



Atención y Memoria de trabajo. Conceptos, Interacción Funcional y Principios Cognitivos y Neurofisiológicos que las Sustentan

Geisa Bearitz Gallardo Moreno y Andrés Antonio González Garrido

Laboratorio de Neurofisiología Clínica, Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Guadalajara,

Jalisco, México

Nota de Autor

Geisa Bearitz Gallardo Moreno  <https://orcid.org/0000-0001-5457-354X>

Andrés Antonio González Garrido  <https://orcid.org/0000-00003-4594-5270>

Correspondencia relacionada a este artículo deberá dirigirse a Geisa Bearitz Gallardo Moreno. Laboratorio de Neurofisiología Clínica, Instituto de Neurociencias, CUCBA, Universidad de Guadalajara. Francisco de Quevedo #180, Col. Arcos Vallarta, CP 44130. Guadalajara, Jalisco, México. Teléfono: (+52) 33 3818 0740, ext. 33359. Correo electrónico: geisa.gallardo@academicos.udg.mx

Resumen

La atención y la memoria de trabajo son dos procesos cognitivos imprescindibles para una amplia gama de actividades humanas, como el aprendizaje, la comprensión, el razonamiento y la resolución de problemas. Prácticamente toda actividad cognitiva requiere, en alguna medida, de la participación de los mecanismos neurofisiológicos que sustentan a la atención y memoria de trabajo. Aunque existe una indisoluble relación entre ambos conceptos, se entienden como dos procesos cognitivos con características diferenciales, pero que a la vez, se complementan entre sí. En este trabajo se expone nuestra comprensión de la interacción entre estos procesos, los mecanismos neurales subyacentes, los aspectos que modulan dicha interacción, así como el papel de la atención en los procesos activos de codificación, mantenimiento y manipulación de la información en memoria de trabajo. Comprender las bases neurofisiológicas y neuropsicológicas de estos procesos, la interacción entre ellos y cómo se relacionan con otros procesos cognitivos, resulta esencial tanto para la práctica clínica como para la investigación.

Palabras clave: atención, memoria de trabajo, procesos cognitivos, cognición, bases neurales.

Attention and Working Memory. Main Concepts and Neural Substrates

Abstract

Attention and working memory are two fundamental cognitive processes that underlie a wide range of human activities, such as learning, understanding, reasoning, and problem-solving. Almost all cognitive activity requires the participation of the neurophysiological mechanisms that support attention and working memory. Despite the indissoluble relationship between both concepts, they are understood as two cognitive processes with differential characteristics, but simultaneously, they complement each other. This work reviews our understanding of the interaction between these processes, the underlying neural mechanisms, the aspects that modulate said interaction, and the role of attention in the active processes of encoding, maintenance, and manipulation of information in working memory. Understanding these processes' neurophysiological and neuropsychological bases, their interaction, and how they relate to other cognitive processes is essential for clinical practice and research.

Keywords: attention, working memory, cognitive processes, cognition, neural substrates.

Atención y Memoria de trabajo. Conceptos, Interacción Funcional y Principios Cognitivos y Neurofisiológicos que las Sustentan

Tareas cotidianas como aprender, razonar, comprender el lenguaje, solucionar problemas, entre otras, requieren que procesemos información selectivamente (atención) y que podamos retener esa información en un estado accesible para operar con ella simultáneamente (memoria de trabajo), es decir, son procesos íntimamente relacionados. Aunque estos conceptos han recibido mucha atención de la Psicología Cognitiva y las Neurociencias, normalmente se estudian por separado y cuesta comprender la relación entre ellos. Además, existen muchos modelos de atención desde los años sesenta y varios modelos de memoria de trabajo, algunos muy poco conocidos y complejos de entender. Por si fuera poco, no siempre se utilizan los mismos términos en los modelos para referirse a elementos similares. Aunque ha existido un gran interés en comprender la relación intrínseca entre atención y memoria de trabajo, esta sigue sin aclararse por completo. Es por ello que las definiciones que se realizan en esta revisión están más dirigidas a una diferenciación metodológica con propósitos educativos y de comprensión fenomenológica, que a una verdadera distinción taxonómica.

El presente texto trata de explicar de una manera sencilla el concepto de atención, los tipos de atención propuestos por distintos autores, así como sus bases neurales. No hemos considerado mencionar modelos de atención dado que ese tema merecería una revisión independiente y mucho más integral. No obstante, al tratar de explicar qué es la memoria de trabajo, es inevitable hablar de al menos un par de modelos teóricos, sobre todo porque uno de ellos se podría decir que “nace” junto con el propio concepto de “memoria de trabajo” y, por tanto, ayuda a comprender la naturaleza de este proceso. Por otro lado, el modelo alternativo contempla justamente el papel de la atención dentro de la memoria de trabajo. También explicaremos brevemente las bases neurales de la memoria de trabajo y concluiremos abordando los procesos que se relacionan tanto con la atención como con la memoria de trabajo, así como la interacción entre ellos.

De nuevo aclaramos que la presente revisión no pretende ser exhaustiva, sino más bien dirigida a aquellos estudiantes que se inician en el conocimiento de los procesos cognitivos, a modo de invitación a profundizar en estos temas.

Concepto y Taxonomía General de la Atención

Usualmente entendemos por **atención**, la capacidad de centrar la mente en un estímulo o tarea y de inhibir el procesamiento de otros estímulos irrelevantes. Algunos autores han destacado la imposibilidad práctica de lograr una definición unitaria para este constructo teórico que es la atención (“*no one knows what attention is*”, Hommel et al., 2019), pero podría aceptarse que cuando hablamos de “atención” en general, nos referimos a la capacidad de controlar de forma flexible recursos de procesamiento cerebral limitados. La atención es una función cognitiva central, que permite filtrar y seleccionar la información conductualmente relevante en el ambiente (Alves et al., 2022).

El concepto de “atención” ha generado múltiples interpretaciones en las Neurociencias Cognitivas y la Psicología, determinando la aparición de varios modelos teóricos sobre su significado real y cuáles resultan los mecanismos neurales que la sustentan. En este sentido, se pueden distinguir varios tipos de atención, desde aquél concepto relacionado con el nivel de

“activación, “excitación” o nivel de “alerta” del sujeto, referido esencialmente a la capacidad variable de interacción con el entorno, cuyos niveles solamente resultan distinguibles entre sí de acuerdo con los procesos físicos y fisiológicos que representan (Lindsley, 1988). En este sentido, se han usado términos como “**vigilancia**” (del inglés *vigilance*) para referirse a la habilidad para *sostener la atención* -por cierto periodo de tiempo- hacia una tarea (Davies y Parasuraman, 1982), “**excitación**” (del inglés *arousal*) para designar una activación no-específica de la corteza cerebral con relación a los ciclos sueño-vigilia, o “**alertamiento**” (del inglés *alertness*) que suele sobrelapar a la “excitación” pero incluyendo cierto procesamiento cognitivo. En este último se distinguen el **alertamiento fásico** relacionado con la *respuesta de orientación* (Sokolov, 1963), definida como un cambio involuntario en el foco de atención que constituye uno de los mecanismos primarios de supervivencia (Friedman et al., 2001; Ranganath y Rainer, 2003) y el **alertamiento tónico** que suele usarse como un sinónimo de vigilancia y atención sostenida (Nebes y Brady, 1993; Posner y Petersen, 1990).

Como se ha constatado anteriormente, existen muy diversos conceptos de atención y formas de clasificarlos dependiendo de los criterios taxonómicos que se sigan. Una clasificación común se basa en el nivel de conciencia o control que requiere la atención. Según este criterio, se pueden distinguir los siguientes tipos de atención:

Atención Voluntaria. Es la atención que se dirige de forma consciente y deliberada a un estímulo o tarea. En este sentido, la “conciencia” en su acepción más básica (conciencia sensorial) define la capacidad de reportar o informar el contenido de experiencias subjetivas (ver Nieder, 2022 para revisión del tema).

La atención voluntaria también se reconoce por estar guiada hacia un objetivo y es conocida como atención “*top-down*” o **endógena**. **En este tipo de atención asume un papel relevante la experiencia individual, modificada y consolidada a través del tiempo. Refleja el despliegue de los recursos de procesamiento atencional con base a las expectativas del individuo y sus objetivos.** Tarda más en desplegarse (~300 ms) y puede mantenerse dirigida al objetivo (Ling y Carrasco, 2006; Muller y Rabbitt, 1989).

Atención Involuntaria. Es la atención que se dirige de forma automática e incontrolable por un estímulo que llama la atención. La atención involuntaria es guiada por un estímulo (ej. guiada por estímulos externos del ambiente) y referida como atención **exógena** o “bottom up” (Posner y Cohen, 1984). Depende básicamente de la información entrante desde las distintas modalidades sensoriales y representa aquellas circunstancias en las que el individuo carece de expectativas claras o de un conocimiento previo consolidado sobre esta información, conocimiento que le permita anticiparla en alguna medida. Esta modalidad de atención se produce de forma rápida y transitoria (~80-120 ms) (ver Eimer et al., 1996 para revisión).

Además de estas clasificaciones generales, existe una clasificación propuesta por Sohlberg y Mateer (1987) que parte de la observación clínica de pacientes con daño cerebral. Es una clasificación ampliamente utilizada en el ámbito de la neuropsicología clínica y se ha ido enriqueciendo con la aportación de numerosos autores. Los tipos de atención propuestos son:

Atención Sostenida. Es la capacidad de dirigir y centrar la actividad cognitiva en estímulos específicos durante periodos prolongados de tiempo. El sostenimiento de la atención es un requisito básico para el procesamiento de la información (Gallen et al., 2023).

Atención Selectiva. Definida como la capacidad de centrarse en un estímulo o tarea específico, ignorando otros estímulos. Se reconoce como el proceso cognitivo de atender uno o

pocos estímulos sensoriales (es decir, externos e internos) mientras se ignoran o suprimen todos los demás estímulos que se consideran irrelevantes para la tarea a cumplir en ese momento (Murphy et al. 2016).

Atención Dividida. Es la capacidad de procesar más de una información a la vez, integrando en paralelo múltiples estímulos (Cristofori y Levin, 2015; Murphy y Castel, 2023).

Atención Alternante. Es la capacidad de pasar de una tarea a otra de forma rápida y eficiente (alternar entre tareas). La atención alternante permite detener una tarea para participar en otra y, luego poder volver a la tarea inicial. De manera similar a la atención dividida, la atención alterna permite cambiar el enfoque y alternar entre tareas, pero con la diferencia de que no involucra la ejecución simultánea de varias actividades (Hennawy et al., 2019).

Bases Neurales de la Atención

Como se puede colegir de lo anteriormente expuesto, la atención es un proceso complejo que requiere la participación de diferentes estructuras cerebrales. Estas estructuras pueden no estar adyacentes o conectadas físicamente desde el punto de vista anatómico, pero sí “conectadas” funcionalmente, es decir, sus neuronas comparten información de manera continua y organizada en patrones de activación espaciotemporal, lo que se conoce como redes cerebrales (Power et al., 2010; van den Heuvel y Hulshoff, 2011). Se acepta que múltiples áreas de las cortezas prefrontal, parietal y temporal desempeñan un papel fundamental en las redes cerebrales que procesan la atención.

La importante e innovadora revisión realizada por Posner y Petersen en 1990, postulaba tres definiciones básicas sobre el sistema atencional: a) que la atención estaba constituida por diferentes sistemas de procesamiento, separados desde el punto de vista anatómico y encargados de lidiar con la entrada de estímulos y la toma de decisiones, produciendo salidas en cada caso; b) que los sistemas de procesamiento atencional se basan en redes de estructuras anatómicas y, c) que en términos cognitivos, se puede distinguir el papel diferencial de la contribución funcional de cada estructura anatómica al procesamiento atencional.

Las tres redes atencionales originalmente descritas por Posner y Petersen comprendían una **red de alertamiento** asentada en el tallo cerebral y el hemisferio derecho, a cargo de generar un estado de vigilancia tal, que preparara al individuo para detectar y responder ante un estímulo esperado. También incluía la **red de orientación**, básicamente dependiente de la corteza parietal y responsable de priorizar determinada entrada sensitiva vía selección de una modalidad o localización determinadas. Finalmente, el modelo se completó con la postulación de una **red ejecutiva** que incluía la corteza cingulada anterior y la región frontal medial, aparentemente encargada del enfoque atencional en un blanco específico, lo que implicaba la comprensión de que el sistema atencional tiene capacidades y recursos de procesamiento limitados (ver Petersen y Posner, 2012, para revisión actualizada de los postulados iniciales).

El reciente e impetuoso desarrollo de las técnicas de imagen ha redefinido un poco la conceptualización inicial de las redes atencionales, aunque conservando la esencia de los postulados originales. Con el uso de estas técnicas novedosas, la localización de áreas funcionales de los sistemas de atención ha permitido identificar dos redes neurales segregadas: una red que parece subyacer a los procesos atencionales impulsados o guiados por estímulos (*bottom-up*) o red de atención ventral o “anterior” desde el punto de vista anatómico (ventral attention network [VAN], por sus siglas en inglés) y una red que media los procesos atencionales

impulsados o guiados por objetivos (*top-down*) o red de atención dorsal o “posterior” anatómicamente (dorsal attention network [DAN], por sus siglas en inglés).

Existen múltiples diferencias en cuanto a la distribución topográfica de ambas redes atencionales. La VAN por ejemplo, se ha reportado como marcadamente lateralizada hacia el hemisferio derecho (Corbetta et al., 2008; Downar et al., 2000), teniendo como principales estructuras participantes la unión temporoparietal y la corteza prefrontal ventrolateral, mientras que la DAN resulta más equitativamente distribuida entre ambos hemisferios (Amemiya et al., 2021) involucrando esencialmente el surco intraparietal, el lóbulo parietal superior y los campos orbitales frontales. Desde el punto de vista funcional, se ha demostrado que la DAN codifica y modula la actividad *top-down* sensorial, influyendo amplias regiones relacionadas con este tipo procesamiento en todas las modalidades (olfatoria, auditiva, visual y somestésica) (Corbetta y Shulman, 2002).

La extensión de las relaciones funcionales y áreas de control de ambas redes atencionales no solo involucra elementos de tipo cortical, sino también una amplia participación de regiones subcorticales, como el núcleo cuneiforme, la cabeza del caudado, el núcleo interpeduncular, lóbulos cerebelosos, núcleo pulvinar y mediodorsal del tálamo, colículo superior y núcleo pálido del rafe, entre otras estructuras, con amplia superposición de actividad entre ambas redes (ver Alves et al., 2022 para extensa revisión). Pero ¿cómo podría establecerse una relación temporal estable entre tan variadas regiones y estructuras anatómicas que permitiera una participación funcional coordinada? Evidencia reciente que proviene del estudio electrofisiológico de los cambios en la actividad funcional cerebral para la ejecución de tareas específicas ha permitido demostrar que las oscilaciones rítmicas cerebrales (particularmente en la banda theta 3-8 Hz) participan en la guía *top-down* de la conducta lo que revela que las oscilaciones theta subyacen a la organización funcional de las redes atencionales (Busch et al., 2009; Flenry y Obleser, 2012; Helfrich et al., 2019; Mathewson et al., 2009). Además, la actividad theta en las cortezas frontales parece asociada con una reorientación activa de la atención (Proskovec et al., 2018).

En este sentido, se ha observado que cuando se presenta una pista que indica la modalidad sensorial que se requiere atender, se produce un incremento anticipado de la potencia de las oscilaciones para alpha/beta (12-20 Hz) en la VAN, lo que sugiere que la supresión de la VAN evita el desvío de la atención hacia los distractores (Solís-Vivanco et al., 2021).

Concepto y Modelos más Usados para Describir el Procesamiento en Memoria de Trabajo

La “*memoria de trabajo*” (MT) se define como la capacidad de almacenar y manipular información temporalmente para realizar tareas cognitivas complejas. Este concepto tiene como antecedente el estudio de la memoria y el modelo modal propuesto por Atkinson y Shiffrin (1968). El modelo modal dividía a la memoria en tres subcomponentes principales interdependientes: un banco de registro sensorial, un almacén a corto plazo y un almacén a largo plazo. Sin embargo, distinguieron el mantenimiento de la información como un periodo corto y limitado de tiempo (memoria a corto plazo) del procesamiento interactivo de esta información con los registros sensoriales y el almacén de largo plazo. También asumía que la memoria de trabajo, era una memoria a corto plazo que tenía un rol importante en la cognición. La principal crítica venía justamente de la observación de situaciones clínicas donde una afectación del almacén a corto plazo, podía coexistir con un desempeño cognitivo normal. Por esta razón y derivado de sus

propios experimentos, Baddeley y Hitch distinguieron a la memoria a corto plazo como únicamente un almacén temporal de información y a la memoria de trabajo como una combinación de almacenamiento y manipulación simultánea de la información. Por tanto, propusieron un modelo denominado “modelo multicomponentes de MT” (Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley et al., 2019), que sigue resultando el más empleado hasta la actualidad.

En el modelo de multicomponentes se define a la MT como un sistema de capacidad limitada, que provee un almacenamiento temporal de información, la cual se puede manipular para el desempeño de diversas actividades cognitivas. Además, no es un sistema unitario, sino que puede dividirse en al menos cuatro componentes principales. Dichos componentes pueden considerarse como módulos, en el sentido de que involucran sistemas de almacén y procesamiento. Los módulos están estrechamente relacionados entre sí y conectados con otros sistemas remotos, como la percepción y la memoria a largo plazo ([MLP], Baddeley, 2012).

El primer componente del modelo es el sistema ejecutivo central, el cual funciona como el controlador de procesos. Se encarga de la actualización y recuperación de la información, así como de la distribución de recursos atencionales. El ejecutivo central es independiente de los llamados “subsistemas esclavos”, llamados así porque su operación funcional depende del propio ejecutivo central. Inicialmente se describieron dos de estos subsistemas: el bucle fonológico (“*phonological loop*” que recibe la información verbal-fonológica-auditiva) y un sistema análogo para la información visoespacial (“*visoespatial sketchpad*” o agenda visoespacial: Baddeley, 2012; Baddeley y Hitch, 1974; Baddeley et al., 2019). Posteriormente se añadió al modelo otro componente, el búfer episódico (“*episodic buffer*”: Baddeley, 2010; Baddeley et al., 2018; Baddeley y Logie, 1999), el cual es capaz de almacenar información en un código multidimensional, mediante la creación de episodios coherentes accesibles conscientemente, por lo que la interacción con los subsistemas esclavos es constante, de igual manera que con la MLP, que es considerada como un almacén dinámico que nos permite codificar y mantener una gran cantidad de información de cualquier modalidad sensorial por un periodo prolongado de tiempo (Baddeley, 2000).

Si describimos funcionalmente cada uno de los componentes del Modelo Multicomponentes de MT, podríamos señalar que al bucle fonológico corresponde el mantener y manipular información verbal escrita y/o auditiva, con una capacidad limitada de operación y duración breve. Además, se encarga de la subvocalización, que sustenta el mantenimiento activo de la información y su transferencia a MLP (Baddeley et al., 2018; Baddeley y Logie, 1999). En su caso, la agenda visoespacial desempeña un papel similar al del bucle fonológico, pero en lo concerniente al procesamiento de información visual y espacial, coincidiendo en cuanto a su limitada capacidad y duración procesal. El modelo divide la agenda visoespacial en el “*visual cache*” (caché visual), a cargo del procesamiento de información de esta modalidad sensorial y el “*inner scribe*” (escritura interior), que incluye una repetición activa involucrada en el procesamiento de información espacial y de movimiento (Baddeley y Logie, 1999; Logie, 2003).

Originalmente el modelo se completaba con el “ejecutivo central”, como gran coordinador de los subsistemas “esclavos” mencionados y siendo responsable del control atencional, el sostenimiento de la información y la regulación del sistema (Baddeley, 2010). Sin embargo ante la insuficiencia del modelo para explicar la interrelación con el conocimiento ya adquirido en memoria a largo plazo, surge el concepto de “buffer episódico” (Baddeley, 2000), como integrador multimodal de los “episodios” en procesamiento y vínculo entre MT y la memoria a largo plazo.

Un modelo alternativo al de multicomponentes de MT y que ha recibido gran interés por los teóricos de este tipo de memoria, es el modelo de MT postulado por Cowan (1988). Este autor criticó la poca flexibilidad del modelo multicomponentes y la exclusión que este hacía de modalidades sensoriales tales como el tacto, por lo que postula un nuevo concepto como sistema de procesos “embebidos” o integrados (Cowan, 2005) con etapas distintivas: codificación, mantenimiento, manipulación y recuperación de información y la ventaja de que, aunque reconoce las limitaciones intrínsecas de MT, hace énfasis en la atención y su control, así como en la interacción temporo-espacial entre MT y los contenidos en memoria a largo plazo (Cowan, 2014). Este modelo trata de explicar que la memoria a corto plazo es parte de la memoria a largo plazo, a su vez que la memoria de trabajo está contenida (“embebida” o “integrada”) en la memoria a corto plazo, ya que constituye un almacén temporal al igual que ésta. De igual manera, se considera un foco atencional que es parte de la memoria de trabajo y que puede dirigirse hacia estímulos externos, pero también hacia estímulos internos (hacia el material ya almacenado en memoria a largo plazo) lo que permite que la memoria de trabajo disponga simultáneamente tanto de la información entrante, como de la ya almacenada para su operación.

Bases Neurales de la Memoria de Trabajo

Reconociendo que la MT es un proceso cognitivo que subyace a una amplia gama de actividades y resulta esencial para el aprendizaje, la comprensión, el razonamiento y la resolución de problemas, podemos concluir entonces que prácticamente toda actividad cognitiva requiere, en alguna medida, de la participación de los mecanismos neurofisiológicos que sustentan la MT, desde seguir instrucciones, aprender un nuevo concepto, resolver un problema matemático, leer un texto, mantener una conversación, conducir un automóvil, entre muchos otros ejemplos de actividades cotidianas.

El procesamiento de la memoria de trabajo se sustenta en la participación funcional de una amplia red de estructuras cerebrales que, en términos generales incluye:

- Corteza prefrontal: responsable de la planificación, el control inhibitorio y la flexibilidad cognitiva.
- Corteza parietal: a cargo de la atención espacial y la orientación.
- Corteza temporal: responsable del procesamiento del lenguaje y la memoria auditiva.

Puede decirse que la red fronto-parietal que incluye estructuras como la corteza prefrontal, el polo frontal, el cíngulo anterior, la corteza premotora y la corteza parietal constituye la base sustentante principal de MT, siendo el fascículo longitudinal superior el tracto eje de su conectividad anatómica (ver Janelle et al., 2022 para revisión).

La corteza prefrontal participa activamente en el mantenimiento y recuperación de información, el control atencional y la coordinación de las áreas que reciben la información sensorial o material que debe mantenerse en memoria (Cowan, 1999; Riley y Constantinidis, 2016; Wickelgren, 1997). La corteza prefrontal permite la representación neural de un estímulo, aún en su ausencia física (Funahashi et al., 1989), por lo que se infiere involucrada en el reconocimiento de la identidad de objetos y su localización espacial. Esta capacidad distintiva de la corteza prefrontal le permite el control del flujo del procesamiento de los estímulos entrantes y su discriminación *a priori*, basada en el conocimiento previo sobre la potencial relevancia de los mismos para el instante en que aparecen (“*top-down*”) y el control sobre la distribución dinámica

de recursos atencionales con alta participación de la vía colinérgica (relaciones funcionales interneurales mediadas por el neurotransmisor acetilcolina) (Nyberg, 2018; Paneri y Gregoriou, 2017, para revisión extensa del tema).

Se acepta que la corteza prefrontal no constituye un área para el almacenamiento de información, sino que desempeña un papel relevante en el mantenimiento de aquella relacionada con representaciones mentales de alto orden, lo que incluye reglas, material abstracto y factores ejecutivos de MT, con una distribución topográfica funcional específica (D'Esposito y Postle, 2015). Además, la corteza prefrontal influye de manera distintiva sobre el tipo de material que se procesa en áreas como la corteza parietal y campo orbicular frontal (mantenimiento de la localización espacial), o cuando se trata de información verbal, interactuando con el área de Broca y la región parietal inferior (Curtis y D'Esposito, 2003), probablemente vía sincronización neuronal prefrontal/parieto-occipital (Johnson et al., 2017).

Tanto la corteza cingulada anterior, como la corteza parietal y áreas subcorticales como los ganglios basales y el cerebelo participan de forma activa en la codificación y recuperación de información verbal, así como en la integración estimuladora que respalda la toma de decisiones (Chai et al., 2018). El cíngulo anterior parece esencialmente involucrado en el control cognitivo y se ha definido como una base probable de las estrategias individuales. El cerebelo por su parte, participa en procesos atencionales -especialmente la atención visual- y la representación de la localización visoespacial (Brissenden y Somers, 2019), mientras que los ganglios basales se asume que desempeñan un papel importante en enfocar un objetivo definido al suprimir elementos distractores (Moore et al., 2013), posiblemente vía una modulación de tipo dopaminérgica (D'Esposito y Postle, 2015).

Finalmente, la corteza temporal desempeña un papel crucial en la retención de vínculos relacionales complejos entre los elementos memorizados. En particular el lóbulo temporal medial interviene en la interacción entre el muestreo activo del ambiente y la memoria, participando en la selección de la información entrante a la MT, así como en la transferencia desde memoria a largo plazo a la MT (ver Pollmann y Schneider, 2022 para revisión extensa).

Diferencias Conceptuales entre Atención y Memoria de Trabajo

Aunque existe una indisoluble relación entre ambos conceptos, la atención y la memoria de trabajo se entienden como dos procesos cognitivos con algunas características diferenciales, donde la atención transcurre en el presente, es de naturaleza selectiva y limitada en su capacidad. Mientras tanto, la memoria de trabajo puede referirse al pasado, presente o futuro, con una naturaleza mucho más compleja y también con capacidad limitada, aunque algunos autores aceptan la noción de que esta capacidad es potencialmente ampliable con un entrenamiento adecuado, entendiéndose "ampliación", como un posible incremento en la eficiencia operativa de cualquiera (o todas) las etapas integrantes de procesamiento.

A pesar de la distinción entre ambos conceptos, la atención y la memoria de trabajo se conceptualizan como procesos cognitivos complementarios entre sí. En términos prácticos, puede aceptarse que la atención permite a la persona centrarse en una información relevante, mientras que la memoria de trabajo le permite manipular esa información para realizar tareas más complicadas.

Principales Procesos Cognitivos Implicados en la Atención

La atención es un proceso complejo que involucra la participación de diferentes procesos cognitivos, que incluyen:

Percepción. Definida como el proceso de adquirir información a través de los sentidos (vista, oído, tacto, olfato y gusto). La atención comienza con la percepción y esta nos permite exponernos a los estímulos que nos rodean e identificarlos, determinando en cada instante de tiempo si son relevantes o no para la tarea que ejecutamos en ese momento. Una vez que los estímulos han sido percibidos, deben ser procesados para que podamos comprenderlos. Este procesamiento incluye la interpretación y la comprensión de la información percibida (Rogers, 2017). Por ejemplo, para escuchar un sonido, el oído detecta una onda de presión que es convertida (este paso se conoce como “transducción”) a impulsos eléctricos que son transmitidos por el nervio coclear hasta las áreas cerebrales especializadas que pueden entonces determinar qué sonido es, de dónde proviene y si es o no relevante para lo que se está haciendo en ese momento.

Memoria a Corto Plazo. Capacidad de almacenar información durante un breve período de tiempo. La información que es relevante para la tarea que se desarrolla “en línea”, debe ser almacenada temporalmente en la memoria a corto plazo, lo que resulta indispensable para la ejecución de tareas más complejas (se debe de recordar que MT, es una modalidad de memoria a corto plazo) (Cowan, 2017). Por ejemplo, cuando alguien nos da una dirección y la “sostenemos” en memoria hasta que podemos anotarla en nuestra agenda.

Memoria a Largo Plazo. Es la capacidad de almacenar información durante períodos de tiempo prolongados. De hecho, la información relevante para la tarea que se desarrolla en el momento en que esta se adquiere, usualmente interactúa con el conocimiento previo del individuo y de resultar útil y reforzar o modificar el conocimiento recolectado, podrá posteriormente ser almacenada de forma más estable en la “memoria a largo plazo”. Este proceso es imprescindible para el aprendizaje y la comprensión (Cowan et al., 2021).

Control Inhibitorio. Capacidad para inhibir la atención a estímulos irrelevantes. La atención es un proceso selectivo y con capacidad limitada, por lo que es imprescindible suprimir cualquier procesamiento ulterior de estímulos que no representan una prioridad para la tarea “en línea”. El control inhibitorio permite ignorar los estímulos no relevantes para la tarea en curso, mientras se conserva la atención hacia aquellos que sí lo son (Tiego et al., 2018).

Flexibilidad Cognitiva. Capacidad de modificar, adaptativamente, el foco de atención. La atención es un proceso dinámico, por lo que debemos ser capaces de cambiar el foco de atención de forma rápida y eficiente de un material a otro, sin perder la secuencia u objetivo de la acción (Dajani y Uddin, 2015).

Principales Procesos Cognitivos Implicados en la Memoria de Trabajo

Los procesos cognitivos implicados en la memoria de trabajo incluyen (Cowan, 2017; Cowan et al., 2021):

Codificación. El cerebro percibe información sensorial del mundo exterior y la transforma (o “codifica”) en códigos eléctricos neurales para almacenarla posteriormente, lo que constituye el paso inicial en el aprendizaje y la memoria.

Almacenamiento. Es la capacidad de retener información durante un período de tiempo determinado. Es decir, la memoria de trabajo tiene una capacidad limitada para almacenar la

información disponible, por lo que solo puede mantener una pequeña cantidad de información a la vez para ser procesada por un corto tiempo. Esta característica la define como una modalidad de memoria a corto plazo.

Manipulación. Es la capacidad de realizar operaciones cognitivas sobre la información almacenada. Estas operaciones pueden incluir: a) *combinar*, conjuntar dos o más elementos de información para crear un nuevo material resultante, b) *dividir*, refiriéndose este término a la partición operativa de determinado material informativo en dos o más elementos de información, c) *ordenar*, organizar la información en un orden específico y, finalmente, d) *representar*, que se refiere al cambio en la forma en que se representa la información.

Transferencia. Es la capacidad de transferir información de la memoria de trabajo a la memoria a largo plazo. La memoria a largo plazo tiene una capacidad conceptualmente ilimitada, porque aunque tiene límites físicamente finitos, puede transformarse dinámicamente, es decir, incorporar modificaciones que actuarían como información novedosa a todo lo largo de la vida.

Además de estos procesos cognitivos, Cowan (2017) también considera que hay otros procesos implicados como la inhibición y la flexibilidad, ya que al estar relacionados con la atención, se consideran también importantes en la MT. Todos estos procesos mencionados son necesarios para realizar tareas complejas que requieren un alto nivel de atención y concentración, como por ejemplo, hacer una compra y verificar que el cambio recibido por el cajero es correcto, también para mantener una conversación coherente con otra persona, para comprender textos, entre otras muchas actividades de la vida diaria.

Interacción entre Atención y Memoria de Trabajo

Resulta un tanto obvio asumir que la atención es primordial en el proceso de codificación en memoria de trabajo. Esta idea se reconoce desde hace mucho tiempo y no es objeto de discusión. Se ha considerado que la atención actúa como una “puerta de entrada” a la información que se procesará en memoria de trabajo (Fougnie, 2008). En otras palabras, la atención es un mecanismo para seleccionar y priorizar representaciones (“huellas” o “constructo” en memoria), puesto que mantener un set de representaciones en memoria de trabajo significa seleccionarlas de entre todas las representaciones posibles de acuerdo a nuestros objetivos y tenerlas disponibles para las operaciones cognitivas posteriores (Oberauer, 2019). Cuando vemos, por ejemplo, el símbolo que representa la marca comercial “Apple”, se activan todas las representaciones mentales que tenemos almacenadas y que son reconocibles como “manzana”. Solo la experiencia y el conocimiento de que este logo representa los productos de una compañía comercial nos permite distinguirlo del dibujo de la fruta que conocemos. Es por ello que esta interacción requiere de la habilidad de ejercer un control *top-down* sobre la información que se seleccionará (Awh et al., 2006). Justamente, se han utilizado los términos de *control atencional* o *atención ejecutiva* para referirse específicamente a la atención que se dirige a nuestros propios objetivos y acciones, incluyendo la selección de una respuesta (Szmalec et al., 2005). Es decir, la atención ejecutiva pone en marcha y controla la inhibición de las distracciones (tanto internas como externas) para proteger el objetivo de la tarea que estamos llevando a cabo en determinado momento, pero también permite hacer cambios entre una tarea y otra si fuera necesario (Oberauer, 2019). La atención ejecutiva es un mecanismo completamente *top-down*, por tanto, es voluntario y ayuda al individuo a desconectar la atención del foco actual, orientar la atención a un nuevo estímulo y modular selectivamente estímulos

entrantes de acuerdo a nuestros objetivos, por lo que resulta relevante para el procesamiento de la memoria de trabajo, principalmente para el mantenimiento de la información, así como la manipulación y actualización de ésta (Engle, 2018; Hopfinger et al., 2000).

De acuerdo con lo anterior, podemos hablar de dos mecanismos por los que la atención y memoria de trabajo interactúan. El primero se refiere a la atención como proceso para seleccionar información. La información puede seleccionarse desde la percepción (estímulos externos) o desde la memoria a largo plazo (información previa del individuo). En el primer caso, los estímulos que se sabe desde el inicio que son irrelevantes, se pueden filtrar eficazmente (Baddeley et al., 1993). Por otro lado, para que el sistema de memoria de trabajo funcione adecuadamente, tiene que extraer información de la memoria a largo plazo, seleccionando solo la información que es relevante para la tarea que está llevando a cabo (Oberauer, 2009).

El segundo mecanismo se trata del control atencional o *atención ejecutiva*, el cual resulta relevante para lograr mantener la información que se ha seleccionado previamente mientras se necesite, pero también para removerla cuando ya no se requiera y actualizarla, ya que no siempre es necesario remover todo el material, sino solo actualizar la información o una parte de ella. Además, también tenemos la capacidad de seleccionar items individuales dentro de un set de información que está procesándose en memoria de trabajo en ese momento. Esta capacidad de selección “en línea” es el foco de atención en memoria de trabajo, que según la variabilidad individual o el uso de diferentes estrategias, podría incluir más de un solo item dentro de un set de información (ver Oberauer, 2013 para una revisión más extensa). Este foco de atención en memoria de trabajo, tal como propone Cowan (1988) en su modelo, es el encargado de dirigir los recursos hacia items individuales o hacia un subset específico y seleccionarlos para manipularlos o usarlos como entrada para operaciones cognitivas posteriores.

Consideraciones Finales

Si bien es cierto que existen numerosos estudios en la literatura sobre la atención y memoria de trabajo y se ha logrado un amplio conocimiento en estos tópicos, muchas cuestiones permanecen sin dilucidar como el beneficio potencial de entrenar la memoria de trabajo, la interacción neural entre las redes “atencionales” y las de control, entre muchas otras. La relación entre atención y memoria de trabajo es multifacética y difícil de abordar, ya que en la realidad resultan ser fenómenos indisolubles y sobrelapados en el dominio del tiempo. No obstante, en el presente texto hemos intentado revisar las principales y más comunes definiciones de la atención y la memoria de trabajo, sus procesos componentes y bases neurofisiológicas más relevantes y actualmente consolidadas en la literatura. Podemos concluir que tanto la atención como la memoria de trabajo resultan procesos cognitivos estrechamente relacionados y que son fundamentales para realizar actividades cotidianas. No hacemos énfasis en aspectos principales de la expresión de estos procesos como el contexto y demandas ambientales, las diferencias individuales, las diferencias debidas al sexo, entre otras, pero sí en que ambas son imprescindibles para ejecutar tareas cognitivas cotidianas. Tampoco hemos abordado aspectos clínicos en casos como alteración de estos procesos durante el neurodesarrollo, en caso de lesión cerebral o del deterioro cognitivo asociado al envejecimiento. Sin embargo, es importante resaltar la importancia de que estos procesos funcionen de manera típica por su papel en el aprendizaje y la integración plena del individuo en la sociedad.

Referencias

- Alves, P. N., Forkel, S. J., Corbetta, M., y Thiebaut de Schotten, M. (2022). The subcortical and neurochemical organization of the ventral and dorsal attention networks. *Communications Biology*, 5(1), 1343. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-04281-0>
- Amemiya, K., Naito, E., y Takemura, H. (2021). Age dependency and lateralization in the three branches of the human superior longitudinal fasciculus. *Cortex*, 139, 116–133. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.02.027>
- Atkinson, R. C., y Shiffrin, R. M. (1968). Human Memory: A proposed system and its control processes. En K. W. Spence y J. T. Spence (Eds.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 2, pp. 89–195). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60422-3](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60422-3)
- Awh, E., Vogel, E. K., y Oh, S.-H. (2006). Interactions between attention and working memory. *Neuroscience*, 139, 201-208. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2005.08.023>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(00)01538-2)
- Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current Biology*, 20(4), 136-140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>
- Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1–29. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-120710-100422>
- Baddeley, A. D., y Hitch, G. (1974). Working Memory. En G. H. Bower (Ed.), *Psychology of learning and motivation* (Vol. 8, pp. 47–89). Academic Press. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., y Allen, R. J. (2018). From short-term store to multicomponent working memory: The role of the modal model. *Memory and Cognition*, 47, 575–588. <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0878-5>
- Baddeley, A. D., Hitch, G. J., y Allen, R. J. (2019). From short-term store to multicomponent working memory: The role of the modal model. *Memory & Cognition*, 47(4), 575–588. <https://doi.org/10.3758/s13421-018-0878-5>
- Baddeley, A. D., y Logie, R. H. (1999). Working memory: The multiple-component model. En A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 28–61). Cambridge University Press.
- Baddeley, A. D., Papagno, C., y Andrade, J. (1993). The sandwich effect: The role of attentional factors in serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 19, 862–870. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.19.4.862>
- Brissenden, J. A., y Somers, D. C. (2019). Cortico–cerebellar networks for visual attention and working memory. *Current Opinion in Psychology*, 29, 239-247. <https://doi.org/10.1016/j.copsy.2019.05.003>
- Busch, N. A., Dubois, J., y VanRullen, R. (2009). The phase of ongoing EEG oscillations predicts visual perception. *Journal of Neuroscience* 29, 7869–7876. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0113-09.2009>
- Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., y Abdullah J. M. (2018). Working memory from the psychological and neurosciences perspectives: A review. *Frontiers in Psychology*, 9, 401. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00401>

- Corbetta, M., Patel, G., y Shulman, G. L. (2008). The reorienting system of the human brain: From environment to theory of mind. *Neuron*, 58, 306–324. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2008.04.017>
- Corbetta, M., y Shulman, G. L. (2002). Control of goal-directed and stimulus-driven attention in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 3, 201–215. <https://doi.org/10.1038/nrn755>.
- 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. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.104.2.163>
- Cowan, N. (1999). An embedded-processes model of working memory. En A. Miyake y P. Shah (Eds.), *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control* (pp. 62–101). Cambridge University Press.
- Cowan, N. (2005). *Working memory capacity*. Psychology Press. <https://psycnet.apa.org/doi/10.4324/9780203342398>
- Cowan, N. (2014). Working memory underpins cognitive development, learning, and education. *Educational Psychology Review*, 26(2), 197–223. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9246-y>
- Cowan, N. (2017). The many faces of working memory and short-term storage. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24, 1158–1170. <https://doi.org/10.3758/s13423-016-1191-6>
- Cowan, N., Morey, C. C., y Neveh-Benjamin, M. (2021). An embedded-processes approach to working memory. En R. Logie, V. Camos, y N. Cowan (Eds.), *Working memory. State of the science* (pp. 44–84). Oxford University Press.
- Cristofori, I., y Levin, H. S. (2015). Traumatic brain injury and cognition. En J. Grafman y A. M. Salazar (Eds.), *Handbook of clinical neurology* (Vol. 128 (3rd series) Part II). Elsevier B.V.
- Curtis, C. E., y D'Esposito, M. (2003). Persistent activity in the prefrontal cortex during working memory. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(9), 415–423. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(03\)00197-9](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(03)00197-9)
- D'Esposito, M., y Postle, B. R. (2015). The cognitive neuroscience of working memory. *Annual Review of Psychology*, 66(1), 115–142. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010814-015031>
- Dajani, D. R., y Uddin, L. Q. (2015). Demystifying cognitive flexibility: Implications for clinical and developmental neuroscience. *Trends in Neurosciences* 38(9), 571–578. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2015.07.003>
- Davies, D. R., y Parasuraman, R. (1982). *The psychology of vigilance*. Academic Press.
- Downar, J., Crawley, A. P., Mikulis, D. J., y Davis, K. D. (2000). A multimodal cortical network for the detection of changes in the sensory environment. *Nature Neuroscience*, 3, 277–283. <https://doi.org/10.1038/72991>
- Eimer, M., Nattkemper, D., Schröger, E., y Prinz, W. (1996). Involuntary attention. En O. Neumann y A. F. Sanders (Eds.), *Handbook of perception and action*, (Vol. 3, pp. 155–184). Academic Press.
- Engle, R. W. (2018). Working memory and executive attention: A revisit. *Perspectives on Psychological Science*, 13(2), 190–193. <https://doi.org/10.1177/1745691617720478>
- Flenry, M. J., y Obleser, J. (2012). Frequency modulation entrains slow neural oscillations and optimizes human listening behavior. *Proceedings of the National Academy of Sciences*

- of the United States of America*, 109(49), 20095–20100. <https://doi.org/10.1073/pnas.1213390109>
- Fougnie, D. (2008). The relationship between attention and working memory. En N. B. Johansen (Ed.), *New research on short-term memory* (pp. 1-45). Nova Science Publishers, Inc.
- Friedman, D., Cycowicz, Y. M., y Gaeta, H. (2001). The novelty P3: An event-related brain potential (ERP) sign of the brain's evaluation of novelty. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 25(4), 355–373. [https://doi.org/10.1016/s0149-7634\(01\)00019-7](https://doi.org/10.1016/s0149-7634(01)00019-7)
- Funahashi, S., Bruce, C. J., y Goldman-Rakic, P. S. (1989). Mnemonic coding of visual space in the monkey's dorsolateral prefrontal cortex. *Journal of Neurophysiology*, 61(2). <https://doi.org/10.1152/jn.1989.61.2.331>
- Gallen, C. L., Schaerlaeken, S., Younger, J. W., Project iLEAD Consortium, Anguera, J. A., y Gazzaley, A. (2023). Contribution of sustained attention abilities to real-world academic skills in children. *Scientific Reports*, 13, 2673. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-29427-w>
- Helfrich, R. F., Breska, A., y Knight, R. T. (2019). Neural entrainment and network resonance in support of top-down guided attention. *Current Opinion in Psychology*, 29, 82-89. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2018.12.016>
- Hennawy, M., Sabovich, S., Liu, C. S., Herrmann, N., y Lanctôt, K. L. (2019). Sleep and attention in Alzheimer's Disease. *The Yale Journal of Biology and Medicine*, 92(1), 53–61.
- Hommel, B., Chapman, C. S., Cisek, P., Neyedli, H. F., Song, J.-H., y Welsh, T. N. (2019). No one knows what attention is. *Attention, Perception, & Psychophysics*, 81, 2288–2303. <https://doi.org/10.3758/s13414-019-01846-w>
- Hopfinger, J. B., Buonocore, M. H., y Mangun, G. R. (2000). The neural mechanisms of top-down attentional control. *Nature Neuroscience*, 3, 284-291. <https://doi.org/10.1038/72999>
- Janelle, F., Iorio-Morin, C., D'amour, S., y Fortin D. (2022). Superior longitudinal fasciculus: A review of the anatomical descriptions with functional correlates. *Frontiers in Neurology*, 13, 794618. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.794618>
- Johnson, E. L., Dewar, C. D., Solbakk, A-K., Endestad, T., Meling, T. R., y Knight, R. T. (2017). Bidirectional frontoparietal oscillatory systems support working memory. *Current Biology*, 27, 1829-1835. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.05.046>
- Lindsley, D. B. (1988). Activation, arousal, alertness, and attention. En J. A. Hobson (Ed.), *States of Brain and Mind. Readings from the Encyclopedia of Neuroscience* (pp. 1-3). Birkhäuser. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-6771-8_1
- Ling, S., y Carrasco, M. (2006). When sustained attention impairs perception. *Nature Neuroscience*, 9(10), 1243–1245. <https://doi.org/10.1038/nn1761>
- Logie, R. H. (2003). Spatial and visual working memory: A mental workspace. En D.E. Irwing y B. H. Ross (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 42, pp. 37–78). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(03\)01002-8](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(03)01002-8)
- Mathewson, K. E., Gratton, G., Fabiani, M., Beck, D. M., y Ro, T. (2009). To see or not to see: Prestimulus alpha phase predicts visual awareness. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 29(9), 2725–2732. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.3963-08.2009>

- Moore, A. B., Li, Z., Tyner, C. E., Hu, X., y Crosson, B. (2013). Bilateral basal ganglia activity in verbal working memory. *Brain and Language*, 125(3), 316–323. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2012.05.003>
- Muller, H. J., y Rabbitt, P. M. (1989). Reflexive and voluntary orienting of visual attention: Time course of activation and resistance to interruption. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 15(2), 315–330. <https://doi.org/10.1037//0096-1523.15.2.315>
- Murphy, D. H., y Castel, A. D. (2023). Responsible attention: The effect of divided attention on metacognition and responsible remembering. *Psychological Research*, 87, 1085–1100. <https://doi.org/10.1007/s00426-022-01711-w>
- Murphy, G., Groeger, J. A., y Greene, C. M. (2016). Twenty years of load theory – Where are we now, and where should we go next? *Psychonomics Bulletin and Review*, 23(5), 1316–1340. <https://doi.org/10.3758/s13423-015-0982-5>
- Nebes, R. D., y Brady, C. B. (1993). Phasic and tonic alertness in Alzheimer's disease. *Cortex*, 29(1), 77–90. [https://doi.org/10.1016/s0010-9452\(13\)80213-4](https://doi.org/10.1016/s0010-9452(13)80213-4)
- Nieder, A. (2022). In search for consciousness in animals: Using working memory and voluntary attention as behavioral indicators. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 142, 104865. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2022.104865>
- Nyberg, L. (2018). Cognitive control in the prefrontal cortex: A central or distributed executive? *Scandinavian Journal of Psychology*, 59(1), 62–65. <https://doi.org/10.1111/sjop.12409>
- Oberauer, K. (2009). Design for a working memory. En D. E. Irwing, y B. H. Ross (Eds.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 51, pp. 45–100). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(09\)51002-X](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(09)51002-X)
- Oberauer, K. (2013). The focus of attention in working memory – from metaphors to mechanisms. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00673>
- Oberauer, K. (2019). Working memory and attention – a conceptual analysis and review. *Journal of Cognition*, 2(1), 36. <https://doi.org/10.5334/joc.58>
- Paneri, S., y Gregoriou, G. G. (2017). Top-down control of visual attention by the prefrontal cortex. Functional specialization and long-range interactions. *Frontiers in Human Neuroscience*, 11, 545. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00545>
- Petersen, S. V., y Posner, M. I. (2012). The attention system of the human brain: 20 years after. *Annual Review of Neuroscience*, 35, 73–89. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-062111-150525>
- Pollmann, S., y Schneider, W. X. (2022). Working memory and active sampling of the environment: Medial temporal contributions. *Handbook of Clinical Neurology*, 187, 339–357. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823493-8.00029-8>
- Posner, M., y Cohen, Y. (1984). Components of visual orienting. *Attention and Performance*, 32, 531-556.
- Posner, M., y Petersen, S. (1990). The attentional system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25–42. <https://doi.org/10.1146/annurev.ne.13.030190.000325>
- Power, J. D., Fair, D. A., Schlaggar, B. L., y Petersen, S. E. (2010). The development of human functional brain networks. *Neuron*, 67, 735-748. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2010.08.017>

- Proskovec, A. L., Heinrichs-Graham, E., Wiesman, A. I., McDermott, T. J., y Wilson, T. W. (2018). Oscillatory dynamics in the dorsal and ventral attention networks during the reorienting of attention. *Human Brain Mapping*, 39(5), 2177–2190. <https://doi.org/10.1002/hbm.23997>
- Ranganath, C., y Rainer, G. (2003). Neural mechanisms for detecting and remembering novel events. *Nature Reviews Neuroscience*, 4, 193–202. <https://doi.org/10.1038/nrn1052>
- Riley, M. R. y Constantinidis, C. (2016). Role of prefrontal persistent activity in working memory. *Frontiers in Systems Neuroscience*, 9, 181. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2015.00181>
- Rogers, B. (2017). *Perception. A very short Introduction*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780198791003.001.0001>
- Sohlberg, M. M., y Mateer, C. A. (1987). Effectiveness of an attention-training program. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 9(2), 117-130. <https://doi.org/10.1080/01688638708405352>
- Sokolov, E. N. (1963). *Perception and the conditioned reflex*. Macmillan.
- Solís-Vivanco, R., Jensen, O., y Bonnefond, M. (2021). New insights on the ventral attention network: Active suppression and involuntary recruitment during a bimodal task. *Human Brain Mapping*, 42(6), 1699–1713. <https://doi.org/10.1002/hbm.25322>
- Szmalce, A., Vandierendonck, A., y Kemps, E. (2005). Response selection involves executive control: Evidence from the selective interference paradigm. *Memory & Cognition*, 33, 531–541. <https://doi.org/10.3758/BF03193069>
- Tiego, J., Testa, R., Bellgrove, M. A., Pantelis, C., y Whittle, S. (2018). A hierarchical model of inhibitory control. *Frontiers in Psychology* 9, 1339. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01339>
- van den Heuvel, M. P., y Hulshoff Pol, H. E. (2011). Exploración de la red cerebral: Una revisión de la conectividad funcional en la RMf en estado de reposo. *Psiquiatría Biológica*, 18(1), 28-41. <https://doi.org/10.1016/j.psiq.2011.05.001>
- Wickelgren, I. (1997). Getting a grasp on working memory. *Science*, 275(5306), 1580–1582. <https://doi.org/10.1126/science.275.5306.1580>