

LA NATURALEZA DE LA ATENCIÓN VISUAL: ¿MONARQUÍA, OLIGARQUÍA O ANARQUÍA?

JAUME ROSSELLÓ, ENRIC MUNAR Y M^a JOSÉ GARRIDO
Universitat de les Illes Balears

Resumen

Mientras las perspectivas teóricas más tradicionales postulan un mecanismo atencional visual unitario y supramodal, ajeno a los sistemas perceptivos y motores, sobre los cuales ejerce su función de control selectivo (*modelos monárquicos*), las hay que defienden que la función atencional depende de la acción coordinada de varios mecanismos de esa índole (*modelos oligárquicos*). Por otro lado, proliferan últimamente alternativas que conciben la atención visual como el correlato subjetivo, el *fenómeno*, que emerge de una particular activación de los propios circuitos sensoriomotores, siendo, por tanto, intrínseca a ellos (*modelos anárquicos*). Se exponen cada una de estas opciones ilustrándolas con algunas de las formulaciones teóricas más representativas. Asimismo, se discuten los pros y contras de cada concepción. Finalmente, se centra el debate de la naturaleza del mecanismo atencional en el dilema *oligarquía-anarquía*, que constituye una de las controversias primordiales que debe resolver la psicología de la atención del tercer milenio.

Palabras clave: Atención selectiva visual, modelos atencionales, naturaleza de la atención.

Abstract

As the most traditional theoretical views postulate a unitary and supramodal mechanism of visual attention, separated from motor and perceptual systems, upon which it performs selective control function (*monarchist models*), there are some perspectives that claim attentional function as depending on the coordinated action of several mechanisms of this kind (*oligarchic models*). On the other hand, recently grow up alternative approaches that conceive visual attention as the subjective counterpart, the *phenomenon*, that emerges from a particular activation of the same sensorimotor circuits, so being intrinsic to them (*anarchic models*). Each one of these options are reviewed, illustrating them with some of the most representative formulations. Likewise, the pros and the cons of each approach are discussed. Finally, the discussion about the nature of the attentional mechanism is centred in the *oligarchy-anarchy* dilemma, which is one of the fundamental controversies that third millennium psychology of attention has to solve.

Key words: Visual selective attention, attentional models, nature of attention.

Introducción

En este trabajo se pretende hacer explícita una de las controversias fundamentales que enfrenta, a menudo sólo tácitamente, a las diversas formulaciones teóricas que se proponen desde la psicología de la atención contemporánea en su modalidad visual. La problemática

expuesta se refiere a la genuina naturaleza del mecanismo atencional, y, pese a que no es nueva en absoluto —dado que se remonta más allá de James—, no se puede perder de vista a la hora de proponer cualquier teoría sobre atención. Nuestro objetivo es contribuir a avivar esa reflexión para que, si cabe, constituya un hilo conductor primordial en el que enhebrar la profusión de resultados experimentales que nos ofrece la investigación sobre atención visual llevada a cabo en los últimos lustros. La aproximación analítica que se lleva a cabo desde diversas disciplinas debe complementarse con el ejercicio de la recapitulación sintética, un ejercicio que puede ayudarnos a mantener la necesaria perspectiva holística y epistemológica mientras, inmersos en el análisis de la intrincada madeja de datos disponibles, concentramos nuestros esfuerzos en contrastar las hipótesis específicas sobre las que, irremisiblemente, debemos trabajar.

La ingente cantidad de datos experimentales que, desde diferentes disciplinas, nos ofrece la investigación en torno a la atención visual ha propiciado la proliferación de micromodelos explicativos que, aunque útiles, dificultan una postura teórica integradora y divergen en cuestiones tan esenciales como las que conciernen a si poseemos un mecanismo atencional que optimiza nuestra percepción y nuestra acción actuando desde instancias o sistemas ajenos a los propios sistemas perceptivos y motores, o, en cambio, la atención visual es sólo una experiencia subjetiva que emerge de cada uno de los circuitos sensoriomotores y es, por tanto, intrínseca a ellos. Esta controversia ha dado lugar a diferentes enfoques que, más con un objetivo comprensivo que por afán de proponer nuevas taxonomías, hemos agrupado en tres categorías: aquellos que postulan la existencia de un mecanismo atencional unitario (que hemos llamado *modelos monárquicos*), los que defienden que la función atencional depende de la acción coordinada de varios sistemas (*modelos oligárquicos*) —ambas aproximaciones suelen coincidir en la propuesta de que el/los sistema/s atencional/es es/son de naturaleza supramodal, es decir, independientes de los sistemas sensoriomotores—, o las que, desde un enfoque que, aunque polémico, parece cada vez más sólido, conciben la atención como un fenómeno inherente a (o, mejor, emergente de) la activación de alguno de los innumerables circuitos cerebrales responsables de la percepción y de la acción, una activación posiblemente combinada con ciertos procesos inhibitorios subsidiarios (Tipper, MacQueen y Brehaut, 1988; Tipper, 1992; Johnston y Hawley, 1994; Milliken y Tipper, 1998). Desde este punto de vista, la atención se interpreta como el correlato subjetivo que resulta del cambio significativo en la actividad basal de los propios circuitos sensoriomotores (*modelos anárquicos*).

Modelos monárquicos.

De acuerdo con el sentido común -o, si queremos, con el conocimiento intuitivo- la atención puede ser concebida como un mecanismo de control supramodal que, de algún modo, actúa sobre los sistemas sensoriomotores propiciando el procesamiento prioritario de cierta información y la ejecución de determinadas acciones (Rosselló, 1999). De hecho, se podría decir que así *vivimos* nuestra función atencional. Esta concepción fruto de la introspección no difiere, en lo esencial, de lo postulado por los modelos que aquí hemos llamado *monárquicos* y *oligárquicos*. Los primeros son los que, en sentido más estricto, se corresponden con nuestra vivencia subjetiva, con nuestra experiencia fenoménica, de la atención. Se trata de concebir nuestro mecanismo atencional como un sistema rector unitario, ajeno a los circuitos que procesan la información sensorial y la motora; un único mecanismo supramodal de origen central y capacidad limitada, cuya base neural es independiente del *cerebro sensoriomotor*. A decir verdad, la perspectiva monárquica es, hoy en día, relativamente minoritaria entre los teóricos de la atención visual, dado que muchos de los datos experimentales obtenidos resultan congruentes con la concepción de que la *atención* no es más que un término descriptivo que se refiere, en realidad,

a una diversidad de mecanismos (Neumann, 1992). De hecho, las explicaciones unitarias de la mayoría de los procesos y constructos psicológicos han pasado a la historia (p.e., aprendizaje, memoria, personalidad, inteligencia, etc.), aunque, curiosamente, en el caso de la atención la idea parece tan arraigada que aún resulta necesario descartarla explícitamente.

Un claro antecedente de los modelos *monárquicos* de la atención selectiva visual es el que se refiere a la explicación de los aspectos intensivos de la atención a partir de la función de la Formación Reticular, descrita por Moruzzi y Magoun (1949), que dió lugar a un modelo que postulaba un sistema unitario de control supramodal de dicha dimensión intensiva. Sin embargo, pronto se puso de evidencia que, pese a la aparente unidad anatómica y funcional de ese sistema neural mesencefálico, el concepto de activación no era en absoluto unidimensional. Más tarde, se ha constatado que la propia Formación Reticular se halla constituida por varios sistemas neuroquímicos (dopaminérgico, noradrenérgico, colinérgico y serotoninérgico) que cumplen funciones de activación/desactivación diversas, actuando cada uno de ellos en distinto grado según los requerimientos de la tarea (Pribam y McGuinness, 1975; Derryberry y Tucker, 1991; Robbins y Everitt, 1995; Robbins, 1997). Por tanto, aunque dicho mecanismo aún pueda ser concebido como supramodal, puede cuestionarse que constituya un control genuinamente unitario. A nuestro entender, el control de la activación que ejerce la Formación Reticular representa un buen ejemplo de un modelo *oligárquico* de la dimensión intensiva de la atención —si bien el sistema funcional colinérgico afecta también a la dimensión selectiva.

En cuanto a las teorías sobre los aspectos selectivos de la atención, la concepción *monárquica* caracterizó a la mayoría de los llamados modelos estructurales (Broadbent, 1958, 1971; Treisman, 1960) y a algunos de los más paradigmáticos modelos de recursos (Kahneman, 1973), gran parte de los cuales, a pesar de formular una teoría atencional ligada a una sola modalidad sensorial, pretendían —no siempre de forma explícita— ser propuestas generalizables al resto de sistemas perceptivos, abogando así por un sistema atencional único y supramodal. Cabe decir que las evidencias que contradicen esta voluntad de generalización son múltiples y bien conocidas. Valgan como ejemplos el hecho de que sea relativamente fácil seleccionar un estímulo visual en una determinada ubicación espacial y un estímulo auditivo en otra distinta, o el de que los límites en la capacidad atencional sean más evidentes cuando se presentan diferentes estímulos en una misma modalidad que cuando esos estímulos pertenecen a modalidades sensoriales distintas (Pashler, 1998). En el mismo sentido apuntan los estudios sobre la base neural de la atención auditiva, que parece esencialmente distinta a la de la atención visual (Näätänen, 1992).

También en la línea *monárquica* pueden considerarse la teorías que postularon la dicotomía procesos automáticos/procesos controlados (Posner y Snyder, 1975; Shiffrin y Schneider, 1977; etc.) y gran parte de los modelos que intentaron explicar la atención visoespacial a partir de la metáfora del foco o de la del *ojo de la mente* (Jonides, 1980; Downing y Pinker, 1985; Eriksen y St. James, 1986; LaBerge y Brown, 1989; etc.). En el primer caso, la atención se concebía como un agente causal del control ejercido sobre ciertos procesos llamados, precisamente, *controlados* o *conscientes*. En el segundo, como un mecanismo unitario que gobernaba el movimiento del foco, haciendo que *iluminara* la región del mapa espacial donde era necesario facilitar el procesamiento estimular.

Otras propuestas defendieron en su día la existencia de un sistema atencional visual unitario y supramodal. Tal es el caso de la primera formulación de la influyente Teoría de la Integración de las Características (Treisman y Gelade, 1980) o, más claramente, de las teorías que enfatizaban la función de control atencional de alto nivel, es decir, de los primeros modelos que abordaron el estudio de lo que se ha dado en llamar *atención ejecutiva* (véase Ruíz-Vargas, 1993). Como ejemplos de este último caso, cabe citar los modelos que postularon la existencia de algún tipo de centro atencional de control (LaBerge, 1975; Posner, 1980; LaBerge y Brown, 1989), entre

los cuales merece la pena destacar, por su notable impacto ulterior, la hipótesis del llamado Sistema Atencional Supervisor (Norman y Shallice, 1980; 1986). Las teorías que, desde contextos vinculados al estudio de la memoria de trabajo, concibieron la existencia de un Ejecutivo Central (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley, 1986; etc.), adoptaron un punto de vista muy afín. En los últimos años, muchos de esos modelos *monárquicos* han sido revisados aproximándose a la perspectiva *oligárquica*. Este hecho se debe a la ingente evidencia experimental que no encaja con una concepción unitaria (y supramodal) de la atención. Desde el ámbito de la neurociencia cognitiva, por ejemplo, todos los intentos de encontrar la base neural de un agente atencional único de las características descritas han sido infructuosos. Para algunos autores, resulta indudable que deben existir al menos dos mecanismos distintos para la atención visual: los que controlan la atención automática (bajo control *bottom-up*) y los que hacen lo propio con la voluntaria (bajo control *top-down*) (Ladavas, 1992; van Zomeren y Brouwer, 1994). El estudio con las modernas técnicas de neuroimagen (TEP, IRMf) parece demostrar que el sistema que controla la atención visoespacial es distinto al que controla la atención visual al objeto o a los atributos (Posner y Petersen, 1990; Posner y Dehaene, 1994). Trabajos recientes elaborados a partir de múltiples evidencias obtenidas con pacientes neuropsicológicos apuntan a dos tipos de función atencional: una más global, controlada por el hemisferio derecho, y una más local, controlada por el izquierdo (Ivry y Robertson, 1998). Otros estudios demuestran que, en tareas de atención visual al objeto, los efectos atencionales sobre la corteza cerebral humana se expresan mediante dos mecanismos fisiológicamente distintos (uno tónico y otro fásico) en distintas áreas topográficamente alejadas (Rees, Frackowiak y Frith, 1997). A todas estas investigaciones que defienden distintos binomios relativos al mecanismo atencional, cabe añadir el estudio sobre diferencias inter e intraindividuales —que comentaremos en el apartado siguiente—, estudio que ha contribuido de forma importante al arraigo de una concepción de la atención visual como un mecanismo plural y diverso.

Sin embargo, y a pesar de todo lo dicho, se han formulado en los últimos años algunas aproximaciones teóricas a la atención visual que todavía podrían calificarse de *monárquicas*. Paradigmático resulta el caso de la propuesta de Cowan (1988, 1995), que defiende un modelo integrado de memoria y atención interna en el cual el foco atencional vendría controlado, de forma *top-down*, por un ejecutivo central, y, de forma *bottom-up*, por los cambios súbitos del entorno estimular. También podría considerarse *monárquico*, con cierta licencia, el *Visual Attention Model* formulado por Schneider (1995). Recientemente, Deubel, Schneider y Paprotta (1998) nos hablan de la existencia de un mecanismo atencional unitario, aunque plurifuncional. Asimismo, encontramos aún reminiscencias *monárquicas* en los autores que siguen otorgando a la atención una función controladora o ejecutiva de orden superior (aunque muchos de ellos hayan optado finalmente por enfoques *oligárquicos*).

Modelos oligárquicos

Evidentemente, la idea de que la atención no es unitaria no es nueva en absoluto. Fácilmente la podemos hallar en los trabajos de los estudiosos decimonónicos, entre los cuales destaca, sin lugar a dudas, William James (1890). Sin embargo, los argumentos que hoy tenemos para avalar esa concepción poco tienen que ver con el conocimiento intuitivo o la introspección. Tanto las evidencias que proceden de la psicología experimental como las que se originan en estudios neurofisiológicos, neuropsicológicos o en simulaciones computacionales de corte neoneoconexionista apuntan de forma cada vez más firme a la consideración de la atención como un mecanismo múltiple con funciones diversas. De gran ayuda en los últimos quince años han sido las modernas técnicas de neuroimagen (SPECT, TEP, IRMf), que han hecho posible la observación funcional

Más evidente y explícita resulta la concepción *anárquica* de una de las aproximaciones que ha otorgado mayor solidez empírica y conceptual a este tipo de modelos. Nos referimos a la perspectiva de la *selección para la acción* (Allport, 1987, 1989; Neumann, 1987, 1992; van der Heijden, 1992, 1995; Milner y Goodale, 1995). Van der Heijden, por ejemplo, contradice tanto a los modelos monárquicos como a los oligárquicos afirmando que la activación selectiva de las posiciones representadas en el sistema visual *sería* propiamente la atención. De este modo, el mecanismo atencional ligado a la visión se concibe como intrínseco al sistema visual —“la selección visual es una selección en la visión”, dice van der Heijden (1996)—, y no como un sistema externo que selecciona determinadas posiciones actuando sobre el mapa pertinente.

Muy próxima a este enfoque se halla la llamada Teoría Premotora, formulada por Rizzolatti y Camarda (1987) en función de una serie de datos neurofisiológicos y por Rizzolatti *et al.* (1987) a partir de determinados hallazgos de la psicología experimental.

La evidencia neurofisiológica apunta a que, en los primates, el espacio es codificado de distinta forma según la acción a la que puede servir dicha información espacial. Existen toda una serie de circuitos frontoparietales (llamados *mapas pragmáticos*) que codifican el espacio según la finalidad comportamental (llevar a cabo un movimiento ocular hacia una ubicación determinada, mover una mano hacia el lugar donde se encuentra un objeto, girar la cabeza hacia la localización de una información relevante, etc.). Ninguno de dichos circuitos posee un mapa espacial que pueda servir para todos los propósitos motores. Esa diversidad en la codificación espacial hace que difícilmente se pueda concebir un sistema unitario de control de la atención visoespacial —con una presunta base neural ligada al lóbulo parietal—, dada la multiplicidad de códigos sobre la que dicho sistema debería ser capaz de actuar con similar eficacia. Los resultados neuropsicológicos avalan esta concepción, dado que el fenómeno de la heminegligencia visual —ligado, sobretodo, a lesiones frontoparietales del hemisferio derecho— no cursa siempre con déficits similares: mientras en algunos casos se ve afectada la capacidad de atender al espacio externo (extrapersonal: bien sea basado en una representación egocéntrica o aloecéntrica), en otras aparecen déficits asociados al espacio centrado en la cabeza, o al espacio centrado en la mano (peripersonal), al espacio retinotópico o incluso al espacio intraobjeto (Umiltà, 1995; Craighero *et al.*, 1998). Por otra parte, parece haber negligencias más relacionadas con aspectos perceptuales y otras más vinculadas a aspectos motores (Rafal, 1998). En muchos casos, coexisten algunos de los déficits mencionados. Estas variedades de la heminegligencia son congruentes con la hipótesis modular sensoriomotora de la atención espacial, dado que esa heterogeneidad sintomática puede explicarse a partir de la lesión de diferentes mapas pragmáticos. La forma de codificar el espacio de los mapas pragmáticos afectados, entre otros factores, determinará la tipología específica de la alteración de la atención visoespacial.

En cuanto a los resultados experimentales mencionados (Rizzolatti *et al.*, 1987), cabe comentar el llamado *efecto meridiano*, según el cual el tiempo necesario para identificar un estímulo preseñalizado con una pista inválida es mayor, para distancias iguales, cuando el estímulo se encuentra en el campo visual opuesto al de la pista que si ambos (estímulo y pista) aparecen en el mismo hemicampo. Desde hace tiempo, se sabe a ciencia cierta que el sustrato neuroanatómico responsable del procesamiento de cada mitad del campo visual es diferente. La cuestión es: si, tal como postulan los modelos monárquicos y oligárquicos, la atención visoespacial se basa en un sistema de control independiente de los circuitos sensoriomotores, ¿cómo se explica este retraso temporal? A menudo, se había argumentado que la causa radicaba en la dificultad de la *atención* para cruzar el cuerpo caloso. Rizzolatti *et al.* (1987) invalidan este razonamiento al demostrar que el efecto meridiano también ocurre entre el hemicampo superior y el inferior. De este modo, según la Teoría Premotora, lo que ocurre es lo siguiente: cuando aparece la pista inválida se prepara un programa motor para un movimiento sacádico en una dirección y con una amplitud determinadas. Cuando el estímulo aparece en

un lugar inesperado se debe reprogramar la acción para poder atender al estímulo. Si la diferencia es sólo de amplitud basta con reajustar el programa anterior, ya que los músculos implicados son esencialmente los mismos. Sin embargo, si, como cuando el estímulo aparece en el hemisferio opuesto al esperado, se da un cambio en los *parámetros básicos de dirección* (derecha, izquierda, arriba, abajo), se debe poner en marcha un nuevo programa oculomotor, dado que los músculos implicados son ahora distintos. Esta activación de un programa motor alternativo lleva más tiempo que cuando sólo se hace necesario un simple reajuste.

Más allá de las evidencias basadas en el efecto meridiano, se han obtenido resultados experimentales más directos a favor de la Teoría Premotora. Sucintamente: datos recientes demuestran que el lugar de fijación de la atención encubierta produce una desviación —hacia dicho lugar de fijación— en la trayectoria de una serie de movimientos sacádicos verticales u horizontales (Sheliga, Riggio y Rizzolatti 1995; Sheliga, *et al.*, 1995). Este resultado aporta solidez a la afirmación de que, en realidad, la atención espacial encubierta no es sino el fenómeno emergente de la activación de un programa oculomotor que no se llega a ejecutar, activación que, en los experimentos referidos, interferiría con el programa oculomotor que controla el movimiento sacádico efectuado.

La Teoría Premotora, que ha logrado hacerse un hueco importante entre los modelos *anárquicos*, propone una atención modular sensoriomotora —cada circuito poseería su propia *atención*— y establece, en principio, un estrecho vínculo entre atención espacial y selección para la acción. Según esta hipótesis, en los *mapas pragmáticos* frontoparietales la activación de las neuronas que codifican una determinada ubicación espacial se vincula a la activación de las que programan una acción determinada. De la activación de cualquiera de estos circuitos emergería el fenómeno que vivimos subjetivamente como la atención espacial, aunque, en la especie humana, resultan de particular importancia los que se encargan de programar los movimientos oculares. Se ha demostrado que los mapas pragmáticos se activan aunque, finalmente, la acción no se lleve a cabo —parece haber un control inhibitorio de las áreas mediales motoras—, lo que daría cuenta del fenómeno de la atención encubierta (Rizzolatti y Craighero, 1998). Así pues, la atención espacial no sería más que la experiencia fenoménica, el *resultado* de la activación de los circuitos frontoparietales que controlan nuestra acción en el espacio: sería, por tanto, una propiedad inherente a los sistemas responsables de las transformaciones sensoriomotoras, sin necesidad de vincularse a un agente autónomo de control supramodal.

Podría objetarse a la Teoría Premotora su restricción al ámbito de la atención visoespacial. Sin embargo, datos recientes (Craighero *et al.*, 1998; Craighero *et al.*, 1999), dan pie a interpretaciones que trascienden la selección para la acción ligada al espacio para dar cuenta también de una selección para la acción basada en el objeto. Esta nueva perspectiva parte, por un lado, del concepto de *priming visomotor*, según el cual las características de un objeto que pretendemos coger (distintas a su localización espacial) pueden *facilitar* la puesta en marcha de los programas motores adecuados para la acción de cogerlos (Craighero *et al.*, 1998). Más determinantes son los resultados que indican que la preparación de un movimiento para coger un objeto específico (A) reduce el tiempo necesario para detectar y discriminar un objeto visual (B) cuyas propiedades son similares a las del objeto A. Este efecto se da tanto si la respuesta requerida es un movimiento de coger con la mano (similar al preparado hacia el objeto A) como si es un movimiento alternativo que implica cualquier otro efector (piernas, párpados, etc.), circunstancia que descarta que los datos obtenidos sean el resultado de un simple *priming visomotor*, indicando, más bien, que se trata de un *efecto atencional motor-visual* (Craighero *et al.*, 1999). Surge así una nueva perspectiva que resulta congruente con la Teoría Premotora original, pero que, de algún modo, amplía su ámbito de aplicación, postulando que la atención no sólo emerge de la activación de los *mapas pragmáticos* que llevan a cabo una preprogramación

del cerebro humano. Del mismo modo, tanto la psicología diferencial como la evolutiva, han contribuido a dejar bien patente que poseemos distintas habilidades atencionales que rara vez covarían de forma equivalente con las múltiples variables inter e intraindividuales, incluyendo la edad (Davies, Jones y Taylor, 1984; Rosselló y Munar, 1994). Por ejemplo, se ha puesto de manifiesto que algunas medidas de la atención visual selectiva muestran claras diferencias entre niños pequeños y adultos, mientras no lo hacen otras de dificultad similar —en algunos casos, los adultos pueden rendir peor que los niños, aunque en la mayoría la relación es inversa (Enns y Akhtar, 1989). En un estudio reciente hemos podido observar como, considerando una determinada variable de atención selectiva visual, algunos niños rinden mejor que la mayoría de los de su edad —e incluso que los de edades superiores y que los adultos—, mientras no hay diferencias —o incluso, para esos niños, las hay en sentido contrario— al considerar otras variables atencionales, lo cual resulta congruente con la concepción de la *habilidad* atencional como una habilidad compleja y multidimensional (Munar y Rosselló, en prensa). Evidencias como estas, entre muchas otras, han propiciado la formulación de modelos que, sin renunciar necesariamente a defender un sistema atencional supramodal, propugnan que la función atencional se origina en un sistema compuesto por distintos elementos (o módulos) —a menudo coordinados—, un sistema que al perder su primordial unicidad puede dar perfecta cuenta de las variedades atencionales. Así pues, de los otrora defensores de la existencia de una única atención supramodal, la mayoría ha optado por admitir un mecanismo *oligárquico* que pueda explicar la naturaleza múltiple y diversa de la atención. En este sentido, modelos tan vivamente *monárquicos* como el antes mencionado de Norman y Shallice (1980; 1986) han evolucionado y, si bien aún siguen buscando algún dispositivo homunculoide que ejerza un control atencional de orden superior, admiten ahora la existencia de diversos sistemas atencionales (Shallice, 1988), sugiriendo incluso que las características de la función ejecutiva posiblemente requieran de un fraccionamiento del Sistema Atencional Supervisor (Shallice y Burgess, 1993; Posner y DiGirolamo, 1998). Esencialmente oligárquica puede considerarse también la perspectiva que adoptan autores como Treisman (1988), Mesulam (1990), Tudela (1992), Posner y Dehaene (1994), LaBerge (1995), etc.

Sin embargo, aunque algunos de estos modelos se han dedicado a investigar con afán la sede neural del mecanismo que actúa priorizando el procesamiento perceptivo de las ubicaciones u objetos atendidos y aminorando el de los no atendidos (p.e., Mesulam, 1990; Posner y Petersen, 1990), dando lugar a algunas observaciones macroscópicas interesantes, ninguna de estas aproximaciones describe con el suficiente detalle cuáles son los procesos neurofisiológicos subyacentes, los patrones de funcionamiento a escala neuronal, que dan cuenta de este efecto (Webster y Ungerleider, 1998). Por otro lado, aunque diversos estudios neuropsicológicos, y otros utilizando la TEP, parecen apoyar la hipótesis de las redes neurales defendida por Posner, es posible interpretar muchos de estos resultados de forma alternativa. Por ejemplo, parece cuestionable la existencia de un mecanismo neural específico (en la corteza parietal) responsable del *desenganche* de la atención selectiva visual, dado que los resultados experimentales pueden explicarse a partir de la consideración de un fenómeno emergente de las interacciones de redes neuronales a nivel microestructural (Cohen, Farah, Romero y Servan-Schreiber, 1994). Asimismo, evidencias recientes de estudios con TEP apuntan a que la región cingulada anterior podría constituir, más que un genuino sistema atencional de control ejecutivo —como afirman Posner y colaboradores—, una zona premotora involucrada en la selección de la acción, más relacionada, por tanto, con los sistemas *intencionales*. Los datos neuroanatómicos y neurofisiológicos parecen confirmar esta hipótesis (Corbetta, 1998).

En otro orden de cosas, cabe resaltar que, pese al reconocimiento por parte de los modelos *oligárquicos* de la naturaleza múltiple del mecanismo atencional y a la gran aceptación que ha llegado a tener dicha idea en la psicología contemporánea de la atención, aún no se ha logrado

consensuar una taxonomía exhaustiva de las distintas variedades atencionales, si bien es cierto que los diversos intentos clasificatorios suelen compartir el reconocimiento de la relativa independencia de al menos tres componentes o aspectos fundamentales: la atención selectiva, la sostenida y el control atencional ejecutivo (Parasuraman, 1998).

Modelos anárquicos

La atención no es ni una ni simple. Esta concepción, aceptada hoy en día por la mayoría de autores, ha dado lugar, llevada a su máxima expresión, a una postura iconoclasta que últimamente está tomando fuerza y que da origen a un tercer tipo de modelos (que aquí llamamos *anárquicos*) que proponen una alternativa conceptual que comporta, al menos, la ventaja de eludir cualquier formulación susceptible de engendrar trampas homunculares. Según esta opción, la atención es un *fenómeno*, en el sentido filosófico del término. No hay ningún centro rector, ningún sistema de control atencional —sea unitario o diverso— de naturaleza supramodal. Así pues, la *anarquía* deviene intrínseca a la función atencional: cada circuito neural, responsable de vincular la preprogramación de una acción adecuada a una determinada información percibida, posee su propia *atención*, que es esencialmente autónoma, es decir, que no se ve sometida a ningún tipo de relación de control. De este modo, esta perspectiva es congruente con los hallazgos experimentales según los cuales las áreas responsables de representar un tipo particular de información también se hallan implicadas en los fenómenos atencionales relativos a ese tipo de información (Rizzolatti y Camarda, 1987; Corbetta *et al.*, 1990; Chelazzi *et al.*, 1993; Desimone y Duncan, 1995).

Si bien es cierto que la mayoría de propuestas que van en este sentido son relativamente recientes, existen algunos antecedentes que merece la pena repasar, aunque nos centremos sólo en los más relevantes.

En primer lugar, cabe mencionar la concepción de Neisser (1976), que lleva implícita una consideración de la atención que puede parecer sorprendentemente próxima a la de los modelos *anárquicos*. Si la atención es sólo percepción, no puede haber un dispositivo unitario independiente de los sistemas sensoriales, sino que debe haber tantas atenciones como procesos perceptivos. De hecho, este autor afirma explícitamente que no existen mecanismos atencionales independientes de los propios de la percepción.

También los llamados modelos de recursos específicos implicaron en su día una renuncia al concepto unitario y supramodal de control atencional (Navon y Gopher, 1979; Wickens, 1984). De algún modo, cada tipo de procesamiento requerido en distintas tareas o habilidades poseería sus propios recursos atencionales, su propia *atención*. El estrecho vínculo entre cada una de esas *atenciones* y el procesamiento específico que posibilitan, descarta, aunque sea implícitamente, la supramodalidad del sistema atencional.

En cierto sentido, también se podría considerar *anárquica* la concepción de Fodor (1983) sobre los mecanismos de bajo nivel que deberían procurar la selección de la información en los distintos sistemas de entrada. Si bien, según este autor, la atención es una facultad horizontal y, por tanto, corresponde a un proceso central isotrópico/quineano emergente de un substrato neural equipotencial, de la hipótesis fodoriana se deduce que cada módulo o facultad vertical debería disponer de sus propios procesos selectivos, que, de este modo, se hallarían encapsulados y, por tanto, serían independientes de los correspondientes a módulos distintos. De esta forma, la existencia de una especie de *atención selectiva de bajo nivel* ligada a cada sistema de entrada sería una propuesta implícita al modelo mental defendido por este autor: habría tantas variedades de dicha *selectividad* como módulos, es decir, la naturaleza de estos mecanismos selectivos *protoatencionales* vendría determinada por la de cada una de las facultades verticales, por lo que, en ningún caso, sería central o supramodal.

del movimiento a partir de la localización espacial del estímulo sobre el que se va a actuar, sino que también puede constituir el resultado emergente de un programa motor preparado específicamente para coger un objeto según su tamaño, su forma o cualquier otro atributo no necesariamente espacial. Esta concepción va en consonancia con las investigaciones neurofisiológicas de Jeannerod *et al.* (1995), según las cuales ciertos circuitos de la vía dorsal del sistema visual codifican las distintas características intrínsecas de los objetos para transformarlas en movimientos distales apropiados. Así pues, la Teoría Premotora pasa de referirse exclusivamente a la atención visoespacial a explicar también la atención visual basada en el objeto, con lo que deviene una propuesta genérica de atención selectiva visual conforme a las concepciones *anárquicas*.

Finalmente, entre los modelos *anárquicos* citaremos la hipótesis de la competencia integrada de Duncan (1996), según la cual la atención puede originarse en cualquiera de los distintos sistemas cerebrales implicados en el procesamiento visual. Entre esos numerosos sistemas, la mayoría se rigen por el principio de la competencia, es decir, cuando en ellos se representa un objeto determinado, esta circunstancia va en detrimento de la representación de objetos alternativos: las representaciones de distintos objetos son mutuamente inhibitorias. Según esta hipótesis, cuando un objeto *logra* ser representado en un sistema determinado (p.ej. en el del color), esta prioridad tiende a ser transmitida a los demás, de forma que los distintos sistemas tienden a converger en el procesamiento del mismo objeto. Esta *integración* funcional de los diversos sistemas se da gracias a una activación recíproca entre las distintas unidades, módulos o neuronas que responden al mismo objeto en función del atributo seleccionado. El estado subjetivo que emerge de esa activación integrada para el control de la acción es propiamente lo que llamamos atención.

El modelo de Duncan es congruente con la observación de que las conexiones entre los distintos módulos o circuitos son, en gran medida, heterárquicas, recíprocas y establecidas en paralelo, sin que aparezca la necesidad de un subsistema jerárquicamente superior de control central (Allport, 1989). Estudios neurofisiológicos recientes (Näätänen, Ilmoniemi y Alho, 1999) demuestran que distintas neuronas individuales de la corteza extraestriada modifican su tasa de descarga según sea la cualidad estimular atendida. No hay evidencias de que dicha activación proceda de un sistema de control ajeno a las vías visuales. A nuestro entender, postular un sistema atencional supramodal de estas características resulta, en todo caso, una opción menos parsimoniosa que la defendida por el modelo de Duncan.

Relacionando el principio de la competencia integrada con la Teoría Premotora, Chelazzi *et al.* (1993) y el mismo Duncan (1996) sugieren que el postulado básico de dicha teoría —la atención deriva de la activación de los mismos circuitos que intervienen en las transformaciones sensoriales— no sólo puede aplicarse a las transformaciones sensoriomotoras que ocurren en la vía dorsal, sino que puede hacerse extensivo a las propias de la vía ventral. De hecho, registros neurofisiológicos de células nerviosas de la corteza inferotemporal del macaco durante una tarea de selección no espacial demuestran que ciertas neuronas de la corteza inferotemporal responden selectivamente a la identidad de los objetos o a sus atributos no espaciales (Chelazzi *et al.*, 1993). Este mecanismo neural permite orientar la atención hacia un objeto particular sin necesidad de un sistema de control independiente de los circuitos involucrados en el análisis del patrón visual. De esta forma, la orientación atencional implica una activación de los circuitos sensoriales de acuerdo con los objetivos de la acción. En la vía dorsal, la atención visual es el resultado emergente del procesamiento llevado a cabo en los circuitos sensoriomotores para los movimientos de los ojos, de los brazos, de la mano, etc. En cambio, en la vía ventral, se origina en la activación de la representación de un objeto, activación que permite la preparación adecuada para la detección del objeto en cuestión, posiblemente a partir de la generación de una *plantilla atencional* (Duncan, 1996).

La anarquía atencional y la atención como resultado

Como seguramente habrán anticipado muchos de los lectores, la cuestión de si existen o no sistemas de atención visual independientes de los mecanismos sensoriomotores se halla estrechamente relacionada con el viejo dilema de si la atención es una *fuera* o es más bien un *resultado*, polémica que se remonta, por lo menos, a William James (1890).

En su conocido trabajo de revisión, Johnston y Dark (1986), retomaron esa clásica controversia clasificando los modelos teóricos como *causales* o *de efecto*. Entre los primeros cabría situar a aquellos que aquí hemos llamado *monárquicos* y *oligárquicos*. En cambio, según los *modelos de efecto* la atención no es más que un resultado, un fenómeno subjetivo que emerge del funcionamiento de ciertos circuitos neurales. *Grosso modo*, esta perspectiva coincide con lo que en este capítulo hemos llamado modelos *anárquicos*, según los cuales, genuinamente, no existen los llamados sistemas o mecanismos atencionales, al menos por lo que se refiere a la modalidad visual. Lo que llamamos atención no sería más que “problemática atencional”, en terminología de Tudela (1992). El hecho de que los resultados experimentales obtenidos en la investigación de la atención visual (y de sus supuestas funciones) sean tan sumamente heterogéneos, no sería sino un reflejo de esa *anarquía*: la atención visual sería esencialmente diversa porque puede emerger de muchos de los circuitos sensoriomotores implicados en la visión. Para los modelos *de efecto* esto resultaría más plausible que pensar que tenemos una multitud de circuitos (o módulos) que actúan como agentes atencionales *causantes* de la vasta multiplicidad observada, como proponen los modelos *oligárquicos*. Desde este punto de vista, la cuestión de la *verdadera naturaleza* de la atención es, en último término, intrascendente y baladí, dado que se trata de un *fenómeno*, es decir de algo que se manifiesta a la consciencia pero que no tiene porque corresponderse (y, de hecho, no se corresponde) con algo real. En este sentido cabe señalar que si el modelo de cerebro atencional propuesto por Posner (Posner y Petersen, 1990; Posner y Digirolamo, 1998) es un claro exponente de las teorías causales —más concretamente, de las aproximaciones que aquí hemos llamado *oligárquicas*—, la teoría que sostienen Desimone y Duncan (1995) en referencia a las bases cerebrales de la función atencional encaja más bien en los modelos *de efecto* (de hecho, puede considerarse una hipótesis sobre los fundamentos neurológicos de una *anarquía coordinada*), considerando la atención visual como una propiedad emergente de la actividad neural propia de los sistemas cerebrales de la visión. Expuesto de forma sumaria, este modelo concibe la atención como una propiedad emergente de una serie de lentas interacciones competitivas que suceden en paralelo y que ocurren en los campos receptores de las neuronas involucradas en el procesamiento visual. Esos campos receptores, paulatinamente más amplios a medida que avanzamos en la vía ventral, pueden considerarse una especie de recursos de procesamiento visual por los que deben competir los objetos. Cualquier atributo de los objetos relevantes (incluyendo su ubicación espacial) puede sesgar la competición a su favor: parece como si los campos receptores neuronales *encogieran*, ajustándose a la ubicación del objeto seleccionado y, por tanto, dejando fuera los posibles distractores. De este modo, el objeto relevante recibe un procesamiento prioritario. Evidentemente, el sesgo que favorece el procesamiento de los objetos relevantes puede producirse de forma *bottom-up* o de forma *top-down*. En el primer caso, se comprueba que, por ejemplo, los estímulos nuevos provocan una señal neural más potente en la corteza visual, otorgando a su representación una ventaja competitiva que se extiende hasta los campos receptores de las neuronas de la corteza temporal inferior. En el caso del sesgo *top-down*, los objetos con ciertas propiedades que resultan relevantes para la tarea a realizar reciben una ventaja competitiva en forma de un *input* generado por la memoria de trabajo (aunque, en ciertos casos, puede provenir de la memoria a largo plazo). La potencia de ese *input* facilitador resulta directamente proporcional a la concordancia entre el estímulo representado y la denominada

plantilla atencional, concepto que se refiere a una especie de representación anticipada del objeto relevante, es decir, a la preparación mental para facilitar el procesamiento de ciertos estímulos, de los objetos que, en virtud de alguno/s de sus atributos (espaciales o no), resultan relevantes para la acción. Según Desimone y Duncan (1995), este modelo de funcionamiento de la selección atencional en la vía ventral resulta extrapolable a la vía dorsal.

Las perspectivas monárquica y oligárquica: el problema del homúnculo

Tanto los modelos *monárquicos* como los *oligárquicos* suelen topar con el llamado *problema del homúnculo*. Estas hipótesis suelen postular la existencia de un dispositivo que, ante determinadas instrucciones (basadas o no en la información espacial), actúa como un centro de control de alto nivel, activando las representaciones relevantes en los módulos pertinentes. Este dispositivo es un concepto *homuncular* porque posee las capacidades funcionales que se pretenden explicar: *comprende* las instrucciones, *sabe* cuál es la información relevante y donde están los nodos que la contienen y *activa* estos nodos incrementando su *energía*. Postulando la existencia de un sistema atencional de estas características, un sistema (unitario o múltiple) ajeno a nuestros circuitos sensoriomotores que ejerce su función selectiva actuando sobre ellos, la pregunta de cómo seleccionamos la información no se resuelve, sino que se transforma en cómo la selecciona esa especie de ente rector autónomo que llamamos atención, propiciando una regresión *ad infinitum* que hace que el poder explicativo de dichas aproximaciones conceptuales sea más bien precario (Rosselló, 1997).

La perspectiva anárquica y el problema de la selección top-down

¿Resuelven los modelos que hemos llamado *anárquicos* el problema del homúnculo? En realidad, podríamos decir que, más que resolverlo, fundamentalmente lo eluden o, en todo caso, lo trasladan a otros ámbitos distintos al atencional. Lo eluden en la medida en que evitan una explicación rigurosa de los mecanismos de control voluntario de la atención visual. Aunque una explicación *anárquica* de la atención visual resulta plausible, ¿cómo explicar entonces el control voluntario de la selección atencional?; ¿cómo puede un sistema esencialmente *anárquico* responder a unas instrucciones o metas determinadas? Cuando intentamos ofrecer una respuesta a cuestiones como estas nos vemos irremisiblemente abocados a un dilema: si explicamos nuestro control *top-down* de la atención visual a partir de un sistema atencional ejecutivo (o varios) caemos en la trampa homuncular; si recurrimos a la perspectiva *anárquica* de la atención, podemos eludir el homúnculo, pero entonces se hace harto difícil explicar el control voluntario de la función selectiva en la visión. De hecho, pese a que la mayoría de los modelos *anárquicos* explican la selección para la acción sin necesidad de recurrir a un homúnculo atencional, podemos decir que, los que intentan explicar el control intencional de dicha selección, no hacen sino trasladar el problema del homúnculo del ámbito atencional al ámbito *volitivo*. De este modo, Barinaga (1997) defiende —avalado, entre otros, por Crick y Koch— que el hecho de que la función atencional se encuentre muy ligada a la representación de lo que resulta relevante para la planificación de una acción hace pensar que el control voluntario de la atención visual debe originarse en las áreas involucradas en dicha planificación: de este modo, las neuronas de las áreas de la corteza visual cuya respuesta cambia con la atención deben recibir *inputs* de la corteza prefrontal. También Rao, Rainier y Miller (1997) identifican en la corteza prefrontal una serie de grupos de neuronas que intervienen en el control de la programación atencional. Según Rees, Frackowiak y Frith (1997), el área responsable en última instancia de la selección atencional *top-down* es el área 8 de Brodmann, en la corteza frontal dorsolateral derecha. Como antes

comentábamos, hay autores (Goldberg, 1992; Corbetta, 1998) que reconceptualizan la zona anterior de la circunvolución del cíngulo como un área implicada en la selección voluntaria de los programas de acción, es decir, como un área más relacionada con la función intencional que con la atencional. Recientemente, un ambicioso estudio utilizando la técnica TEP, otorga algo de razón a todas estas investigaciones, aunque va algo más allá: parece que la capacidad de planificación humana se basa en un sistema funcional que engloba la corteza prefrontal dorsolateral (áreas 9 y 46 de Brodmann), la corteza premotora lateral (área 6), la parte anterior de la corteza cingulada (áreas 24 y 32) y ciertas partes del núcleo caudado (Dagher, *et al.*, 1999). Otros autores vinculan el control *top-down* del mecanismo atencional a la memoria de trabajo —indudablemente relacionada con la capacidad de planificación y de control intencional—, cuya base neural también se asocia a la corteza prefrontal (Corbetta, 1998). Como hemos apuntado, los mismos Desimone y Duncan (1995), afirman que la señal primigenia que provoca de forma *top-down* el sesgo competitivo que, en última instancia, determinará la selección atencional de los distintos atributos en las áreas visuales, procede precisamente de la memoria de trabajo y que, en cuanto a su origen neural, cabe pensar principalmente en la corteza prefrontal dorsolateral o, en todo caso, en la zona parietal posterior, íntimamente conectada con la primera.

Así pues, parece que, en la medida en que los modelos *anárquicos* intentan abordar la explicación del control voluntario de la selección atencional, recurren a un mecanismo homuncular extraatencional asociado, a menudo, a la actividad de las áreas prefrontales. De esta forma, aunque erradiquen el homúnculo atencional, no hacen más que transferir el problema al ámbito volitivo: la presunta *anarquía* atencional se ve sometida al control ejercido por una *oligarquía* intencional.

De momento, no parece haber demasiados argumentos para esperar, al menos a corto plazo, una solución definitiva al dilema planteado: el fantasma homunculoide, engendrado en los planteamientos cartesianos, parece, hoy por hoy, ineludible en los modelos que pretenden dar cuenta de nuestra cognición más allá del determinismo y los mecanismos *bottom-up*. A nuestro juicio, el verdadero problema radica en la linealidad que atribuimos demasiado gratuitamente a nuestra actividad mental, una linealidad que parte, sin duda, de nuestra vivencia subjetiva y que, además, se ha fomentado profusamente desde la concepción secuencial de la que todavía no se ha abstraído como debiera la perspectiva del procesamiento de la información.

Conclusiones: ¿Monarquía, oligarquía o anarquía?

En cierto sentido, el escepticismo que, respecto a la cuestión de la naturaleza de la atención visual, se deriva de la óptica que hemos llamado *anárquica* puede resultar desalentador, propiciando lo que en otro lugar denominábamos “la insostenible levedad del concepto de atención” (Rosselló, 1997). Sea cual sea la verdad, suponiendo que exista una *verdad atencional*, lo cierto es que, en cierto sentido, esa perspectiva puede considerarse provechosa. De hecho, ha ayudado a concebir la atención visual como un mecanismo múltiple y diverso; ha erradicado la concepción de un sistema de control atencional demasiado unitario y ubicuo para que la atención no deviniera un *deus ex machina* carente de poder explicativo —ya dijo Fodor (1983) que cuanto más global (más isotrópico) era un proceso cognitivo, más difícil resultaba su comprensión—; ha aguzado el ingenio de los autores para eludir el problema del homúnculo; ha obligado a afinar la metodología de estudio; ha contribuido a relativizar ciertas aserciones, algunas de las cuales se han demostrado finalmente falsas; ha intensificado y diversificado el esfuerzo investigador; ha reintroducido la tan necesaria duda metódica en la modelización teórica atencional... Obviamente, también ha tenido otros efectos, que, al menos en principio, podrían parecer indeseables. Aparte del desaliento mencionado, puede haber imbuido en ciertos investigadores un *agnos-*

ticismo demasiado radical para resultar recomendable, puede haber contribuido a la excesiva segmentación del ámbito de estudio y a la proliferación de micromodelos que dificultan una aproximación sintética al tema, y, sin duda, puede haber ayudado a fomentar el caos conceptual reinante en la psicología de la atención contemporánea. Sin embargo, puede que ese caos resultara necesario porque ha ayudado a tener claras las preguntas, lo que resulta preceptivo antes de pretender hallar respuestas taxativas. Tal vez, de momento, la segmentación analítica sea la mejor estrategia para estudiar la atención visual y los micromodelos las únicas aproximaciones teóricas posibles. Quizás haya que renunciar, al menos por ahora, a contar con una teoría global que *explique* la selección atencional en la visión. Una renuncia que podría hacerse extensiva a otras modalidades, dado que, por ejemplo, ciertas evidencias obtenidas a partir del estudio con MEG (magnetoencefalografía) inducen a pensar que la selección atencional en la audición podría ser intrínseca al sistema auditivo y originarse en la actividad neural de la misma corteza auditiva supratemporal (Näätänen, *et al.*, 1997), descartando, si se confirman estos resultados en futuras investigaciones, la existencia de cualquier sistema (o sistemas) de control supramodal. Otros estudios, basándose en la evidencia de que, debido a la plasticidad neural, en ciertos casos de ceguera la corteza visual interviene en el procesamiento de la información auditiva, ofrecen datos que apuntan claramente a una actividad atencional intrínseca a dicha corteza visual (Kujala *et al.*, 1995). Estos resultados resultan difíciles de interpretar desde la concepción de un centro rector supramodal (o varios) para el control de la atención auditiva.

Por el momento, sólo sabemos que la atención visual no es ni única ni homogénea. Y no lo es ni por lo que se refiere a su naturaleza ni en cuanto a su función. A nuestro juicio, aún no está claro si responde a un modelo *oligárquico* o si es un fenómeno subjetivo que emerge de un sistema *anárquico*. En todo caso, y pese a que hace ya más de un siglo que William James afirmara aquello de "*Everyone knows what attention is*", lo que parece evidente es que, desde el punto de vista científico, *nadie sabe lo que es la atención* —o, al menos, nadie es capaz de inducir un razonable consenso al respecto. Probablemente, todavía es demasiado pronto para saberlo. Puede que la atención *sea* muchas cosas a la vez o puede que se trate sólo de un epifenómeno (es decir, que *no sea*). Sin embargo, pensamos que, por ahora, cabe mantener el término para designar el vasto ámbito disciplinar relacionado con la selección para la percepción y la selección para la acción, aunque sólo sea por razones prácticas, por cuestiones didácticas, o porque no disponemos de una alternativa mejor. Sólo la investigación puede ofrecer respuestas a las preguntas que hemos recuperado. Como Botella (1998), pensamos que, hoy por hoy, debemos conformarnos con estudiar lo mejor que sepamos la *problemática atencional*, aún a sabiendas de que puede que no haya más que eso.

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.
- Allport, D.A. (1989): Visual attention. En M.I. Posner (Ed.), *Foundations of cognitive science* (pp.631-682). Cambridge, MA, The MIT Press.
- Baddeley, A.D. (1986): *Working memory*. Oxford, Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. y Hitch, G.J. (1974): Working memory. En G. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation Vol. VIII* (pp. 47-90). New York, Academic Press.
- Barinaga, M. (1997): Visual system provides clues to how the brain perceives. *Science*, 275, 1583-1585
- Botella, J. (1998): La atención. En J. Monserrat (Ed.), *La percepción visual. La arquitectura del psiquismo desde el enfoque de la percepción visual* (pp.499-532). Madrid, Biblioteca Nueva.
- Broadbent, D.E. (1958): *Perception and communication*. New York, Pergamon Press.
- Broadbent, D.E. (1971): *Decision and stress*. London, Academic Press.

- 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.
- Cohen, J.D.; Farah, M.J.; Romero, R.D. y Servan-Schreiber, D. (1994): Mechanisms of spatial attention: The relation of macrostructure to microstructure in parietal neglect. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 6 (4), 377-387.
- Corbetta, M. (1998): Functional anatomy of visual attention in the human brain: Studies with Positron Emission Tomography. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain*. (pp. 95-122). Cambridge, MA, The MIT Press.
- Corbetta, M., Miezin, F.M., Dobmeyer, S., Shulman, G.L. y Petersen, S.E. (1990): Attentional modulation of neural processing of shape, color, and velocity in humans. *Science*, 248, 1556-1559.
- Cowan, N. (1988): Evolving conceptions of memory storage, selective attention, and their mutual constraints within the human information processing system. *Psychological Bulletin*, 104, 163-191.
- Cowan, N. (1995): *Attention and memory: An integrated framework*. New York, Oxford University Press.
- 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, 1673-1692.
- Dagher, A., Owen, A.M., Boecker, H. y Brokks, D.J. (1999): Mapping the network for planning: a correlational PET activation study with the Tower of London task. *Brain*, 122, 1973-1987.
- Davies, D.R., Jones, D.M. y Taylor, A. (1984): Selective and sustained attention tasks: Individual and group differences. En R. Parasuraman y D.R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 395-448). London, Academic Press.
- Derryberry, D. y Tucker, D.M. (1991): The adaptive base of neural hierarchy: Elementary motivational controls of network function. En R.A. Dienstbier (Ed.), *Nebraska Symposium on Motivation 1990* (pp. 289-342). Lincoln, University of Nebraska Press.
- Desimone, R. y Duncan J. (1995). Neural mechanisms of selective visual attention. *Annual Review of Neuroscience*, 18, 193-222.
- Deubel, H., Schneider, W.X. y Paprotta, I. (1998): Selective dorsal and ventral processing: Evidence for a common attentional mechanism in reaching and perception. En W.X. Schneider y S. Maasen (Eds.), *Mechanisms of visual attention: A cognitive neuroscience perspective* (pp. 81-108). Hove, Psychology Press.
- Downing, C.J. y Pinker, S. (1985): The spatial structure of visual attention. En M.I. Posner y O.S.M. Marin (Eds.), *Attention and performance XI* (pp. 171-188). Hillsdale, NJ, LEA.
- 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.
- Enns, J.T. y Akhtar, N. (1989): A developmental study of filtering in visual attention. *Child Development*, 60, 1188-1199.
- Eriksen, C.W. y St.James, J.D. (1986): Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception and Psychophysics*, 40, 225-240.
- Fodor, J. (1983): *The modularity of mind*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Goldberg, G. (1992): Premotor systems, attention to action and behavioural choice. En J. Kien, C.R. McCrohan y W. Winlow (Eds.), *Neurobiology of motor programme selection*. (pp. 225-249). Oxford, Pergamon Press.
- Ivry, R.B. y Robertson, L.C. (1998): *The two sides of perception*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- James, W. (1890): *The principles of psychology*. New York, Holt.
- Jeannerod, M., Arbib, M.A., Rizzolatti, G. y Sakata, H. (1995): Grasping objects: The cortical mechanisms of visuomotor transformation. *Trends in Neurosciences*, 18, 314-320.
- Johnston, W.A. y Dark, V.J. (1986): Selective attention. *Annual Review of Psychology*, 37, 43-75.
- Johnston, W.A. y Hawley, K.J. (1994): Perceptual inhibition of expected inputs, the key that opens closed minds. *Psychonomic Bulletin and Review*, 1, 56-72.
- Jonides, J. (1980): Toward a model of the mind's eye. *Canadian Journal of Psychology*, 34, 103-112.
- Kahneman, D. (1973): *Attention and effort*. Englewoods Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- Kujala, T. et al. (1995): Visual cortex activation in blind humans during sound discrimination. *Neuroscience Letters*, 183, 143-146.
- LaBerge, D. (1975): Acquisition of automatic processing in perceptual and associative learning. En P.M.A. Rabbitt y S. Dornic (Eds.), *Attention and performance V*. New York, Academic Press.
- LaBerge, D. (1995): *Attentional processing: the brain's art of mindfulness*. Cambridge, MA, Harvard University Press.
- LaBerge, D. y Brown, V. (1989): Theory of attentional operations in shape identification. *Psychological Review*, 96, 101-124.
- Ladavas, E. (1992): *The rehabilitation of visual neglect: A dissociation between automatic and voluntary orienting of attention*. Conference on Attention: Theoretical and Clinical Perspectives, 26-27 de Mayo, Toronto, Canada.
- Mesulam, M.-M. (1990): Large-scale neurocognitive networks and distributed processing for attention, language, and memory. *Annals of Neurology*, 28, 597-613.
- Milliken, B. y Tipper, S. P. (1998): Attention and inhibition. En H. Pashler (Ed.), *Attention* (pp. 191-221). Hove, Psychology Press.
- Milner, A.D. y Goodale, M.A. (1995): *The visual brain in action*. New York, Oxford University Press.
- Moruzzi, G. y Magoun, H.W. (1949): Brain stem reticular formation and activation of the EEG.

- Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1, 455-473.
- Munar, E. y Rosselló, J. (en prensa): *El estudio del desarrollo de la selección atencional a través de una tarea de clasificación rápida*. RECA-2, Segunda Reunión Científica sobre Atención, 16-18 de Septiembre de 1999, Santiago de Compostela.
- Näätänen, R. (1992): *Attention and brain function*. Hillsdale, NJ, LEA.
- Näätänen, R., Ilmoniemi, R.J. y Alho, K. (1997): Magnetoencephalography in studies of attention. En P.J. Lang, R.F. Simons y M. Balaban (Eds.), *Attention and orienting. Sensory and motivational processes*. (pp. 307-326). Mahwah, NJ, LEA.
- Navon, D. y Gopher, D. (1979): On the economy of the human processing system. *Psychological Review*, 86, 214-255.
- Neisser, U. (1976): *Cognition and reality. Principles and implications of cognitive psychology*. San Francisco, Freeman.
- Neumann, O. (1987): Beyond capacity: A functional view of attention. En H. Heuer y A.F. Sanders (Eds.), *Perspectives on perception and action* (pp.361-394). Hillsdale, NJ, LEA.
- Neumann, O. (1992): Theorien der Aufmerksamkeit: Von Metaphern zu Mechanismen. *Psychologische Rundschau*, 43, 83-101.
- Norman, D.A. y Shallice, T. (1980): *Attention to action: Willed and automatic control of behavior*. Center for Human Information Processing. Technical Report Nº 99. San Diego.
- 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.
- Parasuraman, R. (1998): *The attentive brain*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Pashler, H.E. (1998): *The psychology of attention*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Posner, M.I. (1980): Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M.I. y Dehaene, S. (1994): Attentional networks. *Trends in Neurosciences*, 17, 75-79.
- Posner, M.I. y Digirolamo, G.J. (1998): Executive attention: Conflict, target detection, and cognitive control. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain* (pp.401-424). Cambridge, MA, The MIT Press.
- Posner, M.I. y Petersen, S.E. (1990): The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Posner, M.I. y Snyder, C.R.R. (1975): Attention and cognitive control. En R.L. Solso (Ed.), *Information processing and cognition: The Loyola Symposium* (pp. 55-85). Hillsdale, NJ, LEA.
- Pribam, K.H. y McGuinness, D. (1975): Arousal, activation and effort in the control of attention. *Psychological Review*, 82, 116-149.
- Rafal, R.D. (1998) Neglect. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain*. (pp. 489-526). Cambridge, MA, The MIT Press.
- Rao, S.C., Rainer, G. y Miller, E.K. (1997): Integration of what and where in the primate prefrontal cortex. *Science*, 276, 821824.
- Rees, G., Frackowiak, R. y Frith, C. (1997): Two modulatory effects of attention that mediate object categorization in human cortex. *Science*, 275, 835-838.
- Rizzolatti, G. y Camarda, R. (1987): Neural circuits for spatial attention and unilateral neglect. En M. Jeannerod (Ed.), *Neurophysiological and Neuropsychological Aspects of Spatial Neglect* (pp. 289-313). Amsterdam, North-Holland.
- Rizzolatti, G. y Craighero, L. (1998): Spatial attention: Mechanisms and theories. En M. Sabourin, F. Craik y M. Robert (Eds.), *Advances in Psychological Science. Vol 2. Biological and Cognitive Aspects* (pp. 171-198). Hove, Psychology Press.
- 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.
- Robbins, T.W. (1997): Arousal systems and attentional processes. *Biological Psychology*, 45 (1-3), 57-72.
- Robbins, T.W. y Everitt, B.J. (1995): Arousal systems and attention. En M.S. Gazzaniga (Ed.), *The Cognitive Neurosciences* (pp. 703-725). Cambridge, MA, The MIT Press.
- Rosselló, J. (1997): *Psicología de la atención. Una introducción al estudio del mecanismo atencional*. Madrid, Pirámide.
- Rosselló, J. (1999): Selección para la percepción, selección para la acción. En E. Munar, J. Rosselló y A.S. Cabaco (Coords.), *Atención y percepción* (pp. 99-150). Madrid, Alianza.
- Rosselló, J. y Munar, E. (1994): El mecanismo atencional: estudio de las diferencias individuales. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 47 (4), 383-390.
- Ruiz-Vargas, J.M. (1993): Atención y control: modelos y problemas para una integración teórica. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 46 (2), 125-137.
- Schneider, W.X. (1995): VAM: A neuro-cognitive model for visual attention, control of segmentation, object recognition and space-based motor action. En C. Bundesen y H. Shibuya (Eds.), *Visual selective attention. A special issue of the journal Visual Cognition* (pp. 331-375). Hove, LEA.
- Shallice, T. (1988): *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Shallice, T. y Burgess, P. (1993): Supervisory control of action and thought selection. En A. Baddeley y L. Weiskrantz (Eds.), *Attention, Selection, Awareness, and Control. A Tribute to Donald Broadbent* (pp. 171-187). Oxford, Clarendon Press.
- Sheliga, B.M., Riggio, L. y Rizzolatti, G. (1995): Spatial attention and eye movements. *Experimental Brain Research*, 105, 261-275.
- Sheliga, B.M., Riggio, L., Craighero, L. y Rizzolatti, G. (1995): Spatial attention-determined modifications in saccade trajectories. *Neuroreport*, 6, 585-588.
- Shiffrin, R.M. y Schneider, W. (1977): Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84, 126-190.

- Tipper, S.P. (1992): Selection for action: The role of inhibitory mechanisms. *Current Directions In Psychological Science*, 1, 105-109.
- Tipper, S.P., MacQueen, G.M. y Brehaut, J.C. (1988): Negative priming between response modalities: Evidence for the central locus of inhibition in selective attention. *Perception and Psychophysics*, 43, 45-52.
- Treisman, A.M. (1960): Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12, 242-248.
- Treisman, A.M. (1988): Features and objects: The fourteen Bartlett memorial lecture. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 40 (A), 201-237.
- Treisman, A.M. y Gelade, G. (1980): A feature integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Tudela, P. (1992): Atención. En J.L. Fernández Trespalacios y P. Tudela (Eds.), *Percepción y atención* (pp. 119-162). En J. Mayor y J.L. Pinillos (Dirs.), *Tratado de psicología general. Vol. 3*. Madrid, Alhambra.
- Umiltà, C. (1995): Domain-specific forms of neglect. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 17 (2), 209-219.
- van der Heiden, 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.
- van der Heijden, A.H.C. (1992): *Selective Attention in Vision*. London, Routledge.
- van der Heijden, A.H.C. (1995): Modularity and attention. En C. Bundesen y H. Shibuya (Eds.) *Visual Selective Attention. A Special Issue of the journal Visual Cognition*. (pp. 269-302). Hove, LEA.
- van Zomeren, A.H. y Brouwer, W.H. (1994): *Clinical neuropsychology of attention*. New York, Oxford University Press.
- Webster, M.J. y Ungerleider, L.G. (1998): Neuroanatomy of visual attention. En R. Parasuraman (Ed.), *The attentive brain*. (pp. 19-34). Cambridge, MA, The MIT Press.
- Wickens, C.D. (1984): Processing resources in attention. En R. Parasuraman y D.R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 63-102). New York, Academic Press.