

La atención y la memoria como claves del proceso de aprendizaje. Aplicaciones para el entorno escolar

Elena Bernabéu Brotóns. Universidad Francisco de Vitoria

Recepción: 10 de Junio de 2017 | Aceptado: 16 de Junio de 2017

Correspondencia: Elena Bernabéu Brotóns | Correo-e: e.bernabeu.prof@ufv.es



0000-0001-9724-7138

Citar: Bernabéu, E. (2017). La atención y la memoria como claves del proceso de aprendizaje. Aplicaciones para el entorno escolar. *ReiDoCrea*, 6(2), 16-23.

Resumen: Los mecanismos atencionales y los mecanismos de memoria son las principales funciones neuropsicológicas que sostienen los procesos de aprendizaje, y su funcionamiento debe ser objeto central de estudio en el área de la Neurodidáctica. La aplicación de estrategias y metodologías adecuadas, basadas en el conocimiento de los sistemas neurales y procesos implicados en estas funciones permite favorecer y mejorar la adquisición de conocimientos en el entorno académico. En este artículo se hace una revisión de los principales estudios en este sentido y de las principales estrategias metodológicas que pueden aplicarse en las aulas para aumentar el rendimiento académico y optimizar los procesos de aprendizaje.

Palabras clave: Atención | Memoria

Attention and Memory: critical processes for learning. Applications for educational environments

Abstract: Attentional processes and mechanisms of memory are the main neuropsychological functions that support the learning processes. Their functioning must be the focus of study in the Neurodidactic domain. The application of appropriate strategies and methodologies, based on the knowledge of the neural systems involved in all these processes, leads to promote and improve the acquisition of knowledge in the academic field. This article reviews the main studies and methodological strategies that can be applied in classroom to increase academic performance and optimize learning processes.

Keywords: Attention | Memory

Mecanismos atencionales

La atención es un mecanismo cerebral que permite procesar los estímulos, pensamientos o acciones relevantes e ignorar los irrelevantes o distractores (Gazzaniga, Ivry y Mangun, 2002). Su necesidad viene impuesta porque el ser humano se desenvuelve en un entorno constantemente cambiante y porque existen límites en la capacidad del cerebro para procesar información en cada momento, que le hacen incapaz de realizar eficazmente más de una tarea cognitiva de forma simultánea. Por todo ello, tiene que haber mecanismos neurales que permitan la selección de estímulos relevantes en cada situación, y es a tales mecanismos lo que se conoce comúnmente con el término de atención. El carácter selectivo de la atención es uno de sus aspectos centrales. Sin embargo, los mecanismos atencionales incluyen además una jerarquía de procesos, que van desde los niveles más generales e inespecíficos de activación cerebral hasta los más concretos y diferenciados, como los implicados en tareas de atención alternante o dividida.

El estado global de activación o nivel de alerta es un estado neurofisiológico cerebral que proporciona el arousal necesario para procesar cualquier tipo de información. Es reflejo del nivel basal de activación cerebral y se refiere al grado de disposición de un sistema neural para la percepción de estímulos y para la acción. Existen diferencias de grado en este estado global, desde niveles de activación relativamente bajos (estados

de inatención, como la somnolencia y la relajación, en los que no se produce un procesamiento activo de la información) hasta estados de alerta plena donde el procesamiento de la información se ve optimizado. El nivel de activación está muy relacionado neuroanatómicamente con el sistema activador reticular ascendente (SARA) Además de la formación reticular ascendente, estructuras anteriores como la corteza prefrontal derecha también participan en el mantenimiento del estado de alerta (Posner, 1990). Cuando el nivel de activación es suficientemente alto y este estado de alerta se mantiene a lo largo del tiempo necesario para la realización de una tarea (lo que se denomina atención sostenida o vigilancia) pueden intervenir los mecanismos activos de atención o de atención selectiva, alternante y dividida.

Por encima en la jerarquía de mecanismos atencionales existen estados de atención selectiva y mecanismos de control atencional. La capacidad de focalizar la atención es básica para el seguimiento de las clases y depende entre otras cosas del estado motivacional del niño hacia las tareas escolares. Los mecanismos selectivos de control atencional permiten dirigir el procesamiento hacia la información pertinente, descartando la irrelevante, controlar la orientación del foco atencional y la eficacia de los procesos cerebrales, y da lugar a los contenidos mentales concretos (como la percepción visual de una escena, un mensaje verbal o el recuerdo de un acontecimiento particular, por ejemplo) que forman parte en cada momento del continuo de nuestra experiencia consciente. Incluye una serie de procesos cognitivos como flexibilizar el foco atencional, controlar la interferencia, detectar errores, distribuir recursos atencionales..., muy relacionados con las funciones ejecutivas, y que a nivel cerebral se relacionan con la actividad de multitud de circuitos neuronales que engloban estructuras corticales y subcorticales (Banich y Compton, 2011).

Aspectos atencionales para considerar en las aulas

La atención es el pilar más importante en el proceso de aprendizaje porque supone un prerrequisito para que ocurran los procesos de consolidación, mantenimiento y recuperación de la información. Algunos estudios (Syka y Merzenich, 2005) han demostrado que la atención es básica para la creación de nuevas conexiones neuronales y para la formación de circuitos cerebrales estables. La generación de circuitos y conexiones neuronales estables y duraderas solamente ocurre cuando se presta atención.

En lo que se refiere a los niveles básicos, alerta o vigilancia y atención sostenida, motivación e intereses, sueño, fatiga, dificultad de la tarea, atractivo de la tarea, ruido y estímulos distractores, luminosidad del aula, estilo del profesor.... son factores que ayudan o dificultan al mantenimiento de la atención. Además existen fluctuaciones en los niveles atencionales: la atención sostenida va disminuyendo a lo largo del día y también a lo largo de la realización de las diferentes tareas. Es por ello necesario establecer periodos de descanso. Algunos autores recomiendan diez minutos de descanso cada hora u hora y media, correspondiente a los ciclos del sueño y a los ciclos observados durante el día (Ortiz, 2009). Y a la hora de transmitir contenidos nuevos es importante la brevedad, precisión y claridad, y no emplear más de quince minutos, porque la adquisición de nuevos conocimientos requiere atención plena. Para tareas de repaso, que consumen menos recursos, puede ser más extenso el tiempo y contenido.

Las características de los receptores y vías sensoriales son cuestiones a tener en cuenta para mantener la atención en el aula. Los receptores sensoriales visuales y auditivos sufren neurofisiológicamente un proceso de habituación ante la estimulación uniforme, que provoca un descenso atención sostenida. Son importantes los

contrastes sensoriales. Por eso es importante modificar la inflexión y el volumen de la voz, utilizar el lenguaje no verbal, moverse por la clase....

Por otra parte el cerebro dirige la atención de forma natural hacia estímulos novedosos y/o relevantes. Un ambiente muy uniforme conlleva una habituación muy rápida de las vías sensoriales, lo que automáticamente produce la disminución de la atención; la forma de atraerla otra vez es a través de contrastes sensoriales, teniendo en cuenta, no obstante, que los ruidos, desorden u otro tipo de alteraciones del ritmo escolar pueden ser obstáculos importantes en el mantenimiento de la atención (Ortiz, 2009). Los ambientes enriquecidos desde un punto de vista estimular, además de mejorar los procesos atencionales de forma considerable, consiguen un aumento considerable (sobre un 6%), de una estructura cerebral implicada en la orientación automática de la atención visual: los colículos superiores (Fuchs, Robinson, y Straube, 1993). Prestar atención también mejora la actividad de los núcleos basales y la reorganización de la actividad cortical (Kilgard y Merzenich, 1998).

Las alteraciones emocionales, la ansiedad, el miedo, el estrés, afectan directamente a la atención selectiva y procesos de control atencional. Por ejemplo: el estrés puede provocar una excesiva vigilancia y que los procesos selectivos se ven afectados (Camargo y Riveros, 2015), provocando, por ejemplo, que los estudiantes estén más pendientes de información periférica que de los contenidos que debe aprender (por ejemplo, cualquier estímulo auditivo puede ser percibido como agresión y captar su atención).

La estimulación de la atención favorece los procesos de aprendizaje. Se ha comprobado que realizar ejercicios atencionales durante unos minutos antes del inicio de la clase mejora directamente la calidad de la atención y las funciones ejecutivas, y tras un año académico, se aprecia una mejora importante de la actividad cerebral (valorada con EEG) y un incremento en la participación de estructuras asociativas prefrontales, propias de los procesos atencionales voluntarios y funciones cognitivas y en áreas asociativas temporoparietales, asociadas con procesos atencionales involuntarios y de reconocimiento de la información sensorial auditiva y verbal (Llorente, Solana y Ortiz, 2012).

El control sobre el foco atencional es una de las funciones más importantes de la atención pues caracteriza la mayoría de las actividades que responden a unos objetivos y requieren unas respuestas determinadas (Tudela, 1992). En el aula y acciones formativas, el conocimiento del alumno de los objetivos del aprendizaje a partir de ciertas edades facilita estos procesos de control, particularmente los procesos de selección y organización de la atención. Esto es importante sobre todo en la adolescencia.

Procesos de Memoria

La memoria es una de las funciones más importantes de nuestro cerebro. En términos biológicos, se refiere a la capacidad que presentan los seres vivos para adquirir y retener información de sí mismos, de su entorno y de las consecuencias de su comportamiento. Esta información se almacena en determinadas estructuras neuronales de forma que pueda recuperarse en ocasiones posteriores para modificar el comportamiento del organismo con una finalidad adaptativa.

No existe un sistema unitario de memoria. No se activan los mismos mecanismos cuando al aprender a escribir, o a leer, o a tocar un instrumento. O cuando se recuerda una fiesta de cumpleaños, los asistentes y actividades que ocurrieron y la sensación

agradable de esa experiencia en la memoria. Tampoco hay el mismo grado de intencionalidad en el recuerdo. Estos diferentes tipos de aprendizaje corresponden a diferentes sistemas de memoria y se asocian a diferentes estructuras neuroanatómicas.

Siguiendo la distinción de Schacter (1987) el conocimiento almacenado en la memoria a largo plazo puede clasificarse en dos categorías: aquel conocimiento al que accedemos de forma consciente (memoria explícita) y que podemos expresar verbalmente o con otro tipo de código simbólico (saber *qué*), frente a otro conocimiento de carácter automático y procedimental (memoria implícita) que no requiere recuerdo consciente (saber *cómo*).

La diferencia entre estos dos tipos de memoria (memoria explícita, declarativa, o de hechos e implícita, procedimental, o práctica) tiene importantes implicaciones para el aprendizaje, porque surgen en diferentes momentos del desarrollo y tienen diferentes características. Residen en un conjunto de estructuras neurales diferente. La memoria explícita o declarativa está ligada al hipocampo y estructuras relacionadas temporales y diencefálicas en colaboración con la neocorteza (estos circuitos los estudiaremos más adelante), mientras que la memoria implícita está mediada por otros sistemas, filogenéticamente y ontogenéticamente más antiguos. Y procesan de modo distinto la información. La información implícita se codifica en gran parte tan y cómo se percibe, y se trata de un procesamiento accionado por datos o “de abajo-arriba”. La memoria explícita, por el contrario, depende de un procesamiento accionado conceptualmente en el que es sujeto reorganiza los datos y juega un papel activo, es un tipo de procesamiento “arriba-abajo” (Banish y Compton, 2011).

El término “memoria implícita” no se refiere a un único sistema, sino a la adquisición de diferentes habilidades básicas para la supervivencia que se inician desde edades tempranas y continúa durante toda la vida, y que depende de diferentes sustratos neurales: aprendizaje no asociativo; aprendizaje asociativo o condicionamiento; condicionamiento emocional, memoria procedimental y efecto de facilitación o *priming*. Gracias a la memoria implícita desde el inicio de la vida se adquieren conductas de aproximación o evitación y hábitos psicomotrices. Su expresión se produce de forma automática y es difícil de verbalizar. Es un tipo de aprendizaje muy rígido y poco flexible en cuanto a modulación de respuesta, pero con alto nivel de persistencia en el tiempo (Schacter, 1987).

Optimizar las capacidades de memoria en las aulas

Utilizar las capacidades de memoria implícita. El proceso de enseñanza-aprendizaje supone a menudo hacer explícitos conocimientos procedimentales o implícitos. Por ejemplo, los maestros han de enseñar a leer, a pintar y a tocar el violín. Pero además es importante conseguir cierto grado de aprendizaje implícito previo al aprendizaje explícito de contenidos, y el respaldo más eficaz para al aprendizaje es un diálogo recíproco entre el aprendizaje implícito y el explícito.

Las personas son capaces de aprender información sin ser conscientes de ello. El cerebro puede procesar y almacenar información de forma involuntaria e inconsciente. El ser humano puede aprender reglas complejas simplemente estando expuesto a secuencias que se atienen a dichas reglas, sin tener ninguna noción explícita de las mismas ni haberlas aprendido. Un ejemplo de este hecho es el estudio de Cohen, Ivry y Keele (1990). Se enseñó a un grupo de voluntarios una secuencia de letras sin ningún orden aparente, aunque todas las secuencias seguían una regla determinada. Por ejemplo, la secuencia H D S S O H D F S S A H D cumple las normas siguientes:

H va seguida de D; S siempre se repite y la segunda S va seguida de vocal; a las vocales les sigue la H. Tras haber sido expuestos sin ningún instrucción específica a muchas series de letras que se ajustan a estas mismas reglas, los sujetos captan las regularidades sin ser conscientes de ello. Esto se pone de manifiesto en los tiempos de reacción cada vez más cortos a la hora de prever el siguiente elemento de la secuencia. Si se introducen letras que incumplen la regla, los tiempos de reacción aumentan. Aunque por lo general los participantes en este experimento afirman no tener ninguna pista y a menudo consideran que la prueba es frustrante --es como si cada respuesta fuera una simple conjetura--, en realidad las respuestas revelan que han asimilado las reglas. Ni que decir tiene que los voluntarios de estos experimentos normalmente se quedan asombrados ante sus resultados, porque no tenían ni idea de estar aprendiendo nada. Este aprendizaje inconsciente que se produce por el simple hecho de haber sido expuesto a determinada información puede emplearse en el aula, exponiendo a los estudiantes (visual o auditivamente) a los contenidos que deben aprender posteriormente.

Otro tipo de aprendizaje implícito es el aprendizaje por imitación. La existencia de un sistema de neuronas en espejo, que, además de su implicación en la empatía o capacidad de percibir lo que otro puede sentir, es la base del aprendizaje por imitación o modelado. Es este un tipo de aprendizaje lento pero que queda inscrito en la memoria durante mucho tiempo. La importancia del sistema de neuronas en espejo en el aprendizaje es indudable, en especial en lo que se refiere a la conducta social (Iacoboni, 2009).

Organizar y optimizar el aprendizaje explícito. Un factor importante es cómo se distribuye la enseñanza de los contenidos. En el aprendizaje funciona mejor la práctica distribuida y frecuente que la práctica intensiva y masiva. Esto es así porque en la práctica frecuente y distribuida se produce un balance entre memoria explícita e implícita (Bird y Kinsella, 1996). Inicialmente se produce un procesamiento explícito, que requiere cierto esfuerzo cognitivo, y la repetición que supone la práctica frecuente pone en marcha mecanismos de aprendizaje implícito y el recuerdo poco a poco se automatiza. El aprendizaje intensivo en vísperas de una prueba o examen puede servir para pasar la prueba si no es demasiado complicada, pero no sirve para consolidar el conocimiento adquirido ni para darle flexibilidad. El aprendizaje intensivo y poco distribuido tiende a formar memorias rígidas y hace por tanto que se fracase en las pruebas que se presentan con una estructura cambiada con respecto a la que se utilizó para adquirirlo. Por tanto los alumnos tendrán menos dificultades en aprender y recordarán mejor la información aprendida cuando se les exponga a ella de forma frecuente y distribuida que cuando se insista en la repetición del material hasta que éste se fije en la memoria.

Practicar el ejercicio explícito de lo aprendido refuerza los procesos de consolidación y favorece la recuperación de contenidos. Un estudio realizado con 80 alumnos de instituto en los EEUU (Karpicke y Blunt, 2011) mostró que la técnica de aprendizaje que produjo mejores resultados consistió precisamente en explicar lo que se ha aprendido, más que el encerrarse a releer o incluso hacer esquemas o mapas mentales. Dicho de otro modo, el aprendizaje no sólo ocurre cuando se consolida la información, sino también cuando se evoca evalúa lo aprendido, ya que este proceso requiere la organización del material aprendido y potencia la memoria (Pyc y Rawson, 2010).

Es importante también conseguir que el procesamiento de la información durante el proceso de consolidación tenga determinado nivel de profundidad. Craik y Lockhart (1972) distinguieron entre el procesamiento superficial y el procesamiento profundo. La

información se codifica superficialmente cuando el procesamiento está en función de las características físicas del estímulo, mientras que el procesamiento profundo se efectúa a partir de la elaboración sobre su significado. Diversos estudios han mostrado que la ejecución en las pruebas de recuerdo y reconocimiento es significativamente mejor tras la tarea de codificación profunda que tras la tarea de codificación superficial (Craik y Tulving, 1975; Tulving, Kapur, Markowitch, Craik, Habib y Houle, 1994). En esta idea de los niveles de procesamiento se base el uso de estrategias mnemotécnicas. Las estrategias mnemotécnicas son una forma de organizar mejor el material que debemos aprender de forma de forma que se consolide más eficazmente y ello nos facilite el recuerdo. Cuanto más elaborado y profundo sea el proceso de codificación, mejor será el recuerdo posterior. Organizar y categorizar la información es una estrategia que favorece la recuperación mucho más que la simple repetición del material.

Otra técnica que puede utilizarse para mejorar el aprendizaje es el encadenamiento hacia atrás. Cuando se pretende que un niño adquiera una secuencia de conductas complejas, es mejor dividir la tarea objeto de aprendizaje en una serie de pasos encadenados, que se apoyan unos en otros. Se empieza ejercitando el último eslabón de la cadena, reforzándolo. Después se refuerza sólo cuando aparece también el penúltimo eslabón, y así sucesivamente, hasta lograr el aprendizaje completo. Este aprendizaje es más efectivo, siempre se alcanza la meta y entran en juego mecanismos de memoria implícita.

Es importante también estimular la memoria visual. Los registros de actividad verbal en tareas de memoria han encontrado una mayor activación prefrontal izquierda para material verbal y derecha para material no verbal (Wagner, Desmond, Glover y Gabrieli, 1998). Para facilitar el aprendizaje es importante presentar el material también en la modalidad visual. La presentación de los conceptos en un lenguaje gráfico facilita el estudio y la comprensión de los textos y de los contenidos del estudio y mejora la metodología educativa (mapas conceptuales, diagramas causa-efecto, líneas del tiempo...) porque utilizamos todos los recursos de nuestro cerebro, optimizando el proceso de aprendizaje.

Otro factor a tener en cuenta es el efecto de autogeneración. La información que es auto-generada, es decir, elaborada y verbalizada por uno mismo, se recuerda con mayor facilidad que aquella que es proporcionada por el maestro u otra persona de forma visual o auditiva (Arango, Premuda y Marquine, 2006), ya que produce una huella más duradera. Parece que la respuesta que uno mismo genera y produce crea redes neuronales más fuertes y eficaces que cuando se recibe la información de forma pasiva. Las implicaciones de esto en el enfoque del proceso de aprendizaje en el aula son evidentes. Este efecto se puede atribuir al hecho ya mencionado de que cuanto más profundo es el procesamiento, más compleja es la red y más rápido el acceso a la información por diferentes vías (Craik y Lockhart, 1972). Recientes investigaciones reiteran que es una técnica eficaz para mejorar el aprendizaje y la memoria. Sabemos que la memoria se beneficia cuando se sigue el mismo tipo de procedimiento tanto en la codificación, como en la evocación (Winstanley y Bjork, 1997).

Se ha comprobado mejor rendimiento en una tarea de aprendizaje de listas de palabras (Lipinska, Bäckman, Mäntylä y Viitanen, 1994), de aprendizaje de frases (Multhaup y Balota, 1997), y en una tarea de aprendizaje de nombres de caras (Lubinsky, Rich y Anderson, 2009) cuando la información era autogenerada por los sujetos en vez de proporcionada únicamente por los experimentadores. Esto ocurría tanto en personas mayores sanas como en adultos diagnosticados con patologías neurológicas, como demencia, esclerosis múltiple o traumatismos craneoencefálicos.

Es importante también tener en cuenta el efecto de la motivación en el aprendizaje. Se ha comprobado empíricamente que cuando se estimula la curiosidad, se activan los circuitos de recompensa mesolímbicos del cerebro (que producen sensación de placer) y aumenta la actividad en el hipocampo, estructura como hemos visto críticamente implicada en el aprendizaje y la memoria (Gruber, Gelman y Ranganath, 2014).

Por último, el ejercicio físico parece potenciar el aprendizaje. Esto se ha comprobado experimentalmente en estudio utilizando ratones (Van Praag, Kempermann y Gage, 2000): las neuronas del hipocampo de los ratones activos desarrollaron más conexiones. También se ha comprobado que los niños que realizaban cinco minutos de ejercicios antes de clase, rendían más (Blackmore y Frith, 2011).

Referencias

- Arango, J.C., Premuda, P. y Marquine M.J. (2006). Rehabilitación Cognitiva en personas con Traumatismo Craneoencefálico. En J.C. Arango (Ed.), *Rehabilitación Neuropsicológica* (pp.117-143). Ciudad de México: Manual Moderno.
- Banich, M. y Compton, R. (2011). *Cognitive Neuroscience*. Belmont: Wadsworth.
- Bird, M., y Kinsella, G. (1996). Long-term cued recall of tasks in senile dementia. *Psychology and Aging*, 11, 45-56.
- Blackmore, S. y Frith, U. (2007). *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Barcelona: Ariel.
- Camargo, A., y Riveros, F. (2015). Efectos del estrés social agudo sobre la atención selectiva en estudiantes Universitarios. *Informes Psicológicos*, 15 y(2), 33- 46. <http://dx.doi.org/10.18566/infpsicv15n2a02>
- Cohen, A., Ivry, R., I. y Keele, S., W. (1990). Attention and structure in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition* 16(1), 17-30.
- Craik, F. I. M., y Lockhart, R. S. (1972). Levels of processing: A framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 11, 671-684.
- Craik, F. I. M., y Tulving, E. (1975). Depth of processing and the retention of words in episodic memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 268-294.
- Fuchs, A. F., Robinson, F. R., y Straube, A. (1993). Role of the caudal fastigial nucleus in saccade generation. I. Neuronal discharge patterns. *J. Neurophysiol.* 70, 1723-1740.
- Gazzaniga, M, Ivry, M.R, y Mangun, G.R. (2013). *Cognitive Neuroscience: The Biology of the Mind*. New York, W.W. Norton.
- Gruber M.J. Gelman B.D. y Ranganath C. (2014). States of curiosity modulate hippocampus-dependent learning via the dopaminergic circuit. *Neuron*, 84(2), 486-496. doi:10.1016/j.neuron.2014.08.060
- Iacoboni, M. (2009). Imitation, empathy, and mirror neurons. *Annu Rev Psychol.*, 60, 653-70. doi: 10.1146/annurev.psych.60.110707.163604.
- Karpicke, J. D., y Blunt, J.R. (2011). Retrieval practice produces more learning than elaborative studying with concept mapping. *Science*. DOI:10.1126/science.1199327
- Kilgard M.P. y Merzenich M.M. (1998). Plasticity of temporal information processing in the primary auditory cortex. *Nat Neurosci*, 1(8),727-31
- Lipinska B., Bäckman L., Mäntylä T. y Viitanen M. (1994). Effectiveness of self-generated cues in early Alzheimer's disease. *J Clin Exp Neuropsychol*, 16(6),809-19.
- Llorente, C., Oca, J., Solana, A. y Ortiz, T (2012). Mejora de la atención y de áreas cerebrales asociadas en niños de edad escolar a través de un programa neurocognitivo. *Participación Educativa*, 47-58.

- Lubinsky T., Rich J.B. y Anderson N.D. (2009). Errorless learning and elaborative self-generation in healthy older adults and individuals with amnesic mild cognitive impairment: mnemonic benefits and mechanisms. *J Int Neuropsychol Soc.* 15(5), 704-16. doi:0.1017/S1355617709990270
- Multhaup, K. S., y Balota, D. A. (1997). Generation effects and source memory in healthy older adults and in individuals with Dementia of the Alzheimer Type. *Neuropsychology*, 11, 382-391.
- Ortiz, T. (2009). *Neurociencia y Educación*. Madrid: Alianza.
- Pick, M.A. y Rawson, K.A. (2010). Why testing improves memory: mediator effectiveness hypothesis. *Science*, 330, 335.
- Posner M.I, Petersen S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annu Rev Neurosci.*, 13, 25-42.
- Sarah-Jayne Blakemore, S.J. y Frith, U. (2011). *Como aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Madrid, Ariel.
- Schacter, D.L. (1987). Implicit memory: history and current status. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 13 (3), 501-518.
- Syka, J. y Merzenich, M.M. (2005). *Plasticity and signal representation in the auditory system*. New York, Springer.
- Tudela, P. (1992). Atención. En J.L. Fernández Trespalacios y P. Tudela (coord.). *Atención y percepción*. Vol. 3 (pp. 119-163), en J. Mayor y J.L. Pinillos (eds.). *Tratado de psicología general*. Madrid: Alhambra.
- Tulving, E., Kapur, S., Craik, F. I. M., Moscovitch, M. y Houle, S. (1994) *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 91, 2016–2020.
- Wagner, A. D., Desmond, J. E., Glover, G. H. y Gabrieli, J. (1998). Prefrontal cortex and recognition memory. Functional MRI evidence for context-dependent retrieval processes. *Brain*, 121, 1985-2002.
- Winstanley P. y Bjork E.L. (1997). Processing instructions and the generation effect: a test of the multifactor transfer-appropriate processing theory. *Memory*, 5(3), 401-21.