perspectiva que defiende, desde finales de los 50, que el principal objetivo de la atención es evitar la sobresaturación y el colapso de un sistema visual de capacidad limitada. En contra de este enfoque tradicional, se podrían aducir múltiples evidencias experimentales que trascienden el objeto de este trabajo. Baste con considerar que, *a pesar de* la atención, nuestro sistema visual consigue procesar información no seleccionada (Álvarez, Blanco y Leiros, 2002), y poner en marcha, independientemente del control atencional, distintos procesos, como, por ejemplo, la representación episódica de un objeto (proceso de revisión) (Moreno-Ríos y Tudela, 2001). Este procesamiento visual, que se da *pese* a la atención, se extiende a menudo hasta niveles semánticos, dando lugar a fenómenos de interferencia que afectan a la percepción y a la acción (Ballesteros, Reales y Manga, 2000; Rueda, Tudela y Lupiáñez, 2000).

Esté sujeto o no nuestro sistema visual a limitaciones de capacidad, resulta innegable que, a la hora de actuar, sí nos vemos seriamente restringidos: en algunas circunstancias, apenas podemos realizar dos cosas a la vez. Si es verdad que nuestro cerebro puede procesar de forma concurrente tanta información, tal vez la dificultad primordial sea precisamente determinar qué información ha de controlar qué efectores, dirigidos hacia qué lugar u objetos, en qué momento y en qué orden, de manera que nuestro comportamiento resulte adecuado a cada situación. Según esta concepción, la necesidad de la atención se fundamentaría en lo que Allport (1987) ha llamado *selección para la acción*: su función radicaría en evitar el caos conductual a partir de la selección de la información apropiada para dirigir la ejecución. Cuando un objeto determinado guía nuestros actos, el resto de objetos potencialmente relevantes se encuentran inhibidos, aunque, en el curso de la acción, aquellos objetos que se hallan en la trayectoria del movimiento, pueden volver a capturar la atención y ejercer un efecto distractor contrastable (Tipper, Howard y Jackson, 1997). En cualquier caso, parece claro que los estímulos evocan automáticamente determinadas acciones (Riddoch, Humphreys y Edwards, 2000). De entre todas ellas, seleccionamos una, no necesariamente la más fuertemente evocada a nivel estimular. Desde este punto de vista, tanto los objetos relevantes para la acción como los que no lo son, se procesan en paralelo hasta el nivel de planificación de la acción. Sólo entonces se resuelve, con relativa lentitud, la competencia entre las diversas representaciones mediante la atención, que, según estos autores, actúa a partir de toda una serie de dispositivos inhibitorios que nos permiten llevar a cabo con éxito nuestro objetivo comportamental. Dado que la dirección de un movimiento viene codificada no a nivel de neuronas individuales –la actividad de una misma neurona puede hallarse implicada en dos acciones distintas–, sino a nivel de poblaciones neuronales, la inhibición se llevaría a cabo sobre dichas poblaciones, aunque los patrones inhibidos tendrían ciertos efectos detectables sobre la acción ejecutada (Tipper, Howard, y Houghton, 2000). Este punto de vista nos con-

duce a la paradójica conclusión de que nuestra capacidad de acción se ve limitada precisamente debido a la selección atencional, aunque cabe precisar que dicha limitación suele ser sumamente adaptativa: así lo demuestran los casos de disfunción frontal que afectan a los mecanismos inhibitorios aludidos (véase Riddoch, Humphreys y Edwards, 2000). Desde este enfoque, la atención visual no sería sino el conjunto de mecanismos inhibitorios que posibilitan la selección de la acción adecuada. Otras aproximaciones matizan que la selección de la acción viene precedida por una selección del objeto sobre el cual se va a actuar entre los múltiples que evocan una respuesta potencial (Riddoch, Humphreys y Edwards, 2000). Esta última formulación es congruente con el modelo de van der Heijden (1996), que propone dos mecanismos de selección complementarios: la *selección para la acción* (que sería, propiamente, la atención) y la *selección de la acción*. Contamos hoy con trabajos que informan de distintos correlatos neurofisiológicos para cada uno de esos mecanismos selectivos (Thompson, Bichot y Schall, 2001).

A la luz de lo que ahora sabemos, resulta fácil pensar que la percepción visual ha evolucionado como una forma de control de la acción. Desde este punto de vista, cuando se planifica una acción, los mecanismos atencionales serían los responsables de seleccionar las representaciones relevantes para actuar de forma adaptativa. Así pues, la acción se halla tan ligada a la función de la atención que, como afirma van der Heijden (1996), la tradicional metáfora del foco atencional puede considerarse caduca: la función de los mecanismos atencionales se ilustra mejor a partir de actos como coger o caminar. Parece que el ojo de la mente no mira para ver: mira para actuar.

La atención visual como preparación de la acción

Hay quien va más allá en su noción de las relaciones entre los mecanismos atencionales y la acción, afirmando que la atención visoespacial encubierta es un fenómeno emergente de la activación de un programa motor que no se llega a ejecutar. Esta perspectiva es típica de la llamada *teoría premotora* (Rizzolatti *et al.* 1987), un modelo *anáruico* –no hay ningún centro supramodal responsable del control atencional– que coincide en gran medida con las teorías de *selección para la acción*. En su origen, esta propuesta se puede considerar un modelo de *selección espacial para la acción*, según el cual existen toda una serie de circuitos frontoparietales (*mapas pragmáticos*) que codifican el espacio con finalidad ejecutiva. Cada uno de estos mapas pragmáticos cuenta con su propia «atención»: de hecho, sería difícilmente concebible la actuación de un mecanismo atencional conjunto, que toparía con la dificultad de actuar sobre formas distintas de codificar el espacio según fuera el circuito neural implicado. Así, la atención espacial no sería más que el epifenómeno resultante de la activación de los mapas pragmáticos que programan nuestra acción en el espacio, muy especialmente, de los involucrados en la preparación de los movimientos oculares: se trataría, por tanto, de una propiedad emergente de los sistemas responsables de las transformaciones sensoriomotoras, sin necesidad de ningún agente de naturaleza supramodal. Lo que llamamos control atencional podría conseguirse simplemente manteniendo constantes los parámetros del programa oculomotor apropiado.

Resultados recientes sugieren que este modelo puede extenderse a la selección visual para la acción basada en el objeto. Por un lado, se encuentra la evidencia de un efecto de *priming visomotor*

(Craighero *et al.*, 1998), según el cual las características de un objeto que pretendemos alcanzar distintas a su localización espacial, pueden facilitar la puesta en marcha de programas motores adecuados para cogerlo. Por otra parte, parece que la preparación de un movimiento para coger un objeto determinado reduce el tiempo necesario para detectar y para discriminar otro objeto visual de propiedades similares, lo que descarta que los resultados obtenidos sean simplemente producto de un *priming* visomotor y sugiere, en cambio, que se trata de un *efecto atencional motor-visual* (MVAE) (Craighero *et al.*, 1999). De este modo, la teoría premotora ha pasado de referirse exclusivamente a la atención visoespacial a explicar también la atención basada en el objeto, con lo que deviene una propuesta genérica conforme a los modelos de selección para la acción y congruente con las aproximaciones *anáruicas*: desde este punto de vista, la atención no sólo emerge de la activación de los mapas pragmáticos que llevan a cabo un preprogramación de la acción a partir de la localización espacial del estímulo, sino que también puede originarse en la programación motora para coger un determinado objeto en virtud de sus dimensiones, de su forma o de cualquier otro atributo, o conjunto de atributos, no espacial. Evidencias recientes son congruentes con la hipótesis de que una intención de actuar específica optimiza el procesamiento de las características del objeto relevantes para la acción, sean o no de naturaleza espacial (Bekkering y Neggers, 2002). No obstante, cabe apuntar que, según Grosjean (2002), la facilitación propia del MVAE tiene lugar a nivel postperceptivo, mientras que los efectos de la acción en el procesamiento perceptivo son más bien opuestos, dando lugar a un fenómeno de interferencia que se ha llamado «ceguera efecto de la acción» (*action-effect blindness*). Sea como fuere, desde la perspectiva de la teoría premotora y posturas afines, parece que el homúnculo atencional se desvanece, dado que la atención se concibe como una propiedad emergente, intrínseca a cada uno de los sistemas neurales que transforman la percepción en acción. Algunas aportaciones de la neurociencia cognitiva sugieren que, mientras la atención espacial involucra a las mismas áreas cerebrales que intervienen en el control oculomotor –precisamente las zonas que, desde posturas *monárquicas* y *oligárquicas*, se invocan como sede del «controlador» atencional–, cuando la atención es de naturaleza no espacial, las áreas cerebrales activadas son otras, muy similares a las que se activan en el control del movimiento de las extremidades (Nobre, 2001a). A tenor de estas evidencias, parece que cabe estar en disposición de prescindir del homúnculo atencional. De hecho, desde la ciencia cognitiva, se han diseñado arquitecturas artificiales de procesamiento de información que parecen comportarse como sistemas dirigidos de forma intencional o controlada a pesar de que lo único programado son operaciones elementales de computación. La existencia de un elemento rector «inteligente» es sólo una ilusión que emerge de la actividad integrada de un *ejército de idiotas*.

Competencia para el control de la acción

La llamada *hipótesis de la competencia integrada* (o *sesgada*) (Duncan, 1996) comparte algunos puntos básicos con la teoría premotora y, en general, con las teorías de *selección para la acción*. Parte del supuesto de que la representación de un objeto en el sistema visual a partir de cualquiera de sus atributos va en detrimento de la representación de objetos alternativos. Cuando un objeto es representado en un sistema determinado (p.e., en el del color), esta prioridad se transmite a los demás, de manera que los diferentes sis-

temas tienden a converger en el procesamiento del mismo objeto para el control de la acción. Desde esta perspectiva *anárrquica*, la atención sería el estado subjetivo que emerge de ese sesgo integrado. Relacionando esta propuesta con la teoría premotora, Chelazzi *et al.* (1993) apuntan que el postulado según el cual la atención deriva de la activación de los mismos circuitos que intervienen en las transformaciones sensoriales no sólo puede aplicarse a la codificación sensoriomotora de la vía dorsal, sino que puede hacerse extensivo a la activación de la representación de un objeto en la vía ventral, que permite su detección y el ulterior control de los efectos a partir de la generación de una *plantilla* atencional. Se ha confirmado la existencia de una inhibición mutua en la representación neural de los objetos en las distintas regiones de la corteza visual (Kastner y Ungerleider, 2001). En conjunto, parece bastante sólida la evidencia según la cual la preparación para actuar y la ejecución en sí influyen determinantemente sobre la selección atencional.

Cuestiones que se aclaran y retos para el futuro

En los últimos años, tanto la psicología experimental como la neurociencia cognitiva han contribuido a un notable progreso en la aproximación analítica a las distintas variedades atencionales y a los múltiples fenómenos a que dan lugar. Como resultado de ello, quizás por primera vez en la historia de la psicología de la atención siente una cierta seguridad al afirmar que, conceptualmente hablando, se ha logrado ir más allá de James, abandonando, además, estériles debates sobre aspectos mal definidos. Sin embargo, nos queda aún una dilatada serie de cuestiones por resolver, aunque algunas, poco a poco, parecen ir esclareciéndose.

¿En qué lugar de la secuencia de procesamiento actúa la selección atencional visual?

Tradicionalmente, el debate en torno a este tema ha dado lugar a dos opciones teóricas contrapuestas: los modelos de selección temprana –la atención actúa sobre las propiedades físicas de los estímulos– y los de selección tardía –la selección se lleva a cabo a nivel de respuesta y a partir de información categorial. Sin embargo, parece que nuestros mecanismos atencionales pueden hacer ambas cosas, dependiendo, entre otros factores, de la carga perceptiva (Lavie, 1995) o de diversas exigencias de la tarea (Fournier y Shorter, 2001). Por una parte, la atención selectiva puede resultar percepción selectiva (selección temprana) cuando la carga perceptiva es alta; cuando no lo es, puede ser sólo conducta selectiva (selección tardía). Por otro lado, cabe pensar que la selección de la información se lleva a cabo lo antes posible, según el balance coste/beneficios. De hecho, es posible una modulación atencional temprana a nivel de V1, incluso antes (!) de que empiece el procesamiento cortical del estímulo en cuestión (Driver y Franckowiak, 2001), aunque el sesgo atencional tiende a aumentar a medida que se avanza en la elaboración de la información. Los resultados obtenidos han hecho perder fuerza a la polémica selección temprana/selección tardía, dado que, según parece, hay diversos mecanismos que actúan en diferentes fases del procesamiento (Luck *et al.*, 1997). De este modo, se puede dar una modulación de la actividad de las neuronas sensoriales, una facilitación y/o inhibición selectiva de las respuestas neurales a nivel parietal y temporal (en las vías dorsal y ventral), una regulación de la entrada de información en los sistemas de la memoria de trabajo o, como sugieren algunas perspectivas *de selección para la acción*, un sesgo a nivel frontoparietal a

favor de la información necesaria para la acción. Hay quien piensa que el sesgo atencional en los primeros estadios del procesamiento visual tiene su origen en las zonas fronto-temporo-parietales (Kastner y Ungerleider, 2001) –siendo éstas, por tanto, candidatas a albergar el policéfalo homúnculo atencional–, aunque, quizás mucho más parsimonioso que concebir un sistema de control atencional tan difuso y heterogéneo sea pensar que la atención es una propiedad intrínseca al sistema visual o, más bien, a cada circuito sensoriomotor (Nobre 2001b). En cualquier caso, parece que la controversia sobre el lugar de selección se basaba en un falso debate que partía del supuesto de que se seleccionaba la información relacionada con el nivel más profundo extraído en paralelo. Duncan (1980) desahizo el malentendido al defender que, aunque siempre se procesa en paralelo hasta el nivel semántico, se puede seleccionar la información basándose en niveles de elaboración anteriores. Este postulado, con el que coincide, por ejemplo, la *hipótesis del filtraje post-categorial* de van der Heijden (1984), pone de manifiesto que el lugar de selección no coincide necesariamente el nivel más profundo de procesamiento preatentivo.

¿A partir de qué tipos de mecanismos actúa la atención visual?

¿Se trata de la activación de ciertas representaciones, de la inhibición de otras o de una combinación de mecanismos facilitadores e inhibitorios? Cada vez son más rotundos los datos que demuestran que la atención, además de realzar la información relevante, actúa inhibiendo la potencialmente distractora. Entre las evidencias experimentales congruentes con la existencia de mecanismos inhibitorios destacan los efectos de *priming* negativo y la *inhibición de retorno*. Revisiones recientes confirman la robustez de estos fenómenos (Tipper, 2001), que parecen hallarse relacionados (Milliken *et al.*, 2000). Por otro lado, algunos trabajos en torno al foco atencional describen una zona perifocal afectada por procesos inhibitorios, donde la resolución atencional es peor que en zonas más alejadas del centro de la atención (Slotnick *et al.* 2002). También en el dominio del tiempo se manifiestan efectos inhibitorios tales como los que dan cuenta de fenómenos como el *parpadeo atencional*, el *período refractario psicológico* o la *ceguera de repetición*. Las evidencias experimentales sugieren que pueden sucederse en apenas décimas de segundo efectos facilitatorios y efectos inhibitorios (Cheal y Chastain, 2001). En definitiva, la atención actúa facilitando el procesamiento de la información relevante e inhibiendo el de la distractora, al menos cuando la carga de presentación es considerable (Koshino, 2001).

¿Cuáles son las unidades de información, el medio, sobre el que actúa la atención?

A pesar de la afirmación de las primeras versiones de la teoría de la integración de las características (Treisman y Gelade, 1980), según la cual el único atributo que puede captar la atención por él mismo es la posición espacial, resulta difícilmente cuestionable la posibilidad de seleccionar un estímulo a partir de otros rasgos o incluso basándose en su configuración como objeto. Según numerosos indicios, dicha configuración sería generada preatencionalmente, en una etapa temprana del procesamiento visual (Kanwisher y Driver, 1992). Las evidencias experimentales de la *atención basada en el objeto* son múltiples: la atención puede dirigirse a una de dos figuras que se solapan en el espacio y también es posible seleccionar estímulos que se mueven aleatoria y rápidamente junto a una serie de

distractores. Por otro lado, fenómenos, entre otros, como la *facilitación atencional intraobjeto* y la *inhibición de retorno basada en el objeto*, amén de las múltiples evidencias neuropsicológicas (véase Scholl, 2001), no hacen sino confirmar la posibilidad de una selección visual *objetiva*. Además, al menos parte de los procesos selectivos inhibitorios se comportan como fenómenos no espaciales (Olivers y Humphreys, 2002). La cuestión radica en si la selección del objeto lo es en última instancia, o se basa, en cambio, en un marco de referencia espacial. Según esta última opción, serían las disposiciones espaciales agrupadas (los «grupos de localizaciones»), y no representaciones espacialmente invariantes, las que podrían ser seleccionadas por nuestros mecanismos atencionales: la selección del objeto sólo sería posible en regiones espaciales previamente atendidas. Cercano a esta perspectiva, van der Heijden (1996) defiende que, aunque se da un procesamiento categorial previo a la actuación de los mecanismos selectivos, la atención se basa en la localización espacial y otros parámetros físicos, más eficaces como claves de selección. De este modo, la ubicación espacial tendría un *status* privilegiado en la selección atencional.

Sin embargo, múltiples resultados sugieren que es posible una genuina atención visual al objeto (Scholl, 2001), es decir que la selección atencional puede guiarse a partir de las representaciones *objetivas* de alto nivel, quizás induciendo una retroalimentación que realce el procesamiento de los rasgos consistentes con el *target* en las primeras etapas del procesamiento visual. Una explicación alternativa atribuye a la selección basada en el objeto un lugar más tardío en la secuencia de procesamiento. Concretamente, Shomstein y Yantis (2002) proponen que la atención al objeto se fundamenta en una prioridad estratégica según la cual las posiciones intrínsecas a un objeto atendido son examinadas antes que las inscritas en un objeto alternativo. Según estos autores, la selección espacial tendría un carácter más temprano que la selección del objeto: los resultados obtenidos apoyan este argumento en la medida en que demuestran que cuando la atención se halla altamente focalizada se dificulta la posibilidad de una selección basada en el objeto. Lamy y Egeth (2002) discrepan de esta interpretación tardía, apuntando que la selección del objeto ocurre en etapas tempranas, fundamentalmente en aras a evitar el coste de un cambio atencional en el espacio. Así, la facilitación perceptiva de un objeto del cual se ha seleccionado en principio una parte, tendría sentido si para atender a otras partes del objeto potencialmente relevantes fuera necesario llevar a cabo un «costoso» cambio atencional. En definitiva, aunque no están claras aún las condiciones que determinan la atención basada en el objeto, parece que la selección espacial no constituye un imperativo del sistema, lo que cuestiona seriamente la validez de los modelos basados en la metáfora del foco atencional. No obstante, sigue la polémica entre aquellos que otorgan al espacio un rol especial en la selección visual de la representación de un objeto y los que defienden, en cambio, que tiene una condición similar a la de los demás atributos (Gold y Pratt, 2001). Al parecer, uno de los factores cruciales a la hora de obtener evidencias empíricas a favor de una u otra opción es el paradigma experimental utilizado (Scholl, 2001). Para contribuir a resolver la controversia, podría resultar crucial la replicación de los resultados que van a favor de una genuina atención basada en el objeto trabajando con grupos gestálticos. Sin embargo, todo sugiere que, independientemente de la naturaleza última de la selección del objeto, la diversidad de los mecanismos atencionales permite, según diversas condiciones aún por determinar, una selección basada en el espacio, en los atributos, en la representación global de un objeto o, incluso, en

la representación de alguna de sus partes. Esta gama de posibilidades es coherente con una óptica funcionalista: si, como parece, los sistemas de percepción y acción han evolucionado juntos, y la función de los mecanismos atencionales se relaciona con la necesidad de coordinación entre ambos para llevar a cabo la acción oportuna, resulta lógico pensar que los mecanismos selectivos no sólo puedan actuar sobre representaciones espaciales, sino también sobre las de los atributos o sobre la representación de los objetos que, a menudo, guían la ejecución. Recurrir a una u otra forma de selección puede ser una cuestión relacionada con los costes y beneficios: parece que la atención al objeto resulta provechosa en el caso de que la información global *objetiva* sea relevante para la acción, mientras que, si no es así, es menos costosa la selección de la ubicación espacial (Mapelli, Cherubini y Umiltà, 2002). Según sea la explicación ofrecida de los mecanismos subyacentes a esta visión poliédrica de la selección visual, los futuros modelos atencionales pueden generar una *oligarquía* polihomuncular, o pueden implicar, en cambio, un primer paso hacia la erradicación de cualquier agente homunculoide en las teorías de la atención visual.

A modo de conclusión

Muchas son las cuestiones que atañen a la investigación contemporánea sobre los mecanismos de selección en la visión que no hemos podido abordar por razones de espacio. Las planteadas son sólo una pequeña muestra del debate científico en torno al puzzle inconcluso de la atención visual. Está claro que se abren nuevos horizontes, tanto desde la psicología experimental como desde la neurociencia cognitiva. Destacan las líneas de investigación que estudian la atención visual en el tiempo, lo que podríamos llamar atención *visotemporal*. En la última década, se ha puesto énfasis en la investigación de los fenómenos atencionales en la dimensión temporal: amén de los ya mencionados, Botella y colaboradores han abordado el estudio sistemático de la formación de conjunciones ilusorias en el dominio del tiempo (Arend, Botella y Barrada, 2003; Botella, Barriopedro y Suero, 2001). Asimismo, se investigan la integración perceptiva en el tiempo debida a la atención, la evolución diacrónica del sesgo atencional o la naturaleza de la orientación atencional en el tiempo. De estos estudios se derivan implicaciones directamente relacionadas con el debate sobre el *medio* de la atención: también los *eventos* constituyen unidades potenciales de la selección visual. Por otro lado, los resultados recientes en torno a los mecanismos de la *atención temporal* parecen ser congruentes con las ópticas *anárquicas* de la atención, dado que los circuitos neurales implicados son esencialmente distintos a los que hasta ahora habían sido candidatos a albergar la regencia atencional: los datos obtenidos apuntan a que la cuestión fundamental de entender qué es la atención quizás pueda reducirse a la comprensión de la flexibilidad computacional de los propios sistemas sensoriomotores (Nobre, 2001b). De confirmarse estos resultados, podríamos estar asistiendo al preámbulo de una suerte de exorcismo necesario, al germen desintegrador de la polifacética y tenaz prole homuncular.

Agradecimientos

Queremos agradecer a un revisor anónimo sus valiosas e inteligentes sugerencias.

Este trabajo se ha llevado a cabo en el marco de los proyectos BSO2000-1116-C04-01 y BSO2000-1116-C04-02, financiados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Referencias

- Allport, D.A. (1987). Selection for action: Some behavioural and neurophysiological considerations of attention and action. En H. Heuer y A.F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp. 395-420). Hillsdale, NJ: LEA.
- Álvarez, A., Blanco, M. y Leiros, L. (2002). Influencia de la simetría y la curvilinealidad en el procesamiento de estímulos cerrados. *Psicothema*, *14*, 597-604.
- Arend, I., Botella, J. y Barrada, J.R. (2003). Carga emocional y formación de conjunciones ilusorias en el dominio del tiempo. *Psicothema*, *15*, 446-455.
- Ballesteros, S., Reales, J.M. y Manga, D. (2000). Effects of type of design (blocked vs. randomized) on Stroop and emotional Stroop task. *Psicothema*, *12*, 60-63.
- Bekkering, H. y Neggers, S.F.W. (2002). Visual search is modulated by action intentions. *Psychological Science*, *13*, 370-374.
- Botella, J., Barriopedro, M.I. y Suero, M. (2001). A model for the formation of illusory conjunctions in time domain. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *27*, 1.452-1.467.
- Cheal, M. y Chastain, G. (2002). Timing of facilitatory and inhibitory effects of visual attention. *Visual Cognition*, *9*, 969-1.002.
- Chelazzi, L., Miller, E.K., Duncan, J. y Desimone, R. (1993). A neural basis for visual search in inferior temporal cortex. *Nature*, *363*, 345-347.
- Craighero, L., Fadiga, L., Rizzolatti, G. y Umiltà, C. (1998). Visuomotor Priming. En W.X. Schneider y S. Maasen (Eds.), *Mechanisms of Visual Attention: A Cognitive Neuroscience Perspective* (pp. 109-126). Hove: Psychology Press.
- Craighero, L., Fadiga, L., Rizzolatti, G. y Umiltà, C. (1999). Action for perception: A motor-visual attentional effect. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *25*, 1.673-1.692.
- Driver, J. y Frackowiak, R.S.J. (2001). Neurobiological measures of human selective attention. *Neuropsychologia*, *39*, 1.257-1.262.
- Duncan, J. (1980). The locus of interference in the perception of simultaneous stimuli. *Psychological Review*, *87*, 272-300.
- Duncan, J. (1996). Coordinated brain systems in selective perception and action. En T. Iauy y J.L. McClelland (Eds.), *Attention and performance XVI. Information Integration in Perception and Communication* (pp. 549-578). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Fournier, L.R. y Shorter, S. (2001). Is evidence for late selection due to automatic or attentional processing of stimulus identities? *Perception and Psychophysics*, *63*, 991-1.003.
- Gold, J.M. y Pratt, J. (2001). Is position «special» in visual attention? *Canadian Journal of Experimental Psychology*, *55*, 261-270.
- Grosjean, M.C. (2002). On the influence of action preparation on perceptual processing. *Dissertation Abstracts International: Section B*, *62*, 5987.
- James, W. (1890/1950). *The Principles of Psychology. Vol. 1*. New York: Dover.
- Kanwisher, N. y Driver, J. (1992). Objects, attributes, and visual attention: which, what, and where. *Current Directions in Psychological Science*, *1*, 26-31.
- Kastner, S. y Ungerleider, L.G. (2001). The neural bases of biased competition in human visual cortex. *Neuropsychologia*, *39*, 1.263-1.276.
- Koshino, H. (2001). Activation and inhibition of stimulus features in conjunction search. *Psychonomic Bulletin and Review*, *8*, 294-300.
- Lamy, D. y Egeth, H. (2002). Object-based selection: The role of attentional shifts. *Perception and Psychophysics*, *64*, 52-66.
- Lavie, N. (1995). Perceptual load as a necessary condition for selective attention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *21*, 451-468.
- Luck, S.J., Chelazzi, L., Hillyard, S.A. y Desimone, R. (1997). Neural mechanisms of spatial selective attention in areas V1, V2, and V4. *Journal of Neurophysiology*, *77*, 24-42.
- Mapelli, D., Cherubini, P. y Umiltà, C. (2002). Attending to objects: Costs or benefits? *Acta Psychologica*, *109*, 57-74.
- Milliken, B., Tipper, S.P., Houghton, G. y Lupiáñez, J. (2000). Attending, ignoring, and repetition: on the relation between negative priming and inhibition of return. *Perception and Psychophysics*, *62*, 1.280-1.296.
- Monsell, S. y Driver, J. (2000). Banishing the Control Homunculus. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Attention and performance XVIII* (pp. 3-32). Cambridge: The MIT Press.
- Moreno-Ríos, S. y Tudela, P. (2001). Visual attention and the reviewing process. *Psicothema*, *13*, 277-283.
- Neumann, O., van der Heijden, A.H.C. y Allport, A. (1986). Visual selective attention: Introductory remarks. *Psychological Research*, *48*, 185-188.
- Nobre, A.C. (2001a). The attentive homunculus: Now you see it, now you don't. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *25*, 477-496.
- Nobre, A.C. (2001b). Orienting attention to instants in time. *Neuropsychologia*, *39*, 1.317-28.
- Norman, D.A. y Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En R.J. Davidson, G.E. Schwartz y D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and self-regulation. Vol. IV* (pp. 1-18). New York: Plenum Press.
- Olivers, C.N.L. y Humphreys, G.W. (2002). When visual marking meets attentional blink: More evidence for top-down, limited-capacity inhibition. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *28*, 22-42.
- Riddoch, M.J., Humphreys, G.W. y Edwards, M.G. (2000). Neuropsychological evidence distinguishing object selection from action (effector) selection. *Cognitive Neuropsychology*, *17*, 547-562.
- Rizzolatti, G., Riggio, L., Dascola, I. y Umiltà, C. (1987). Reorienting attention across the horizontal and vertical meridians: evidence in favor of a premotor theory of attention. *Neuropsychologia*, *25*, 31-40.
- Rosselló, J., Munar, E. y Garrido, M.J. (2001). La naturaleza de la atención visual: ¿monarquía, oligarquía o anarquía? *Revista de Psicología General y Aplicada*, *54*, 31-46.
- Rueda, M.R., Tudela, P. y Lupiáñez, J. (2000). Efecto de facilitación semántica en la tarea Stroop. Implicaciones para el estudio del control atencional. *Psicothema*, *12*, 216-222.
- Scholl, B.J. (2001). Objects and attention: The state of the art. *Cognition*, *80*, 1-46.
- Shomstein, S. y Yantis, S. (2002). Object-based attention: Sensory modulation or priority setting? *Perception and Psychophysics*, *64*, 41-51.
- Slotnick, S.D., Hopfinger, J.B., Klein, S.A. y Sutter, E.E. (2002). Darkness beyond the light: Attentional inhibition surrounding the classic spotlight. *Neuroreport*, *13*, 773-778.
- Thompson, K.G., Bichot, N.P. y Schall, J.D. (2001). From attention to action in frontal cortex. En J. Braun y C. Koch (Eds.), *Visual attention and cortical circuits* (pp. 137-157). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Tipper, S.P. (2001). Does negative priming reflect inhibitory mechanisms? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *54A*, 321-343.
- Tipper, S.P., Howard, L.A. y Houghton, G. (2000). Behavioral consequences of selection from neural population codes. En S. Monsell y J. Driver (Eds.), *Attention and performance XVIII* (pp. 223-246). Cambridge, MA: The MIT Press.
- Tipper, S.P., Howard, L.A. y Jackson, S.R. (1997). Selective reaching to grasp: Evidence for distractor interference effects. *Visual Cognition*, *4*, 1-38.
- Treisman, A.M. y Gelade, G. (1980). A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, *12*, 97-136.
- van der Heijden, A.H.C. (1984). Postcategorical filtering in a bar-probe task. *Memory and Cognition*, *12*, 446-457.
- van der Heijden, A.H.C. (1996). Visual Attention. En O. Neumann y A.F. Sanders (Eds.), *Handbook of Perception and Action. Vol. 3. Attention* (pp. 5-42). London: Academic Press.