



Memoria

*Apuntes de la asignatura para
estudiantes del Grado en Psicología*

*Guillermo Campoy
Universidad de Murcia*

TEMA 1. Introducción a la memoria humana: los sistemas de memoria 1

Duración: cuatro clases.

Términos clave: sistemas de memoria, memoria primaria o a corto plazo, memoria secundaria o a largo plazo, modelos modales de memoria, memoria sensorial, disociación neuropsicológica, trastorno amnésico, amnesia anterógrada, amnesia retrógrada, priming de repetición, memoria declarativa, memoria no declarativa, memoria episódica, memoria semántica, memoria procedimental, sistema de representación perceptiva.

Resultado de aprendizaje: Identificar las características clave de cualquier situación (de laboratorio o de la vida cotidiana) en la que esté involucrada la memoria de forma que se pueda determinar cuál o cuáles son los sistemas de memoria especialmente implicados.

TEMA 2. La amnesia 11

Duración: tres clases.

Términos clave: trastorno amnésico, amnesia anterógrada, amnesia retrógrada, amnesia hipocampal (amnesia del lóbulo temporal), amnesia diencefálica, síndrome de Korsakoff, confabulación, consolidación sináptica, consolidación sistémica, teoría estándar de la consolidación, teoría de las huellas múltiples o teoría de la transformación de la huella.

Resultado de aprendizaje: predecir los resultados que obtendría un paciente amnésico en tareas de memoria y situaciones de la vida cotidiana diversas y en las que participen todos los sistemas de memoria.

TEMA 3. Memoria episódica y memoria a corto plazo: ¿dos sistemas diferentes? 21

Duración: tres clases.

Términos clave: memoria episódica, memoria a corto plazo, intervalo de retención, recuerdo libre inmediato, curva de posición serial, efecto de primacía, efecto de recencia, recuerdo demorado, tarea distractora, disociación funcional, amnesia hipocampal, tarea de amplitud de dígitos, recuerdo serial inmediato, repaso subvocal, refresco atencional,

asociaciones ítem-localización, teoría relacional del hipocampo, reconocimiento a corto plazo, estímulo *probe*.

Resultado de aprendizaje: explicar, dada una tarea de memoria (de laboratorio, de evaluación o de la vida cotidiana), en qué medida esa tarea depende de la memoria a corto plazo y en qué medida lo hace de la memoria episódica.

TEMA 4. La codificación en la memoria episódica y a corto plazo

31

Duración: cuatro clases.

Términos clave: codificación, retención, recuperación, refresco atencional, repaso subvocal, codificación visual, codificación fonológica, codificación semántica, efecto de concreción, teoría de la codificación dual, hipótesis de la disponibilidad contextual, aprendizaje intencional, aprendizaje incidental, recuerdo libre, recuerdo serial inmediato, efecto de posición serial, efecto de primacía, efecto de recencia, efecto de la longitud de las palabras, procedimiento de doble tarea, efecto de similitud fonológica, teoría de los niveles de procesamiento, principio del procesamiento adecuado para la transferencia, hipótesis de la especificidad de la codificación, clave de recuperación, propagación de la activación, tarea de reconocimiento, distractor, efecto de compatibilidad, tarea de marco oracional, distintividad de la huella.

Resultado de aprendizaje: identificar, dada una situación (de laboratorio o de la vida cotidiana) en la que se produce codificación de información en la memoria a corto plazo o la memoria episódica, las principales características de esa codificación, anticipando cómo se va a ver afectada la posterior recuperación como consecuencia de esa forma de codificar la información.

TEMA 5. La recuperación en la memoria declarativa

49

Duración: cuatro clases.

Términos clave: disponibilidad y accesibilidad, recuerdo voluntario, recuerdo involuntario, clave de recuperación, control cognitivo, medidas directas de memoria, medidas indirectas de memoria, principio del procesamiento adecuado para la transferencia, propagación de la activación, principio de la especificidad de la codificación, memoria dependiente del contexto, memoria dependiente del entorno, memoria dependiente del estado, memoria dependiente del estado de ánimo, teoría de la detección de señales,

aciertos, falsas alarmas, familiaridad, recolección, modelos de doble proceso, paradigma *remember-know*, modelo relacional del hipocampo, representaciones relacionales.

Resultado de aprendizaje: identificar, dada una situación (de laboratorio o de la vida cotidiana) en la que se produce recuperación de información en la memoria declarativa, las principales características y los mecanismos implicados en esa recuperación, explicando cómo esa forma de recuperar la información afecta el rendimiento.

TEMA 6. El olvido en la memoria declarativa

61

Duración: tres clases.

Términos clave: Hipertimesia, curva del olvido, método de los ahorros, olvido por decaimiento, olvido por fluctuaciones del contexto, olvido por interferencia, principio de la sobrecarga de la clave, bloqueo asociativo, fuerza de la asociación, competición de respuestas, interferencia retroactiva, interferencia proactiva, inhibición colaborativa, *part-set cueing effect*, olvido inducido por la recuperación, paradigma de la práctica en la recuperación, olvido incidental, olvido intencional, olvido motivado, sesgo de positividad, olvido dirigido mediante el método de la lista, hipótesis del cambio contextual, amnesia psicógena, fuga psicógena.

Resultado de aprendizaje: Identificar, dada una situación (de laboratorio o de la vida cotidiana) en la que no sea posible recuperar una información de la memoria declarativa, las posibles causas de esos problemas de recuperación

TEMA 7. Los falsos recuerdos

71

Duración: dos clases.

Términos clave: errores de omisión, errores de comisión, reconstrucción del recuerdo, esquema, teoría del trazo difuso, huellas literales, huellas esenciales, paradigma DRM, ítem crítico, teoría de la activación-monitorización, memoria de la fuente, monitorización de la fuente, monitorización de la realidad, paradigma de la desinformación.

Resultado de aprendizaje: identificar, dada una situación en la que se produzca un falso recuerdo, los mecanismos que lo han originado.

TEMA 8. La memoria prospectiva 77

Duración: dos clases.

Términos clave: memoria prospectiva basada en los sucesos, memoria prospectiva basada en el tiempo, modelo multiproceso, reflejo asociativo, discrepancia más búsqueda.

Resultado de aprendizaje: reconocer las tareas de memoria prospectiva (de laboratorio o de la vida cotidiana) e identificar los mecanismos participantes.

TEMA 9. La memoria semántica y la representación del conocimiento 91

Duración: dos clases.

Términos clave: principio de plausibilidad biológica, representación distribuida del conocimiento, representación modal del conocimiento, *priming* semántico, demencia semántica, modelo *distributed plus hub*, *hub* conceptual, representación amodal del conocimiento, déficits semánticos específicos de categoría, teoría funcional-sensorial, hipótesis de dominio específico distribuido.

Resultado de aprendizaje: Explicar el resultado obtenido por pacientes con trastornos de la memoria semántica en diversas tareas de memoria.

TEMA 10. La memoria no declarativa 101

Duración: dos clases.

Términos clave: medidas directas de memoria, medidas indirectas de memoria, recuerdo libre, reconocimiento, recuerdo con claves, tarea de compleción de palabras, *priming* de repetición, tarea de escritura en espejo, tarea de lectura en espejo, tarea de aprendizaje de categorías, doble disociación neuropsicológica, tarea de identificación de estímulos degradados.

Resultado de aprendizaje: diseñar tareas que permitan evaluar los sistemas de memoria no declarativa.

TEMA 11. La memoria de trabajo 109

Duración: tres clases.

Términos clave: Tareas complejas de amplitud, *symmetry span task*, memoria de trabajo visoespacial, memoria de trabajo verbal, *reading span task*, actualización de la memoria

de trabajo, *keep-track task*, *memory updating task*, efectos de transferencia cercana, efectos de transferencia lejana, grupo de control activo, modelo multicomponente, bucle fonológico, agenda visoespacial, retén episódico, ejecutivo central, modelo de los tres estados, foco de atención, región de acceso directo, memoria a largo plazo activada, modelo de dos estados.

Resultado de aprendizaje: Reconocer y diseñar tareas de memoria de trabajo.

TEMA 12. La memoria sensorial

119

Duración: dos clases.

Términos clave: memoria icónica, enmascaramiento visual, máscara retroactiva, taquiscopio, técnica del informe parcial, memoria ecoica, efecto de modalidad, efecto de sufijo.

Resultado de aprendizaje: explicar la participación de la memoria sensorial en una situación dada (de laboratorio o de la vida cotidiana).

1. Introducción a la memoria humana: los sistemas de memoria

Nuestro cerebro nos proporciona esa facultad vital que denominamos MEMORIA: la capacidad de retener información de la que podemos hacer uso posteriormente. Popularmente, el término memoria se suele aplicar a un rango bastante limitado de situaciones. Para los psicólogos y neurocientíficos, sin embargo, la memoria participa en cualquier situación que implique retención de información, entendiendo información de una manera muy amplia. Desde este punto de vista, y sin contar un pequeño número de conductas muy simples de naturaleza innata y ciertas habilidades que se adquieren exclusivamente como resultado de la maduración del sistema nervioso, sería muy difícil encontrar una sola actividad mínimamente significativa en la que nuestra memoria no desempeñe un papel fundamental.

Con esta amplia concepción de lo que es la memoria y dado el gran número de situaciones diversas que asumimos dependen de esta capacidad, resulta razonable pensar que lo que denominamos memoria no es una entidad unitaria. Aunque el término memoria lo empleemos globalmente para aludir a nuestra capacidad para retener información permitiendo hacer uso de ella posteriormente, en puridad hace referencia a un conjunto de capacidades diversas. En otras palabras: podemos considerar la existencia de diferentes SISTEMAS DE MEMORIA con distintas características y propiedades, cada uno especializado en retener un determinado tipo de información e implementados en estructuras y circuitos cerebrales diferentes (Eichenbaum y Cohen, 2004; Squire, 2004). Como no podría ser de otra forma, estos diferentes sistemas de memoria son el resultado de un largo proceso guiado por la selección natural, durante el cual nuestro cerebro ha ido evolucionando para dar respuesta a las diferentes presiones selectivas a las que nuestros antepasados han ido enfrentándose en el pasado (Murray, Wise, Graham y Baldwin, 2020).

Memoria a corto plazo y memoria a largo plazo

La conveniencia de distinguir entre diversas formas de memoria ya estaba presente en la obra pionera de William James (1890) *The Principles of Psychology*, en la que James introdujo la diferenciación entre memoria primaria y memoria secundaria. Estos dos términos, que aún se emplean, se corresponden con lo que, más frecuentemente, hoy llamamos memoria a corto plazo y memoria a largo plazo. La MEMORIA PRIMARIA o MEMORIA A CORTO PLAZO nos proporciona la capacidad para retener pequeñas cantidades de información durante periodos breves de tiempo. Por ejemplo, es el tipo de memoria que emplearíamos para retener el número ganador del sorteo de lotería que acabamos de oír por la radio mientras buscamos nuestro boleto en la cartera y comprobamos si hemos ganado. Por su parte, la MEMORIA SECUNDARIA o MEMORIA A LARGO PLAZO nos permite mantener grandes cantidades de información de forma más o menos duradera (horas, meses, años..., toda la vida). Estaría implicada, por ejemplo, en nuestra capacidad para recordar qué hemos desayunado esta mañana y para saber cuál es la capital de Francia.

Muchos años después de la obra de James, a mediados del siglo XX, el surgimiento de la denominada psicología cognitiva situó a la memoria humana como objeto prioritario de estudio, y pronto aparecieron modelos que proponían la existencia de diferentes almacenes de memoria. Tal es el caso de los denominados MODELOS MODALES DE MEMORIA, de gran popularidad en los años 60, y cuyo

ejemplo más representativo es el propuesto en 1968 por Atkinson y Shiffrin (Figura 1.1). Según este modelo, la información proveniente del entorno es, en primer lugar, registrada muy brevemente en una estructura denominada registro sensorial, que daría soporte a lo que conocemos como MEMORIA SENSORIAL. Posteriormente, parte de los contenidos de la memoria sensorial pasa a un almacén de memoria a corto plazo, un almacén de capacidad limitada donde la información puede ser retenida durante unos pocos segundos. Finalmente, algunos contenidos pueden ser transferidos a un almacén de memoria a largo plazo, de capacidad ilimitada y cuyos contenidos permanecen accesibles durante horas, días o años. La recuperación de información de la memoria a largo plazo implicaría su traspaso, de nuevo, al almacén a corto plazo. Por ejemplo, si nos piden que cerremos los ojos e imaginemos el rostro del presidente del gobierno, lo que haríamos en ese momento sería recuperar una información del almacén a largo plazo y transferirla al almacén a corto plazo.



Figura 1.1: Modelo modal de memoria de Atkinson y Shiffrin (1968).

En este modelo, nos encontramos de nuevo con la diferenciación entre memoria a corto plazo y memoria a largo plazo, las cuales dependen de almacenes de memoria diferenciados. El modelo también incluye la memoria sensorial, que tuvo cierta importancia en su momento pero que, en gran medida, ha dejado de interesar a los investigadores de la memoria por considerarse que está más relacionada con la percepción que con la memoria. Su misión podría ser la de asegurar que la información sensorial se mantiene el tiempo suficiente como para completar el procesamiento perceptivo. Volveremos a hablar de la memoria sensorial en el Tema 12.

Disociaciones neuropsicológicas en el trastorno amnésico

No obstante estos antecedentes, el suceso fundamental que subrayó la necesidad de distinguir entre diversas formas o sistemas de memoria fue la aparición de pacientes neurológicos que mostraban llamativas disociaciones entre diferentes capacidades memorísticas. En el campo de la memoria, llamamos DISOCIACIÓN, o más específicamente en este caso, DISOCIACIÓN NEUROPSICOLÓGICA, a la observación de que un determinado daño cerebral circunscrito a ciertas estructuras cerebrales tiene como consecuencia un rendimiento por debajo de lo normal (o incluso prácticamente nulo) en un conjunto de tareas de memoria de una naturaleza concreta mientras que otras tareas de memoria de distinto tipo son completadas con niveles de ejecución normales.

El ejemplo de disociación neuropsicológica más conocido es el de Henry Molaison (1926-2008), el famoso paciente HM, cuyo caso fue descrito inicialmente por Scoville y Milner (1957) y profusamente estudiado posteriormente (para una revisión, véase Squire y Zola-Morgan, 2011). En 1953, cuando tenía 27 años, HM fue sometido a una dura intervención quirúrgica destinada a evitar que sufriera ataques epilépticos tan frecuentemente como los venía padeciendo. La intervención consistió en la resección bilateral de grandes porciones del lóbulo temporal medial, incluyendo la mayor parte del

hipocampo y áreas adyacentes (Figura 1.2; para una descripción precisa de las regiones afectadas en el cerebro de HM, véase Annese et al., 2014). Los resultados de esa lobectomía bitemporal fueron positivos en cuanto su objetivo de reducir la gravedad de la epilepsia, y su rendimiento en un amplio rango de pruebas psicológicas (por ejemplo, en test de inteligencia) fue equivalente a los obtenidos antes de la intervención (o incluso algo mejores). Tras la cirugía, sin embargo, HM mostró un catastrófico TRASTORNO AMNÉSICO, que se manifestaba por la completa incapacidad para adquirir nuevos recuerdos y conocimientos (AMNESIA ANTERÓGRADA), y también por la imposibilidad para recuperar información adquirida durante los años inmediatamente anteriores a la intervención (AMNESIA RETRÓGRADA). Así, HM era incapaz de recordar si había comido o no pocos minutos después de que se le retiraban el plato de la mesa, y podía narrar a su interlocutor una y otra vez la misma anécdota de la infancia porque, en cuanto se entretenía un instante, ya no recordaba que la acababa de contar. HM tampoco consiguió aprender el significado de muchas nuevas palabras que aparecieron tras su intervención (como *astronauta* o *microondas*), y no conseguía identificar a personajes que se habían hecho muy populares a pesar de haberlos visto por televisión en multitud de ocasiones. Tampoco podía recordar sucesos personales ocurridos durante cierto periodo de tiempo previo a la intervención (en torno a 11 años, según estimaciones como la de Sagar, Cohen, Corkin y Growdon, 1985), aunque sí podía recordar episodios más antiguos.

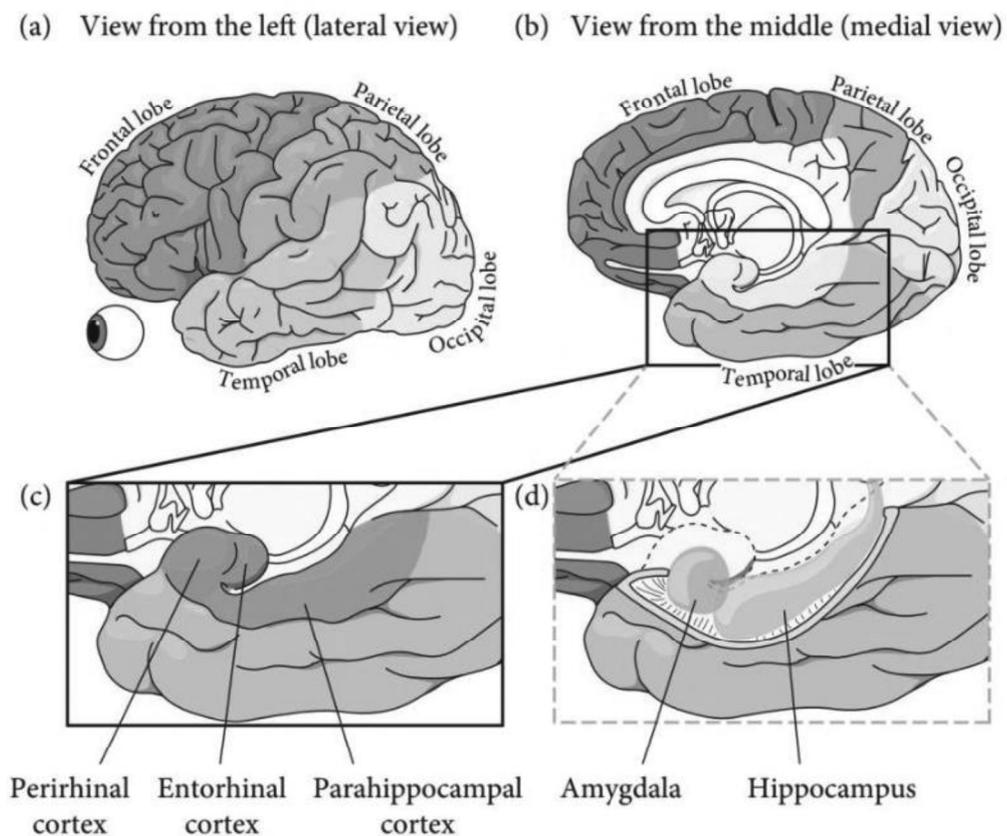


Figura 1.2: La lesión del hipocampo y la corteza parahipocampal, perirrinal y entorrinal provoca el tipo de amnesia que padeció el famoso paciente HM.

(Imagen tomada de Murray et al, 2020.)

Sin embargo, a pesar de la profunda amnesia de HM, no todas las formas de memoria se habían visto afectadas por la lobectomía. Lo primero que resultó evidente fue que su memoria a corto plazo era normal, no teniendo problema, por ejemplo, para recordar listas de cinco dígitos justo tras su presentación (Drachman y Arbit, 1966). La interpretación más sencilla para esta observación es que memoria a corto plazo y memoria a largo plazo son sistemas diferentes que dependen de estructuras y circuitos cerebrales distintos (al menos en parte). Así, la resección del lóbulo temporal medial sufrida por HM provocó un deterioro drástico en el funcionamiento de la memoria a largo plazo porque las estructuras dañadas son importantes para esa forma de memoria. Por el contrario, la memoria a corto plazo no estaba afectada porque su funcionamiento no depende, o al menos no de manera crucial, de esas estructuras.

Además de la disociación entre memoria a corto plazo y memoria a largo plazo, más interesante aún en el caso HM es la aparición de disociaciones entre diferentes formas de memoria a largo plazo. Así, se observó que la amnesia de HM no le impedía la adquisición, con la práctica, de ciertas habilidades, como la de dibujar mirando el reflejo en un espejo en vez de mirar directamente al papel (Milner, 1962). La situación no deja de ser harto curiosa: tras unos días de entrenamiento, HM mostraba una gran destreza realizando la tarea (la misma que podría mostrar una persona sana con el mismo entrenamiento) mientras que era completamente incapaz de recordar haber estado practicándola previamente. Además de su capacidad para adquirir habilidades con la práctica, se descubrió también que HM mostraba efectos normales de lo que se denomina *PRIMING DE REPETICIÓN*, un fenómeno que consiste en una mayor facilidad para percibir un estímulo por el mero hecho de haber procesado perceptivamente ese estímulo en las horas previas (Tulving y Schacter, 1990). Por ejemplo, HM mostraba una mayor capacidad para identificar lo que aparecía representado en unos dibujos que se presentaban parcialmente borrados (Figura 1.3) si se le habían presentado esos mismos dibujos completos una hora antes, y eso a pesar de que no fuera consciente de haberlos visto (Milner, Corkin y Teuber, 1968).



Figura 1.3: Ejemplo de imagen degradada como las utilizadas en estudios sobre el priming de repetición. ¿Eres capaz de identificar lo que aparece representado en esta imagen?

Memoria declarativa y memoria no declarativa

Sobre la base de estas disociaciones que acabamos de describir, Larry Squire propuso una importante distinción entre memoria declarativa y memoria no declarativa (Squire, 1992, 2004). El término *MEMORIA DECLARATIVA* hace referencia a las formas de memoria a largo plazo que se ven afectadas en el trastorno amnésico, y que incluye la memoria para eventos vividos (¿qué hiciste en tu última fiesta de cumpleaños?, ¿dónde has dejado las llaves?) y para hechos de carácter general (¿cuál es la capital de Francia?, ¿cuántas patas tiene un gato?). Una característica fundamental de estas formas de memoria es que sus contenidos se pueden recuperar explícitamente (se pueden hacer conscientes) y describir con palabras (se pueden declarar). El término *MEMORIA NO DECLARATIVA*, por su parte, alude a las formas de memoria a largo plazo que se conservan intactas en el trastorno amnésico, como aquellas implicadas en el *priming* de repetición y la adquisición de habilidades con la práctica. En contraste con la memoria declarativa, el contenido de la memoria no declarativa solo se puede recuperar de manera implícita (no consciente), sin que podamos describir con palabras la información recuperada.

En la Figura 1.4 se presenta la propuesta de Squire sobre las diferentes formas de memoria a largo plazo con información sobre el sustrato neuroanatómico clave de cada una de ellas.

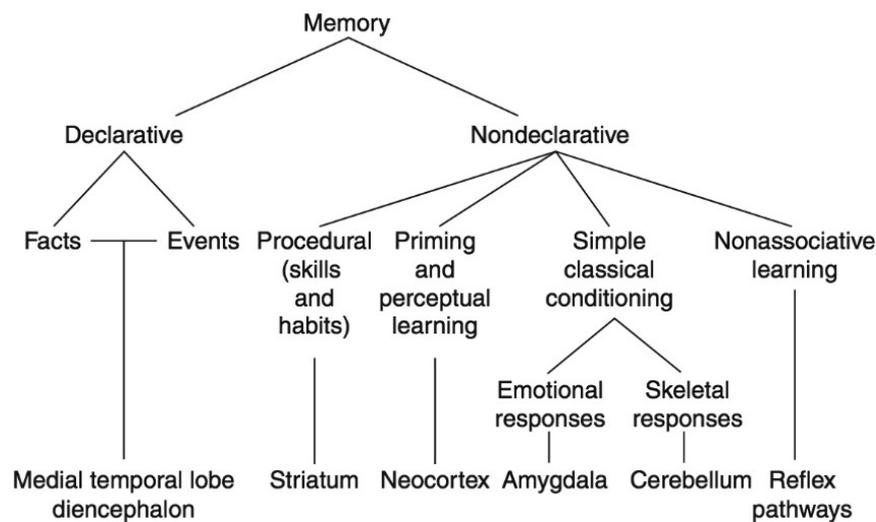


Figura 1.4: Clasificación de los sistemas de memoria a largo plazo propuesta por Squire (1992, 2004).

Memoria episódica y memoria semántica

Como acabamos de ver, Squire incluye dentro la memoria declarativa dos formas de memoria: la memoria de eventos y la de hechos. Estas dos formas de memoria se corresponden con lo que se suele denominar memoria episódica y memoria semántica desde que Endel Tulving propuso la distinción entre estas dos formas de memoria (Tulving, 1972). La *MEMORIA EPISÓDICA* permite el recuerdo de experiencias personales únicas que han tenido lugar en algún momento del pasado. Es el sistema de memoria que nos permitiría, por ejemplo, describir lo que hemos estado haciendo hoy hasta hace un minuto. La *MEMORIA SEMÁNTICA*, por su parte, sustenta nuestros conocimientos

generales acerca del mundo, de cómo funcionan las cosas y del significado de las palabras. Es el sistema de memoria que nos permite saber que hay que pelar las naranjas antes de comerlas o que tomar una taza de café puede aliviar el sopor que nos provoca estudiar una asignatura aburrida. La memoria semántica nos permite reconocer los objetos representados en la Figura 1.5, nombrarlos y, tras pensar un poco, decidir cuál de los cuatro objetos está fuera de lugar. Por su parte, necesitaríamos recurrir a la memoria episódica si alguien nos solicitara que describiéramos la última vez que hemos usado esos objetos o si, dentro de cinco minutos, nos piden que recordemos qué cuatro objetos aparecían en la figura.

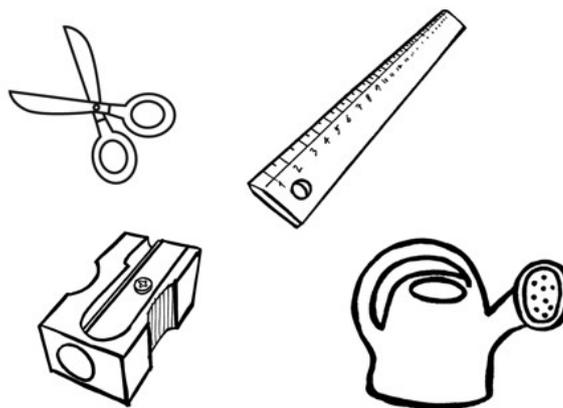


Figura 1.5: La memoria semántica permite identificar estos objetos, nombrarlos y saber cuál de ellos está fuera de lugar. La memoria episódica sería necesaria si quisiéramos recordar estos dibujos dentro de cinco minutos o cinco días.

La información en la memoria semántica se adquiere generalmente a partir de múltiples experiencias, estando los conocimientos almacenados desvinculados de las experiencias particulares a partir de las cuales se ha generado ese conocimiento. Por ejemplo, mi memoria semántica incluye la información de que Arabia Saudita es un país productor de petróleo, pero, por más que lo intento, soy incapaz de recordar ningún episodio concreto del pasado en el que estuviera presente esa información. Esto contrasta con lo que ocurre en el caso de la memoria episódica, la cual almacena experiencias individuales que se corresponden con un momento concreto del pasado.

Memoria procedimental y sistema de representación perceptiva

La memoria no declarativa probablemente incluya un amplio conjunto de sistemas de memoria de naturaleza diversa. Los dos sistemas más característicos son la memoria procedimental y el sistema de representación perceptiva. El término MEMORIA PROCEDIMENTAL hace referencia al sistema que permite la adquisición, retención y puesta en marcha de diferentes tipos de habilidades que se adquieren con la práctica repetida. Como ya sabemos, la memoria procedimental es un sistema de memoria no declarativa porque los conocimientos adquiridos no se pueden hacer conscientes y explicar con palabras. Imaginemos, por ejemplo, que queremos enseñar a un amigo a montar en bicicleta, que es una habilidad procedimental. ¿Qué podríamos hacer? Probablemente, le diríamos cosas como que debe tratar de mantener el equilibrio, que es mejor que mire al frente y que es

más fácil caerse si va muy despacio. En definitiva, le podríamos transmitir información contenida en nuestra memoria semántica: conocimientos generales acerca de cómo se monta en bicicleta. Sin embargo, esto no va a permitir a nuestro amigo adquirir la habilidad. Necesita practicar para ir incorporando a su memoria procedimental toda la información necesaria, la cual nosotros no le podemos transmitir con palabras.

El otro sistema de memoria no declarativa, denominado SISTEMA DE REPRESENTACIÓN PERCEPTIVA, es el sistema responsable de la aparición del efecto de *priming* de repetición. Como hemos visto, ese efecto consistiría en la mayor facilidad en los procesos implicados en la percepción de un determinado estímulo como consecuencia de que, algún tiempo antes, nos hemos encontrado con ese mismo estímulo. Es bastante difícil encontrar una situación de la vida cotidiana que permita ejemplificar el efecto de *priming* de repetición, pero hay multitud de tareas de laboratorio diversas en las que es posible encontrar este efecto, como veremos en su momento. Por cierto, ¿reconociste el objeto representado en la Figura 1.3 cuando lo viste por primera vez? ¿Lo reconoces ahora? Si no lo reconociste la primera vez y sí lo haces ahora, quizá podamos considerar esto como un ejemplo de *priming* de repetición: el objeto puede identificarse en esta segunda ocasión como consecuencia de que esa misma imagen (sin degradar) ha aparecido en la Figura 1.5.

Cinco grandes sistemas de memoria

Es momento de recapitular. Como hemos visto, parece claro que la memoria no es una entidad unitaria, sino un conjunto de sistemas de memoria, cada uno con sus características, utilidad y sustrato neuroanatómico, los cuales son resultado de un largo proceso evolutivo de cientos de millones de años de duración y guiado por la selección natural. Resulta habitual, además de bastante útil, distinguir entre cinco grandes sistemas de memoria (tal y como propusieron Schacter y Tulving, 1994), que son los que, actualmente, suscitan mayor interés entre los investigadores de la memoria humana:

1. La memoria episódica, que es el sistema encargado de retener información sobre nuestras experiencias personales, sobre episodios de nuestra vida que han tenido lugar en un contexto espaciotemporal concreto y único.
2. La memoria semántica, que nos permite atesorar conocimientos generales acerca del mundo y sobre nosotros mismos; conocimientos que hemos adquirido a partir de diferentes experiencias concretas, pero que se han abstraído y desvinculado de éstas.
3. La memoria procedimental, que es el sistema que subyace a nuestra capacidad para adquirir y poner en marcha habilidades de diferente naturaleza, habilidades que no se pueden transmitir verbalmente y que solo se pueden adquirir con la práctica.
4. Sistema de representación perceptiva, que se pone de manifiesto por el denominado efecto de *priming* de repetición, o mayor facilidad para procesar perceptivamente un estímulo por el hecho de habernos encontrado con ese estímulo en los minutos u horas previos.
5. La memoria a corto plazo (o memoria primaria), que permite mantener pequeñas cantidades de información durante breves periodos de tiempo, hasta que esa información es desplazada por nuevos contenidos.

Como ya sabemos, de los cuatro sistemas de memoria a largo plazo, memoria episódica y memoria semántica son sistemas de memoria declarativa, mientras que la memoria procedimental y el sistema de representación perceptiva son sistemas de memoria no declarativa. Nos encontramos, por lo tanto, con la clasificación de sistemas de memoria representado en el Figura 1.6, que es el que seguiremos a lo largo del curso. Hay que advertir que, aunque nuestro interés se centrará en estos cinco grandes sistemas, con esta clasificación dejamos fuera algunas otras formas de memoria. Tal es el caso de la memoria sensorial, de la que hemos hablado al describir el modelo modal de memoria, y que, como hemos dicho, hoy no suele ser objeto de gran interés en el campo de la memoria. También quedan fuera las formas de memoria que sustentan el aprendizaje mediante condicionamiento y el aprendizaje no asociativo, objeto de estudio de la psicología del aprendizaje, y que, siguiendo a Squire (2004), podríamos incluir dentro de la memoria no declarativa. Para ofrecer una visión de conjunto, la Figura 1.6 incluye estas otras formas de memoria junto con los cinco grandes sistemas.

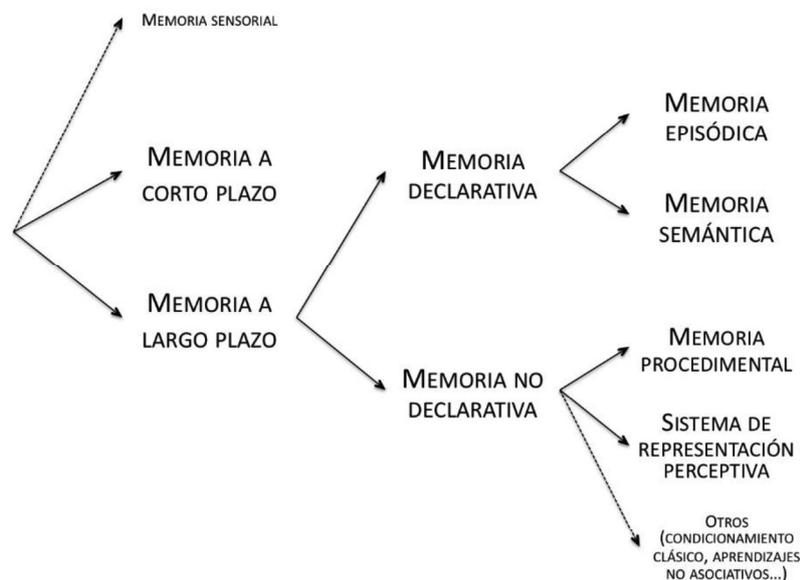


Figura 1.6: Esquema general de los sistemas de memoria.

Referencias

- Annese, J., Schenker-Ahmed, N. M., Bartsch, H., Maechler, P., Sheh, C., Thomas, N., ... y Klaming, R. (2014). Postmortem examination of patient HM's brain based on histological sectioning and digital 3D reconstruction. *Nature Communications*, 5:3122.
- Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. En K. W. Spence and J. T. Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (Vol. 2, pp. 89-195). New York: Academic Press.
- Drachman, D. A. y Arbit, J. (1966). Memory and the hippocampal complex: II. Is memory a multiple process? *Archives of Neurology*, 15, 52-61.

- Eichenbaum, H. y Cohen, N. J. (2004). *From conditioning to conscious recollection: Memory systems of the brain*. Nueva York: Oxford University Press.
- James, W. (1890). *The Principles of Psychology*. Nueva York: Henry Holt and Company.
- Milner, B. (1962). Les troubles de la mémoire accompagnant des lésions hippocampiques bilatérales. En P. Passouant (Ed.), *Physiologie de l'hippocampe* (pp. 257-272). París: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Milner, B., Corkin, S., y Teuber, H. L. (1968). Further analysis of the hippocampal amnesic syndrome: 14-year follow-up study of HM. *Neuropsychologia*, 6, 215-234.
- Murray, E. A., Wise, S. P., Graham, K. S. y Baldwin, K. L. (2020). *The evolutionary road to human memory*. Oxford, Reino Unido: Oxford University Press.
- Sagar, H. J., Cohen, N. J., Corkin, S. y Growdon, J. H. (1985). Dissociations among processes in remote memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 444, 533-535.
- Schacter, D. L. y Tulving, E. (1994). What are the memory systems of 1994? In D. L. Schacter y E. Tulving (Eds.), *Memory systems 1994* (pp. 1-38). Cambridge, MA: MIT Press.
- Scoville, W. B. y Milner, B. (1957). Loss of recent memory after bilateral hippocampal lesions. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 20, 11-21.
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 232-243.
- Squire, L. R. (2004). Memory Systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171-177.
- Squire, L. R., y Zola-Morgan, J. (2011). The cognitive neuroscience of human memory since H. M. *Annual Review of Neuroscience*, 34, 259-288.
- Tulving, E. (1972). Episodic and semantic memory. En E. Tulving y W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory* (pp. 381-402). New York: Academic Press.
- Tulving, E. y Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.

2. La amnesia

En el tema anterior, hemos hablado del trastorno amnésico y de las interesantes disociaciones neuropsicológicas que muestran sus pacientes, cuya observación ha contribuido enormemente a nuestra comprensión sobre la memoria humana (motivando en gran medida la propuesta de la existencia de diferentes sistemas de memoria). En temas venideros, vamos a seguir aludiendo frecuentemente a investigaciones realizadas con pacientes amnésicos, comparando sus resultados con los de personas sanas y pacientes que sufren otros tipos de trastornos neurocognitivos, observando qué capacidades memorísticas están preservadas y cuáles deterioradas, y analizando qué podemos concluir sobre la organización de la memoria humana a partir de esas observaciones. Por lo tanto, parece conveniente comenzar describiendo algunos aspectos básicos de este trastorno, incluyendo las diferentes formas amnesia, las lesiones cerebrales subyacentes y las causas más habituales de estas lesiones. También comentaremos algunas de las dificultades que presenta la investigación con estos pacientes a la hora de interpretar adecuadamente sus resultados, y aprovecharemos para hablar de los procesos de consolidación, los cuales explican algunas de las características de estos pacientes.

En general, el TRASTORNO AMNÉSICO se caracteriza por un gran deterioro de las capacidades de memoria declarativa, con preservación de otras formas de memoria y en ausencia de déficit significativos en otras capacidades cognitivas. El déficit afecta a la capacidad para adquirir nuevos recuerdos y conocimientos desde el momento en el que se produjo la lesión cerebral que subyace al trastorno (AMNESIA ANTERÓGRADA) y también a la posibilidad de recuperar información adquirida durante cierto periodo de tiempo inmediatamente precedente a la lesión (AMNESIA RETRÓGRADA; véase la Figura 2.1). La duración del periodo afectado en la amnesia retrógrada es muy variable de un paciente a otro, y es también bastante difícil de determinar con precisión por cuestiones metodológicas. El trastorno es consecuencia del daño cerebral en estructuras del lóbulo temporal medial o del diencefalo, así como de las fibras que conectan las primeras con las segundas. En la Figura 2.2, se presenta una visión esquemática del sistema cerebral afectado en la amnesia (véase también la Figura 2.3).

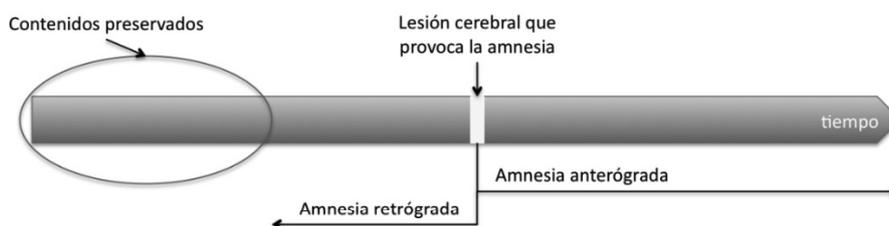


Figura 2.1: La amnesia suele incluir amnesia anterógrada (incapacidad para adquirir nuevos contenidos declarativos tras la lesión cerebral que provoca el trastorno) y amnesia retrógrada (incapacidad para recuperar contenidos declarativos adquiridos en los meses o años previos a la lesión). Los contenidos más antiguos están preservados.

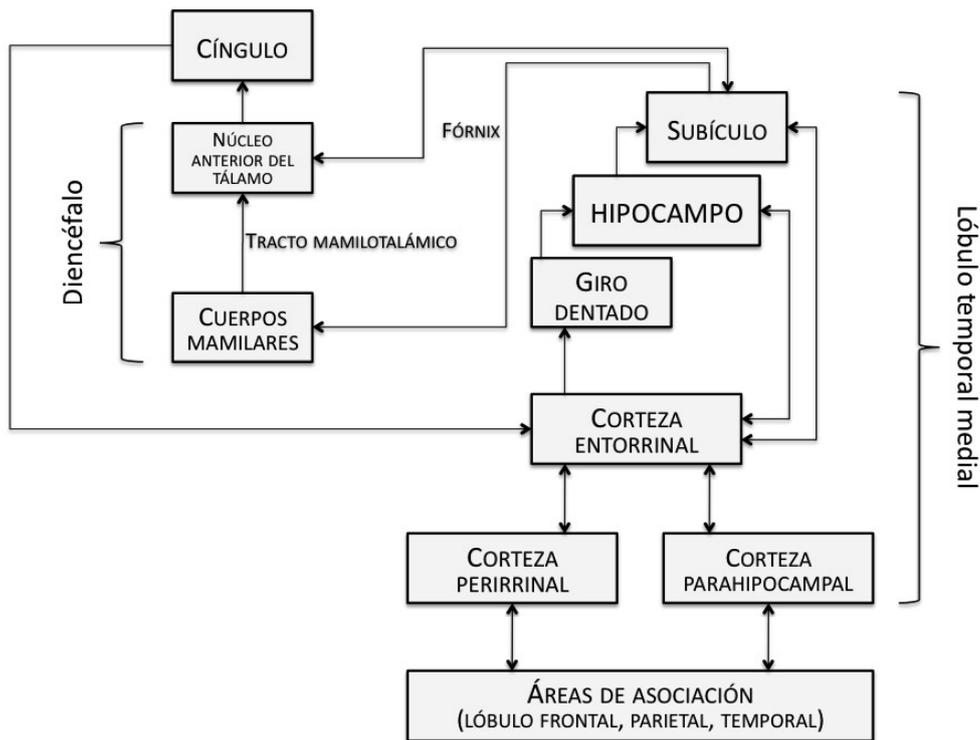


Figura 2.2: Esquema del sistema cerebral afectado en la amnesia (de acuerdo con Shah et al. 2012; Squire y Wixted, 2011; Vann y Nelson, 2015).

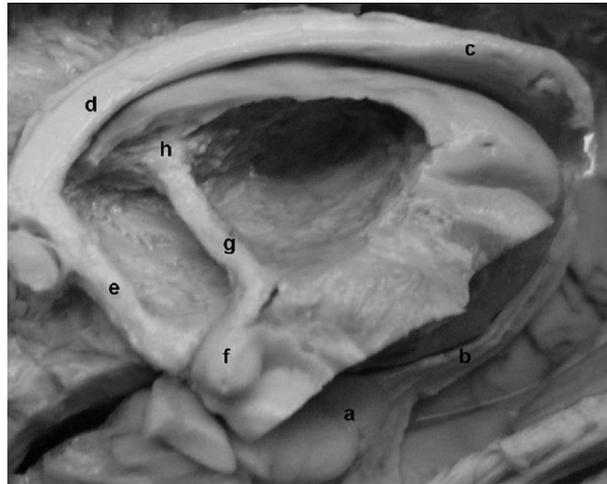


Figura 2.3: Fotografía que muestra parte de las estructuras del sistema cerebral cuya afectación subyace a la amnesia hipocámpica. En la foto, se puede apreciar (a) hipocampo (b) fimbria (unas fibras que darán lugar al fórnix), (c, d, e) fórnix, (f) cuerpo mamilar, (g) tracto mamilotalámico, y (h) núcleo anterior del tálamo. El giro dentado (que podría observarse bajo el hipocampo) y la fimbria, han sido eliminados. (Imagen tomada de Shah et al. 2012.)

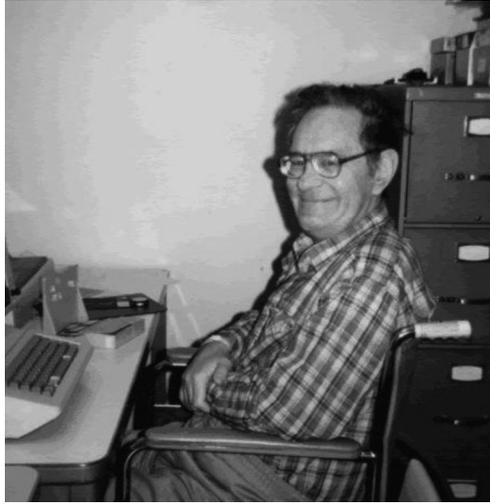


Figura 2.4: Fotografía del paciente neuropsicológico Henry Molaison (HM).

Amnesia hipocampal

Resulta habitual diferenciar entre dos formas de amnesia en función de la región del cerebro cuya lesión causa el trastorno. Como su propio nombre indica, la AMNESIA HIPOCAMPAL (o AMNESIA DEL LÓBULO TEMPORAL) es aquella que deriva de la lesión (generalmente bilateral) del hipocampo y áreas adyacentes del lóbulo temporal medial (Squire y Wixted, 2011). La amnesia hipocampal es el tipo de amnesia que sufría el famoso paciente HM (Figura 2.4), el cual, como vimos en el tema anterior, padeció un profundo trastorno amnésico tras practicársele una resección bilateral del lóbulo temporal medial. En un primer momento, no se sabía con precisión cuáles eran exactamente las áreas cuya lesión había provocado el trastorno, ya que la región afectada era muy extensa (Annese et al., 2014). Progresivamente, estudios con animales y la aparición de otros pacientes amnésicos con lesiones más localizadas permitieron determinar que las estructuras clave eran la formación hipocampal y las áreas adyacentes del giro parahipocampal: la corteza entorrinal, la corteza perirrinal y la corteza parahipocampal (Squire y Wixted, 2011) (véase la Figura 1.2 en la página 3). La formación hipocampal incluye el hipocampo propiamente dicho (campos CA1, CA2, CA3 y CA4), el giro dentado (que se suele considerar parte del hipocampo) y el subículo (Shah, Jhawar y Goel, 2012).

Algunos autores sugieren que la gravedad de la amnesia está en proporción a la extensión de la lesión (Squire y Wixted, 2011), algo que, en principio, parece razonable. Sin embargo, ciertos pacientes amnésicos con lesiones bastante selectivas muestran trastornos muy severos, lo que parece indicar que no es la extensión de la lesión lo que determina la profundidad de la amnesia, sino la importancia de la estructura dañada y el hecho de que el daño sea completo o no (Clark y Maguire, 2016; Spiers, Maguire y Burgess, 2001). A este respecto, hay que tener en cuenta que si una estructura no está del todo dañada aún puede conservar cierta funcionalidad (Clark y Maguire, 2016).

Las razones por las que se puede producir el tipo de daño cerebral que subyace a este tipo de amnesia son diversas. Tras revisar 147 casos de amnesia del lóbulo temporal medial, Spiers et al. (2001) enumeraron las siguientes etiologías:

- Suministro reducido de oxígeno a las células cerebrales (ANOXIA/HIPOXIA CEREBRAL), lo que puede ocurrir, por ejemplo, a causa de una parada cardiorrespiratoria o un *status epilepticus* (una crisis epiléptica o sucesión ininterrumpida de crisis de gran duración).
- Disminución del riego sanguíneo al cerebro (ISQUEMIA CEREBRAL), como puede ocurrir a causa de un paro cardíaco (isquemia cerebral global) o por la oclusión de un vaso cerebral (isquemia cerebral focal). Entre otros problemas, la isquemia provoca una anoxia/hipoxia cerebral, ya que es la sangre la que transporta el oxígeno a las células.
- Daño físico originado por cirugía o como consecuencia de un traumatismo craneoencefálico.
- Enfermedades infecciosas, como en el caso de la encefalitis herpética (asociada al virus del herpes simple) o de la meningitis.
- Enfermedades autoinmunes, como ocurre en el caso del lupus eritematoso sistémico.

A estas causas, quizá habría que añadir la epilepsia (por sí misma, y no por la posible anoxia/hipoxia que puede ocurrir durante una crisis), sobre todo cuando el foco epiléptico se encuentra en el lóbulo temporal medial (Warren, Duff, Magnotta, Capizzano, Cassell y Tranel, 2012).

La hipoxia/anoxia y la isquemia cerebral son unas de las causas más comunes. En estos casos, la lesión suele estar focalizada en el hipocampo, aunque no se puede descartar que exista algún daño oculto en otras estructuras fuera del lóbulo temporal medial. La encefalitis y la cirugía son otras dos causas habituales. En estos casos, las lesiones abarcan un área mayor del lóbulo temporal medial, aunque algunas encefalitis pueden generar daños bastante focalizados (Clark y Maguire, 2016).

Amnesia diencefálica

En la AMNESIA DIENCEFÁLICA, las estructuras cerebrales cuya afectación provoca la amnesia son el núcleo anterior del tálamo, los cuerpos mamilares y el tracto mamilotalámico que los une (véase las Figuras 2.2 y 2.3). Otras estructuras importantes pueden ser el núcleo dorsomedial del tálamo y la lámina medular interna adyacente (para una revisión exhaustiva, véase Kopelman, 2015). La amnesia diencefálica por excelencia es el llamado SÍNDROME DE KORSAKOFF, originado por el déficit continuado de vitamina B1 (tiamina) asociado a la malnutrición y, habitualmente, al alcoholismo. Su denominación se debe a que fue descrito por el neurólogo y psiquiatra ruso Sergéi Korsakoff (1887). Con cierta frecuencia, la amnesia viene precedida de lo que se denomina ENCEFALOPATÍA DE WERNICKE, cuyos síntomas pueden ser la confusión mental, la pérdida de coordinación muscular y los movimientos oculares anormales, y que también es consecuencia del déficit de vitamina B1 (Sechi y Serra, 2007). A parte del síndrome de Korsakoff, también es posible desarrollar una amnesia diencefálica tras un infarto talámico (Carlesimo, Lombardi y Caltagirone, 2011; Van der Werf, Scheltens, Lindeboom, Witter, Uylings y Jolles, 2003).

Durante algunos años, hubo bastante interés por tratar de determinar las posibles diferencias existentes entre la amnesia diencefálica e hipocampal (p. ej., Parkin, Leng y Hunkin, 1990). Hoy en día, sin embargo, predomina la visión de que se trata básicamente del mismo trastorno, el cual puede ser consecuencia de lesiones en una u otra localización porque ambas están estrechamente comunicadas y forman parte de un mismo circuito cerebral (Squire y Zola-Morgan, 2011; véase la Figura 2.1). Entre los que sostienen esta visión, se asume, más o menos implícitamente, que el elemento clave del circuito es el hipocampo, mientras que las estructuras diencefálicas actuarían

básicamente como una estación de relevo de la información proveniente de lóbulo temporal medial. Algunos autores, sin embargo, cuestionan esa visión, alegando que el diencefalo quizá pueda jugar algún papel específico al integrar en el sistema información que no proviene del lóbulo temporal medial (Vann y Nelson, 2015).

En el síndrome de Korsakoff es habitual que, junto con el daño diencefálico, aparezca cierta atrofia cortical frontal. La corteza frontal juega un papel fundamental para las llamadas FUNCIONES EJECUTIVAS, un conjunto de importantes mecanismos de control atencional de la conducta y el pensamiento (Miyake y Friedman, 2012). Esto explica por qué los pacientes muestran con frecuencia cierto déficit ejecutivo, y también podría explicar en parte el fenómeno de la confabulación, cuya presencia se menciona frecuentemente como una característica del síndrome de Korsakoff. El fenómeno de la CONFABULACIÓN consiste en la aparición espontánea de falsos recuerdos (incluyendo recuerdos verdaderos pero asociados a un contexto espaciotemporal incorrecto), sin que exista intención de mentir y sin que el paciente sea consciente de la falsedad de su recuerdo. En ocasiones, los pacientes son reacios a rechazar su falso recuerdo incluso aunque se les haga ver que no se ajusta a la realidad. La confabulación puede afectar tanto a recuerdos recientes adquiridos con posterioridad a la aparición del trastorno como a recuerdos remotos adquiridos mucho tiempo antes de que se produjera el daño cerebral, lo que indica que el problema se origina durante la recuperación y no durante la adquisición del recuerdo (Gilboa, Alain, Stuss, Melo, Miller y Moscovitch, 2006). Aunque la confabulación puede tener múltiples causas, un elemento fundamental parecen ser los fallos en la organización estratégica de la búsqueda de información en la memoria y los mecanismos de monitorización del recuerdo que permiten evaluar su veracidad. El mal funcionamiento de estos mecanismos está asociado al daño cerebral en la corteza prefrontal ventromedial y la corteza orbitofrontal (Gilboa et al., 2006; Moscovitch y Melo, 1997).

Problemas de interpretación en estudios con pacientes amnésicos

La investigación con pacientes amnésicos no está exenta de dificultades. Entre otros problemas, no es excepcional la aparición de resultados parcialmente contradictorios sobre diversas cuestiones, lo que entorpece la posibilidad de llegar a conclusiones firmes sobre cuáles son las capacidades memorísticas afectadas y deterioradas en función de las estructuras cerebrales dañadas. Así, hay bastantes preguntas que generan cierta controversia, como, por ejemplo: ¿está la memoria semántica afectada tanto como lo está la episódica?, ¿cuál es la extensión temporal de la amnesia retrógrada?, ¿está la memoria a corto plazo preservada para todo tipo de información?, ¿está el recuerdo y el reconocimiento igualmente afectado en todos los pacientes amnésicos?, ¿es necesario que la lesión del lóbulo temporal medial sea bilateral para provocar la amnesia?

Las principales dificultades a la hora de interpretar los resultados obtenidos con pacientes amnésicos han sido resumidas recientemente por Clark y Maguire (2016). Para comprender estas dificultades es necesario tener en cuenta cuál es la lógica básica subyacente en estos estudios: si un paciente con una lesión en determinada estructura cerebral muestra un mal rendimiento en una tarea de memoria, eso quiere decir que la estructura lesionada está implicada en la realización de esa tarea; por el contrario, si su rendimiento es normal, se considera que la estructura lesionada no

participa (o, al menos, no juega un papel crucial) en ese tipo de tareas. Aunque esta lógica parece razonable, la realidad es más compleja.

En primer lugar, es necesario tener en cuenta que, afortunadamente, el cerebro puede reorganizarse tras una lesión para recuperar parte de su funcionalidad. Teniendo esto en cuenta, cuando un paciente es capaz de completar una tarea, es posible que no sea porque las estructuras lesionadas son innecesarias, sino porque su cerebro se ha reorganizado de forma que otras estructuras compensan en parte la pérdida de funcionalidad provocada por la lesión. Esta puede ser la explicación de lo observado en algunos pacientes amnésicos cuya memoria episódica está deteriorada, pero que parecen conservar su memoria semántica (Vargha-Khadem, Gadian, Watkins, Connelly, Van Paesschen y Mishkin, 1997). En segundo lugar, aunque una lesión puede afectar gravemente a una estructura cerebral, restos de tejido pueden continuar estando operativos y aportar cierta funcionalidad residual. Por ejemplo, estudios de neuroimagen han mostrado actividad en el hipocampo durante la realización de tareas de memoria en pacientes amnésicos para los que, sobre la base de la reducción en el volumen de sus hipocampos, normalmente se hubiera asumido que esta estructura estaba completamente inoperativa (Maguire, Vargha-Khadem y Mishkin, 2001). En tercer lugar, los pacientes pueden adoptar estrategias alternativas durante la realización de una tarea para tratar de compensar sus carencias, por lo que su rendimiento puede ser bueno a pesar de que la lesión afecte al sistema cerebral que, en condiciones normales, resulta crucial para ese tipo de tareas. Por último, cuando nos encontramos con un paciente que no es capaz de realizar una tarea normalmente, la interpretación también se ve dificultada por el hecho de que el déficit puede estar relacionado con lesiones ocultas que no son detectadas con las actuales técnicas de neuroimagen. A pesar de todas estas dificultades, los estudios con pacientes amnésicos nos aportan información valiosísima, por lo que, con todas las cautelas necesarias, recurriremos a estos estudios con frecuencia en los siguientes temas.

Amnesia retrógrada y consolidación

Como ya sabemos, el trastorno amnésico incluye, junto a la amnesia anterógrada, el deterioro de la capacidad de los sistemas de memoria declarativa para recuperar contenidos adquiridos durante los meses o años previos a la aparición de la lesión cerebral causante del trastorno (aunque contenidos más antiguos sí puedan recuperarse sin aparentes problemas). El hecho de que esta amnesia retrógrada no sea total (que solo afecte al periodo inmediatamente anterior al momento en el que se produjo el daño cerebral) resulta especialmente intrigante. ¿Por qué un paciente amnésico no puede recordar un episodio ocurrido hace cinco años, pero sí algo que pasó hace veinte? Para responder a esta pregunta es necesario introducir el concepto de consolidación.

Resulta habitual diferenciar entre dos formas de consolidación, que se diferencian fundamentalmente por su duración (Dubai, 2004). Una primera forma de consolidación es la llamada CONSOLIDACIÓN SINÁPTICA, también denominada CONSOLIDACIÓN CELULAR. Esta forma de consolidación opera en los primeros minutos u horas inmediatamente posteriores a la codificación inicial, y permite estabilizar las huellas de memoria mediante cambios estructurales (incluyendo el crecimiento de espinas dendríticas y formación de nuevas conexiones sinápticas) que modifican la eficacia de las conexiones sinápticas dentro de redes neuronales del hipocampo. Si antes de que se complete esta

consolidación sináptica suministramos fármacos inhibidores de la síntesis de proteínas o nos enfrascamos en alguna tarea compleja que implique nuevos aprendizajes, podemos impedir o dificultar la consolidación, perjudicando o haciendo imposible el recuerdo posterior. Por el contrario, si, después de la codificación inicial, dormimos una siesta (Stickgold, 2005) o estamos un rato sin hacer nada (Wamsley, 2019), mejoraremos la consolidación sináptica y, consecuentemente, el recuerdo posterior.

Un segundo proceso de consolidación más lento es la CONSOLIDACIÓN SISTÉMICA, la cual puede durar años en humanos; la existencia de este tipo de consolidación es lo que explica el patrón de amnesia retrógrada descrito en pacientes amnésicos. La cuestión de en qué consiste la consolidación sistémica y qué les ocurre exactamente en el trastorno amnésico con los contenidos adquiridos antes de la lesión es controvertida, existiendo diferentes teorías al respecto (Figura 2.5). La explicación más conocida es la descrita en la TEORÍA ESTÁNDAR DE LA CONSOLIDACIÓN (Alvarez y Squire, 1997). Según esta teoría, tras la codificación inicial y la consolidación sináptica, se crea en el hipocampo una representación o huella de memoria que incluye información sobre cuál fue el patrón de activación existente en diferentes áreas del neocórtex cuando se estaba viviendo el episodio. Inicialmente, la existencia de esta representación en el hipocampo es imprescindible para que se produzca el recuerdo, ya que recordar implica la reproducción en el neocórtex de un patrón de activación similar al experimentado durante la codificación (y eso, al principio, solo se puede conseguir gracias a la información almacenada en el hipocampo). Con el paso de los años, sin embargo, y como consecuencia de lentos procesos de consolidación sistémica (que ocurren en gran medida durante el sueño), se produce una reorganización de grandes redes neuronales del neocórtex que, a la larga, hacen posible recordar sin la participación del hipocampo. Esto explica lo que les ocurre a los pacientes amnésicos, ya que la lesión del hipocampo solo impide recuperar aquellos contenidos para los que no ha dado tiempo a que se complete la consolidación sistémica (los más recientes).

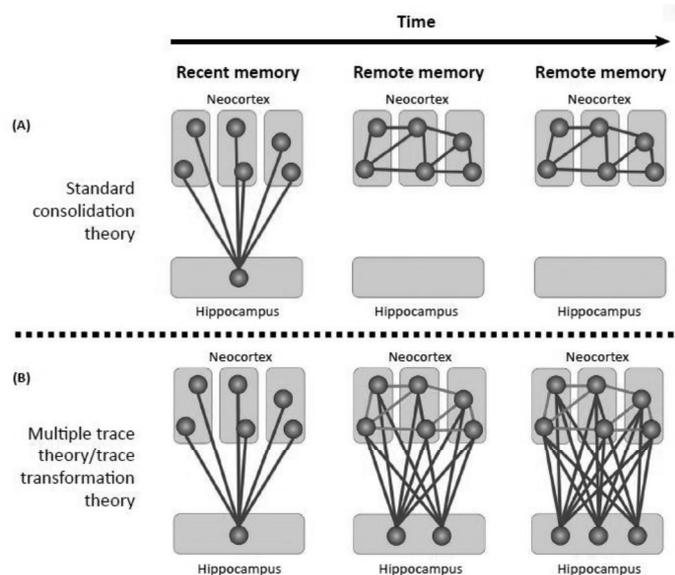


Figura 2.5: Modelos de consolidación sistémica (imagen tomada de Barry y Maguire, 2019).

En contra de esta visión, la TEORÍA DE LAS HUELLAS MÚLTIPLES (Nadel y Moscovitch, 1997), rebautizada recientemente con el nombre de TEORÍA DE LA TRASFORMACIÓN DE LA HUELLA (Sekeres, Moscovitch y Winocur, 2017; Winocur y Moscovith, 2011), sostiene que recordar un episodio del pasado de manera vívida y con riqueza de detalles siempre depende de la integridad del hipocampo, sin importar el tiempo que haya pasado. Lo que se genera e independiza del hipocampo durante la consolidación sistémica es una especie de conocimiento general acerca del propio recuerdo construido a partir de las múltiples huellas que se han generado sobre el episodio cada vez que lo hemos reactivado. Por eso, lo que los pacientes amnésicos pueden recuperar tras la lesión son recuerdos más generales y esquemáticos, que contienen pocos detalles y son menos vívidos.

El diagnóstico de trastorno amnésico en el DSM

La cuarta edición *del Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, DSM-IV* (American Psychiatric Association, 1994) incluye el trastorno amnésico dentro de la sección *Delirium, demencia, trastornos amnésicos y otros trastornos cognoscitivos*. El diagnóstico que le correspondería a los casos que solemos estudiar en nuestro campo sería el de trastorno amnésico (de tipo crónico) debido a enfermedad física, cuyos criterios diagnósticos son los siguientes:

- A. El deterioro de la memoria se manifiesta por un déficit de la capacidad para aprender información nueva o por la incapacidad para recordar información aprendida previamente.
- B. La alteración de la memoria provoca un deterioro significativo de la actividad laboral o social, y representa una merma importante del nivel previo de actividad.
- C. La alteración de la memoria no aparece exclusivamente en el transcurso de un delirium o de una demencia.
- D. Se demuestra, a través de la historia, de la exploración física o de las pruebas de laboratorio, que la alteración es un efecto directo de la enfermedad médica (incluyendo traumatismo físico).

Curiosamente, el trastorno amnésico ha desaparecido de la quinta edición del DSM (American Psychiatric Association, 2013). En esta nueva y polémica edición, la sección completa ha sido rebautizada bajo el epígrafe *Trastornos neurocognitivos*, que incluye el delirio y, a continuación, una serie de trastornos neurocognitivos con diferente etiología (trastorno neurocognitivo debido a enfermedad de Alzheimer, trastorno neurocognitivo vascular, trastorno neurocognitivo con cuerpos de Lewy, trastorno neurocognitivo debido a enfermedad de Parkinson, trastorno neurocognitivo frontotemporal... lo que antes se denominaban demencias). El trastorno amnésico se diagnosticaría ahora por descarte del resto de trastornos neurocognitivos, como trastorno neurocognitivo debido a otra afección médica.

Referencias

- Alvarez, P. y Squire, L. R. (1994). Memory consolidation and the medial temporal lobe: a simple network model. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 7041-7045.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (4th, edn)*. Washington, DC: American Psychiatric Association.

- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (5th edn)*. Arlington, VA: American Psychiatric Association.
- Annese, J., Schenker-Ahmed, N. M., Bartsch, H., Maechler, P., Sheh, C., Thomas, N., ... y Klaming, R. (2014). Postmortem examination of patient HM's brain based on histological sectioning and digital 3D reconstruction. *Nature Communications*, 5, 3122.
- Barry, D. N., & Maguire, E. A. (2019). Remote memory and the hippocampus: a constructive critique. *Trends in Cognitive Sciences*, 23, 128-142.
- Carlesimo, G. A., Lombardi, M. G. y Caltagirone, C. (2011). Vascular thalamic amnesia: a reappraisal. *Neuropsychologia*, 49, 777-789.
- Clark, I. A. y Maguire, E. A. (2016). Remembering preservation in hippocampal amnesia. *Annual Review of Psychology*, 67, 51-82.
- Dudai, Y. (2004). The neurobiology of consolidations, or, how stable is the engram? *Annual Review of Psychology*, 55, 51-86.
- Gilboa, A., Alain, C., Stuss, D. T., Melo, B., Miller, S. y Moscovitch, M. (2006). Mechanisms of spontaneous confabulations: A strategic retrieval account. *Brain*, 129, 1399-1414.
- Kopelman, M. D. (2015). What does a comparison of the alcoholic Korsakoff syndrome and thalamic infarction tell us about thalamic amnesia? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 54, 46-56.
- Korsakoff, S. S. (1887). Disturbance of psychic function in alcoholic paralysis and its relation to the disturbance of the psychic sphere in multiple neuritis of non-alcoholic origin. *Vestnik Psichiatrii*, 4.
- Maguire, E. A., Vargha-Khadem, F. y Mishkin, M. (2001). The effects of bilateral hippocampal damage on fMRI regional activations and interactions during memory retrieval. *Brain*, 124, 1156-1170.
- Miyake, A. y Friedman, N. P. (2012). The nature and organization of individual differences in executive functions: Four general conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21, 8-14.
- Moscovitch, M. y Melo, B. (1997). Strategic retrieval and the frontal lobes: Evidence from confabulation and amnesia. *Neuropsychologia*, 35, 1017-1034.
- Nadel, L. y Moscovitch, M. (1997). Memory consolidation, retrograde amnesia and the hippocampal complex. *Current opinion in Neurobiology*, 7, 217-227.
- Parkin, A. J., Leng, N. R. y Hunkin, N. M. (1990). Differential sensitivity to context in diencephalic and temporal lobe amnesia. *Cortex*, 26, 373-380.
- Sechi, G. y Serra, A. (2007). Wernicke's encephalopathy: new clinical settings and recent advances in diagnosis and management. *The Lancet Neurology*, 6, 442-455.
- Sekeres, M. J., Moscovitch, M. y Winocur, G. (2017). Mechanisms of memory consolidation and transformation. In *Cognitive neuroscience of memory consolidation* (pp. 17-44). Springer, Cham.

- Shah, A., Jhavar, S. S. y Goel, A. (2012). Analysis of the anatomy of the Papez circuit and adjoining limbic system by fiber dissection techniques. *Journal of Clinical Neuroscience*, *19*, 289-298.
- Spiers, H. J., Maguire, E. A. y Burgess, N. (2001). Hippocampal amnesia. *Neurocase*, *7*, 357-382.
- Squire, L. R., y Wixted, J. T. (2011). The cognitive neuroscience of human memory since H.M. *Annual Review of Neuroscience*, *34*, 259-288.
- Stickgold, R. (2005). Sleep-dependent memory consolidation. *Nature*, *437*(7063), 1272-1278.
- Van der Werf, Y. D., Scheltens, P., Lindeboom, J., Witter, M. P., Uylings, H. B. y Jolles, J. (2003). Deficits of memory, executive functioning and attention following infarction in the thalamus; a study of 22 cases with localised lesions. *Neuropsychologia*, *41*, 1330-1344.
- Vann, S. D. y Nelson, A. J. (2015). The mammillary bodies and memory: More than a hippocampal relay. *Progress in Brain Research*, *219*, 163-185.
- Vargha-Khadem, F., Gadian, D. G., Watkins, K. E., Connelly, A., Van Paesschen, W. y Mishkin, M. (1997). Differential effects of early hippocampal pathology on episodic and semantic memory. *Science*, *277*, 376-380.
- Wamsley, E. J. (2019). Memory consolidation during waking rest. *Trends in Cognitive Sciences*, *23*, 171-173.
- Warren, D. E., Duff, M. C., Magnotta, V., Capizzano, A. A., Cassell, M. D. y Tranel, D. (2012). Long-term neuropsychological, neuroanatomical, and life outcome in hippocampal amnesia. *The Clinical Neuropsychologist*, *26*, 335-369.
- Winocur, G. y Moscovitch, M. (2011). Memory transformation and systems consolidation. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *17*, 766-780.

3. Memoria episódica y memoria a corto plazo

Como vimos en el Tema 1, la memoria es considerada hoy en día como un conjunto de sistemas, más o menos independientes, que han surgido en diferentes momentos durante la evolución y que difieren entre sí por sus propiedades, funciones y sustratos neuroanatómicos. Uno de esos sistemas, la MEMORIA EPISÓDICA, nos permite recordar experiencias personales únicas, sucesos concretos ocurridos en un lugar determinado, en un momento concreto de nuestro pasado. Es el sistema de memoria a largo plazo (en adelante, MLP) que, por ejemplo, nos permite recordar dónde hemos estacionado nuestro vehículo esta mañana o quiénes acudieron a nuestra última fiesta de cumpleaños. Otro de esos sistemas, la MEMORIA A CORTO PLAZO (en adelante, MCP), se encarga del mantenimiento de pequeñas cantidades de información durante breves periodos de tiempo. Por ejemplo, la MCP es el sistema que nos permite mantener una frase que acaba de decir el profesor en clase el tiempo necesario para poder reproducirla en nuestros apuntes.

La diferenciación entre MCP por un lado y memoria episódica y otras formas de MLP por otro cuenta con una larga historia, y es aceptada por la inmensa mayoría de psicólogos y neurocientíficos. Sin embargo, si nos detenemos a considerarlo detenidamente, la necesidad de diferenciar entre MCP y memoria episódica no resulta obvia. ¿Por qué es necesario asumir que el mantenimiento de pequeñas cantidades de información a corto plazo depende de un sistema diferente al de la memoria episódica? ¿Lo que llamamos MCP no podría ser simplemente la manifestación de la memoria episódica en situaciones en las que el INTERVALO DE RETENCIÓN (el tiempo que transcurre entre la presentación de una información y la aplicación de una medida de memoria) es muy breve?

Disociaciones funcionales entre MCP y memoria episódica

Cuando los intervalos de retención son cortos, la MCP y la memoria episódica se pueden manifestar de manera muy similar, hasta el punto de que, en ocasiones, la ejecución de los participantes en una tarea puede sustentarse en ambas sin que sea sencillo determinar con exactitud el grado de participación de una y otra. Esto parece ocurrir, por ejemplo, en un pionero y bien conocido estudio llevado a cabo por Glanzer y Cunitz (1966). En uno de los experimentos de este estudio, los autores presentaron visualmente listas de 15 palabras a un ritmo de una palabra cada tres segundos. En una de las tres condiciones del experimento aparecía un signo # justo tras la última palabra de la lista, momento en el que los participantes debían tratar de recordar por escrito todas las palabras que pudieran en cualquier orden (este procedimiento de medida se denomina RECUERDO LIBRE INMEDIATO: libre porque los participantes no tienen que recordar los ítems en el mismo orden en que han sido presentados e inmediato porque el recuerdo comienza justo tras la presentación de la información que hay que recordar). Tras analizar las respuestas de los participantes, representaron la proporción de recuerdo correcto en función de la posición que habían ocupado las palabras dentro de las listas (es decir, de su POSICIÓN SERIAL), obteniendo, como ocurre con frecuencia en experimentos de este tipo, una curva en forma de U que se conoce como CURVA DE POSICIÓN SERIAL. La forma de la curva ilustra el hecho de que, en comparación con las palabras presentadas en las posiciones centrales de las listas, se recuerdan mejor las palabras que aparecen en las primeras posiciones (EFECTO DE PRIMACÍA) y también las palabras presentadas en las últimas posiciones (EFECTO DE

RECENCIA). Pero ¿cuál era el sistema de memoria responsable del recuerdo en esta primera condición del experimento?

Por una parte, dado que el recuerdo era inmediato (no existía ningún intervalo de tiempo entre la presentación de las palabras y el recuerdo), podría pensarse que el sistema de memoria implicado era la MCP. Sin embargo, las listas del experimento estaban conformadas por 15 palabras, lo cual supone demasiada información para la MCP, que es un sistema de capacidad bastante limitada. Para algunas situaciones, por ejemplo, se ha estimado que la MCP podría retener tan solo entre tres y cinco elementos (Cowan, 2010), mientras que otras estimaciones algo menos restrictivas sitúan este límite de capacidad en torno a siete elementos (Miller, 1956). ¿Qué podría estar ocurriendo entonces? Parece razonable pensar que, en el momento de comenzar el recuerdo, parte de las palabras de la lista, muy probablemente las últimas presentadas, estarían disponibles en la MCP. Puesto que el recuerdo era libre, los participantes podían empezar reportando esas palabras directamente de su MCP (esto es, de hecho, lo que suele hacer la mayoría), lo que justificaría la aparición del efecto de recencia. Tras esto, los participantes podrían poner en marcha mecanismos de búsqueda para recuperar el resto de las palabras de su memoria episódica.

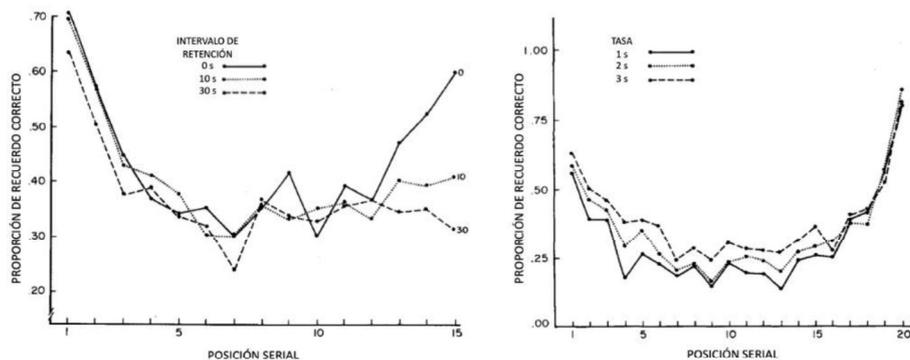


Figura 3.1: Proporción de recuerdo correcto en función de la posición serial observados por Glanzer y Cunitz (1966) tras manipular el intervalo de retención (izquierda) y la tasa de presentación (derecha).

Esta interpretación parece confirmarse al comparar los resultados obtenidos en esta primera condición con los de otras dos condiciones presentes en el experimento. En esas nuevas condiciones, se introdujo un pequeño intervalo de tiempo de 10 o 30 segundos entre la presentación de la lista y el recuerdo (una medida de recuerdo que no sigue inmediatamente a la presentación de la información se denomina RECUERDO DEMORADO, en contraposición con las medidas de recuerdo inmediato). Durante esos intervalos, además, los participantes debían contar en voz alta a partir de un número que se presentaba en la pantalla tras la última palabra de la lista (en vez del signo # que aparecía en la anterior condición de recuerdo inmediato). Esta sencilla TAREA DISTRACTORA tenía como objetivo limitar la posibilidad de repaso durante el intervalo de retención. Como se aprecia en la Figura 3.1 (panel de la izquierda), los resultados mostraron que la introducción de un intervalo de retención (con tarea distractora) tuvo un efecto selectivo sobre el recuerdo de los últimos ítems de las listas, que se manifestó con una reducción o completa eliminación del efecto de recencia

encontrado en la condición de recuerdo inmediato. En claro contraste con lo anterior, el recuerdo de las palabras presentadas en el resto de las posiciones fue equivalente en las tres condiciones presentes en el experimento (recuerdo inmediato, recuerdo demorado 10 s y recuerdo demorado 30 s).

El valor informativo del resultado que acabamos de describir se magnifica cuando lo consideramos junto con los de otro experimento similar descrito en el mismo estudio. En este experimento, los autores presentaron listas de 20 palabras a tres tasas diferentes (una palabra por segundo, una palabra cada dos segundos y una palabra cada tres segundos), aplicando posteriormente una medida de recuerdo libre inmediato en todos los casos. Como se observa en la Figura 3.1 (panel de la derecha), las tasas de presentación más lentas mejoraron el recuerdo posterior de las palabras a lo largo de toda la lista, con la excepción de las presentadas en las últimas posiciones. La tasa de presentación, por lo tanto, tuvo un efecto selectivo sobre el rendimiento de la memoria episódica sin afectar a la MCP, justo el patrón contrario al obtenido cuando se manipuló el intervalo de retención.

En resumen, el estudio de Glanzer y Cunitz (1966) muestra como, en el contexto de una misma tarea cuya realización depende de la MCP y la memoria episódica, determinadas variables pueden ejercer un efecto selectivo sobre el funcionamiento de un sistema de memoria (la MCP en el caso del intervalo de retención, la memoria episódica en el caso de la tasa de presentación) sin afectar al otro sistema de memoria implicado. La interpretación más sencilla de este patrón de resultados es que MCP y memoria episódica son sistemas diferentes, cada uno con sus reglas de funcionamiento particulares, y que, por lo tanto, pueden verse afectados de manera específica por determinados factores. En general, a este tipo de observación se le denomina *DISOCIACIÓN FUNCIONAL*, un concepto similar al de disociación neuropsicológica que vimos en el Tema 1 pero en el que el factor que ejerce un efecto diferencial sobre un sistema u otro de memoria no es una lesión cerebral sino un determinado parámetro experimental manipulado por el investigador.

Disociaciones neuropsicológicas entre MCP y memoria episódica

Sin menoscabo de las disociaciones funcionales que acabamos de describir, no cabe duda de que la prueba fundamental que sostiene la diferenciación entre MCP y memoria episódica es la observación de disociaciones neuropsicológicas con pacientes amnésicos (Baddeley y Warrington, 1970; Cave y Squire, 1992). Un estudio muy conocido e ilustrativo en el que se puede apreciar este tipo de disociación es el realizado por Drachman y Arbit (1966). En esta investigación participaron cinco pacientes que habían desarrollado una *AMNESIA HIPOCAMPAL*, un trastorno amnésico provocado por la lesión del hipocampo, como en el caso de HM (véase el Tema 2). Junto a estos pacientes participaron 20 personas sanas, las cuales conformaron el grupo control. En una primera fase del estudio, los participantes completaron una versión de la denominada *TAREA DE AMPLITUD DE DÍGITOS* (*digit span task*), una medida de MCP bastante común (sobre todo, en contextos de evaluación neuropsicológica). La tarea consistía en la presentación de listas de dígitos en orden aleatorio a un ritmo de uno por segundo para que los participantes trataran de reproducir la lista de dígitos justo tras su presentación y respetando el orden (a esto se le denomina *RECUERDO SERIAL INMEDIATO*: serial porque hay que recordar los ítems en su orden de presentación e inmediato porque el recuerdo comienza justo tras la presentación de la lista). Los investigadores comenzaron presentando tres

listas de cinco dígitos. Si el participante era capaz de recordar correctamente al menos una de ellas, se presentaban otras tres nuevas listas, esta vez de seis dígitos. Este procedimiento se repetía incrementando la longitud de las listas en uno cada vez hasta que el participante no era capaz de reproducir ninguna de las tres listas de una determinada longitud. En ese momento, la tarea finalizada y se consideraba que la amplitud de dígitos del participante era igual al número de ítems de la última lista recordada correctamente.

Como se puede observar en la Tabla 3.1, los pacientes amnésicos lograron recordar correctamente listas de entre seis y ocho dígitos, lo que resulta en una amplitud de dígitos media de 7, un valor bastante próximo al obtenido por el grupo control (8,3). En claro contraste con lo anterior, los pacientes amnésicos obtuvieron un resultado muy inferior al del grupo control en una segunda fase del experimento en la que se volvía a pedir el recuerdo serial inmediato de listas de dígitos, pero con la diferencia de que, cuando el participante no era capaz de reproducir una lista determinada, se volvía a presentar la misma lista una y otra vez hasta que conseguía recordarla correctamente. Cuando esto ocurría, se volvía a aplicar el mismo procedimiento con una nueva lista de dígitos incrementando la longitud de la lista en uno. La tarea se interrumpía cuando un participante no era capaz de recordar una lista tras 25 repeticiones o cuando se superaba el nivel máximo establecido (que era el de listas de 20 dígitos). Como se puede observar en la Tabla 3.1, los participantes amnésicos consiguieron reproducir correctamente listas de entre 6 y 12 dígitos como máximo, mientras que todos los participantes del grupo control lograron recordar listas de 20 dígitos, la mayor longitud posible. Un dato adicional que permite apreciar la dificultad que mostraron los pacientes amnésicos durante esta segunda tarea es del número de veces que las listas debían presentarse hasta que el participante conseguía recordarla correctamente. Como se puede observar en la Figura 3.2, los pacientes amnésicos no solo fueron capaces de recordar listas de menor longitud, sino que necesitaron muchas más repeticiones para conseguirlo.

Tabla 3.1: Resultados del estudio de Drachman y Arbit (1966).

Participante	Edad	Etiología	Amplitud de dígitos	Longitud máxima
H. M.	39	Lobectomía	6	6
A. R.	61	Hemorragia subaracnoidea	6	7
H. S.	33	Encefalitis	7	8
V. F.	51	Lobectomía	8	10
L. C.	21	Encefalitis	8	12
Grupo control	M = 24	-	M = 8,3	≥20

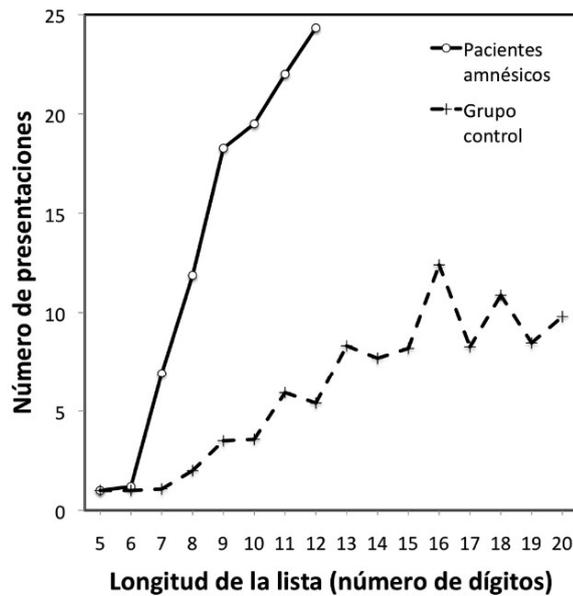


Figura 3.2: Número de presentaciones necesarias para conseguir la reproducción perfecta de la lista de dígitos en función de la longitud de las listas (de su número de elementos) en el estudio de Drachman y Arbit (1966).

En resumen, los resultados parecen indicar con claridad que la MCP de los pacientes amnésicos funcionaba con normalidad, lo que les permitía tener un rendimiento equiparable al del grupo control con listas cortas. Sin embargo, conforme se incrementaba el número de dígitos, aumentaba también la necesidad de recurrir a la MLP para permitir el recuerdo, sobre todo cuando no era suficiente una sola presentación y se necesitaban presentaciones repetidas de la misma lista. En este caso, aparecieron rápidamente grandes diferencias entre el grupo control y el de pacientes, cuyo rendimiento mostraban un evidente déficit de MLP. El dato más contundente a este respecto es el relacionado con HM, que era uno de los participantes en el estudio. Como se puede apreciar en la Tabla 3.1, HM fue capaz de reproducir inmediatamente una lista de seis dígitos tras una sola presentación. Sin embargo, en cuanto se sobrepasó la capacidad de su MCP presentando una lista con siete dígitos, no fue capaz de recordarla a pesar de que se le presentara la misma lista en 25 ocasiones. Sus resultados son un ejemplo muy claro de la discontinuidad cualitativa existente entre MCP y MLP.

La característica definitoria de la MCP

El hecho de que a la MCP la denominemos de esa manera puede hacernos pensar que la característica clave que permite diferenciarla de la MLP es el hecho de que participa en situaciones en las que el intervalo de retención es muy corto (unos pocos segundos). Nosotros mismos hemos definido la MCP como el sistema de memoria que permite mantener pequeñas cantidades de información durante breves periodos de tiempo, dando a entender que la cuestión del tiempo durante el cual se mantiene la información es un aspecto determinante. Esta es una idea, sin embargo, que debemos matizar. Basta pensar, por ejemplo, que el famoso paciente amnésico HM era capaz de recordar un número de tres dígitos tras 15 minutos (Milner, 1972). Recordar algo tras un intervalo de retención tan largo sería interpretado, normalmente, como una muestra del

funcionamiento de la memoria episódica. ¿Por qué entonces HM, que no tenía capacidad para adquirir nuevos recuerdos en su memoria episódica, podía recordar un número tras quince minutos? La respuesta es sencilla: porque, en realidad, estaba utilizando su MCP, manteniendo los números en mente durante todo ese tiempo a través del REPASO SUBVOCAL (*SUBVOCAL REHEARSAL*), esto es, repitiéndolo mentalmente una y otra vez. Si alguien le entretenía durante un instante haciéndole pensar en otra cosa, esa información desaparecería de su MCP y se tornaría irrecuperable para él. Es importante darse cuenta de que ninguna persona sana utilizaría su MCP para retener un número durante tanto tiempo. Lo normal sería mantenerlo en la MCP solo inicialmente y durante unos pocos segundos, el tiempo necesario para conseguir almacenarlo en nuestra MLP. HM era incapaz de hacer esto, por eso no podía dejar de repasar el número¹.

Podemos concluir, por lo tanto, que, en puridad, el tiempo no es la clave para diferenciar MCP y memoria episódica. Lo importante es que, cuando hablamos de MCP, la información se mantiene en mente de manera continua, algo que, en condiciones normales, solo hacemos durante cortos periodos de tiempo. Mantener información activa, además, solo es posible cuando la cantidad de información es pequeña, lo que hace que la MCP tenga una capacidad muy limitada. Los dos mecanismos que permiten mantener la información en la MCP son el repaso subvocal, del que acabamos de hablar, y el refresco atencional (Camos, Johnson, Loaiza, Portrat, Souza y Vergauwe, 2018; Camos, Lagner y Barrouillet, 2009). El repaso subvocal solo se puede utilizar para mantener representaciones verbales, pero tiene la ventaja de que puede funcionar de una forma casi automática (lo que implica que podemos mantener un pequeño número de representaciones a la vez que prestamos atención a otra cosa). Por su parte, con el mecanismo de REFRESCO ATENCIONAL (*ATTENTIONAL REFRESHING*), evitamos que una información desaparezca de nuestra MCP manteniendo la atención focalizada sobre esa información (de igual forma que, de entre toda la información de nuestro entorno, podemos focalizar nuestra atención en algo en particular, también podemos focalizar nuestra atención en un pequeño conjunto de representaciones mentales; ese pequeño conjunto de representaciones mentales constituirían el contenido de nuestra MCP). A diferencia de lo que ocurre con el repaso subvocal, el mecanismo de refresco atencional se puede emplear para mantener cualquier tipo de contenido, pero, dado que los recursos atencionales son limitados, no puede emplearse si, a la vez, debemos prestar atención a otra cosa diferente.

¿Está la MCP preservada en la amnesia para todo tipo de información?

Tradicionalmente, la observación de que los pacientes amnésicos muestran un rendimiento normal en tareas de MCP ha hecho que, durante más de medio siglo, se haya considerado que la MCP es un sistema de memoria independiente del hipocampo (Squire y Wixted, 2011). En los últimos años, sin embargo, se está extendiendo la idea de que el hipocampo podría jugar un papel en la MCP siempre y cuando la tarea implique mantener ASOCIACIONES ÍTEM-LOCALIZACIÓN, es decir, la asociación que existe entre la identidad del ítem (qué es) y su posición dentro del contexto en el que

¹ Esta anécdota ejemplifica uno de los problemas de interpretación de los datos obtenidos con pacientes neuropsicológicos que comentamos en el tema pasado (página 16). En ocasiones, nos podemos encontrar con pacientes que pueden completar una tarea con éxito a pesar de tener dañado el sistema cerebral que, normalmente, sustenta la realización de este tipo de tareas porque realizan la tarea de una forma diferente a como lo hacen las personas sanas.

aparece (dónde está). Según esta nueva concepción, lo que determina que el hipocampo juegue un papel o no en una tarea de memoria no es si se trata de una tarea de MLP o de MCP, sino si la tarea implica retener información relacional, en concreto, asociaciones ítem-localización (también llamadas asociaciones ítem-contexto). Estas asociaciones ítem-contexto resultan cruciales para la memoria episódica, pero no para las tareas tradicionales de MCP; por esta razón, los pacientes amnésicos muestran un rendimiento normal en estas tareas de MCP.

La idea de que el hipocampo juega un papel central en el mantenimiento y recuperación de información sobre asociaciones ítem-contexto independientemente de si el recuerdo es a corto o a largo plazo se deriva de la denominada TEORÍA RELACIONAL (Eichenbaum, Sauvage, Fortin, Komorowski y Lipton, 2012), una de las propuestas teóricas más relevantes sobre el papel que el hipocampo juega en la memoria. Según esta teoría, cuando nos encontramos con un estímulo, la información sobre las características del estímulo (el qué) y la información sobre su localización (el dónde) sigue caminos diferentes en el lóbulo temporal medial. La información sobre el qué, proveniente de diferentes áreas de asociación de la corteza, llega a la corteza perirrinal, pasa a la corteza entorrinal lateral y, finalmente, al hipocampo. La información sobre el dónde, por su parte, llega a la corteza parahipocampal, de ahí a la corteza entorrinal medial y, después, al hipocampo. El hipocampo, por lo tanto, sería el punto en el que convergería de la información sobre el qué y sobre el dónde, por lo que resultaría crucial en el establecimiento, mantenimiento y recuperación de las asociaciones ítem-localización (Eichenbaum et al., 2012).

¿Está la MCP para información relacional afectada en la amnesia? La verdad es que es una cuestión controvertida y hay algunos investigadores que sostienen firmemente que la MCP de estos pacientes está preservada en todos los casos (Allen, Vargha-Khadem y Baddeley, 2014; Jeneson, Mauldin, Hopkins y Squire, 2011). No obstante, algunos resultados parecen indicar que, efectivamente, la amnesia hipocampal está asociada con un peor rendimiento en tareas de MCP que requieren el mantenimiento asociaciones ítem-localización (Olson, Page, Moore, Chatterjee y Verfaellie, 2006; Pertzov et al., 2013; Watson, Voss, Warren, Tranel y Cohen, 2013; Yee, Hannula, Tranel y Cohen, 2014; Yonelinas, 2013). Un ejemplo lo podemos encontrar en un estudio en el que seis pacientes, a los que se les había practicado una resección del lóbulo temporal medial derecho, completaron diferentes versiones de una TAREA DE RECONOCIMIENTO A CORTO PLAZO (Braun, Weinrich, Finke, Ostendorf, Lehmann y Ploner, 2011). Todas las versiones de la tarea seguían el mismo procedimiento básico (Figura 3.3, arriba). Cada ensayo comenzaba con la presentación de una serie de estímulos en la pantalla de un ordenador durante 200 ms. A continuación, tras un intervalo de retención de 900 o 5000 ms, aparecía lo que en este tipo de experimentos se denomina ESTÍMULO *PROBE*. En ese momento, los participantes tenían que responder si ese estímulo *probe* coincidía con uno de los presentados inicialmente o no (en otras palabras, si se trataba de un *probe* positivo o un *probe* negativo).

En la primera versión de la tarea, los estímulos presentados inicialmente eran unos círculos de diferentes colores, mientras que el estímulo *probe*, que se presentaba siempre en el centro de la pantalla, era otro círculo coloreado. La tarea de los participantes en este caso era indicar si el color del *probe* coincidía o no con uno de los colores presentados al comienzo del ensayo. En la segunda

versión de la tarea, lo que se presentaba inicialmente era un conjunto de cuadraditos grises distribuidos en diferentes localizaciones de la pantalla. El *probe* ahora era otro cuadradito gris y la tarea de los participantes consistía en indicar si la localización del *probe* coincidía o no con una de las localizaciones en las que los estímulos iniciales habían aparecido. Lo importante de estas dos primeras versiones de la tarea es que, para dar una respuesta correcta, el participante debía mantener información, bien acerca del color, bien acerca de la localización de los estímulos, pero nunca de la asociación entre el color y la localización.

La naturaleza de la tarea cambiaba de manera crucial en la tercera versión de la tarea. Ahora, los estímulos iniciales consistían en cuadraditos de colores presentados en diferentes localizaciones de la pantalla, y los participantes debían responder positivamente cuando el *probe* coincidía tanto en color como en localización con uno de los estímulos presentados (Figura 3.3, arriba derecha). Un aspecto importante del procedimiento es que, para realizar correctamente la tarea, no resultaba de utilidad mantener información acerca de los colores y de las localizaciones de manera independiente, ya que los *probes* negativos consistían en una recombinación de colores y localizaciones de dos de los estímulos presentados. Los resultados mostraron que el rendimiento de los pacientes amnésicos (en términos de porcentaje de respuestas correctas) era bastante similar al del grupo control en las primeras dos versiones (solo color, solo localización), pero sensiblemente inferior en la tercera versión, en la que la ejecución correcta dependía del mantenimiento de asociaciones color-localización (Figura 3.3, abajo).

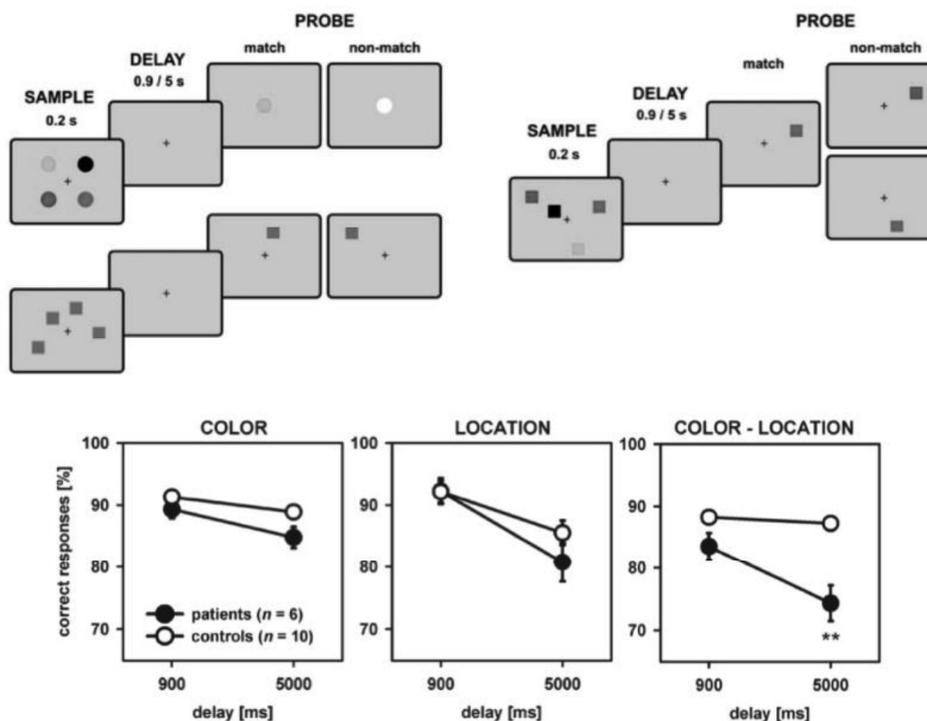


Figura 3.3: Esquema del procedimiento empleado (arriba) y de los principales resultados (abajo) en el estudio de Braun et al. (2011).

Resultados como el descrito sugieren la interesante posibilidad de que, en contra de lo asumido tradicionalmente, estructuras del lóbulo temporal medial (en concreto, el hipocampo) jueguen un papel crucial en tareas de MCP cuando estas impliquen el mantenimiento de información relacional ítem-contexto (Campoy, 2017). Sin embargo, como decíamos al comienzo de este apartado, se trata de un tema controvertido, con opiniones enfrentadas y datos contradictorios. Probablemente, necesitemos unos cuantos años más y bastantes nuevos estudios para clarificar esta importante cuestión que tanto nos podría ayudar a comprender la naturaleza real de la MCP y el papel concreto que el hipocampo desempeña en la memoria en general.

Referencias

- Allen, R. J., Vargha-Khadem, F. y Baddeley, A.D. (2014) Item-location binding in working memory: Is it hippocampus-dependent? *Neuropsychologia*, 59, 74-84.
- Baddeley, A. D. y Warrington, E. K. (1970). Amnesia and the distinction between long-and short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 9, 176-189.
- Braun, M., Weinrich, C., Finke, C., Ostendorf, F., Lehmann, T. N. y Ploner, C. J. (2011). Lesions affecting the right hippocampal formation differentially impair short-term memory of spatial and nonspatial associations. *Hippocampus*, 21, 309-318.
- Camos, V., Johnson, M. R., Loaiza, V. M., Portrat, S., Souza, A. S. y Vergauwe, E. (2018). What is attentional refreshing in working memory? *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1424, 19-32.
- Camos, V., Lagner, P. y Barrouillet, P. (2009). Two maintenance mechanisms of verbal information in working memory. *Journal of Memory and Language*, 61, 457-469.
- Campoy, G. (2017). The special role of item–context associations in the direct-access region of working memory. *Psychological Research*, 81, 982-989.
- Cave, C. B. y Squire, L. R. (1992). Intact verbal and nonverbal short-term memory following damage to the human hippocampus. *Hippocampus*, 2, 151-163.
- Cowan, N. (2010). The magical mystery four: how is working memory capacity limited, and why? *Current Directions in Psychological Science*, 19, 51-57.
- Drachman, D. A. y Arbit, J. (1966). Memory and the hippocampal complex: II. Is memory a multiple process? *Archives of Neurology*, 15, 52-61.
- Eichenbaum, H., Sauvage, M., Fortin, N., Komorowski, R. y Lipton, P. (2012). Towards a functional organization of episodic memory in the medial temporal lobe. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36, 1597-1608.
- Glanzer, M. y Cunitz, A. R. (1966). Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 351-360.
- Jeneson A., Mauldin K. N., Hopkins, R. O. y Squire L. R. (2011). The role of the hippocampus in retaining relational information across short delays: The importance of memory load. *Learning and Memory*, 18, 301–305.

- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, *63*, 81-97.
- Milner, B. (1972). Disorders of learning and memory after temporal lobe lesions in man. *Clinical Neurosurgery*, *19*, 421-466.
- Olson, I. R., Page, K., Moore, K. S., Chatterjee, A. y Verfaellie, M. (2006). Working memory for conjunctions relies on the medial temporal lobe. *Journal of Neuroscience*, *26*, 4596-4601.
- Pertzov, Y., Miller, T. D., Gorgoraptis, N., Caine, D., Schott, J. M., Butler, C. y Husain, M. (2013). Binding deficits in memory following medial temporal lobe damage in patients with voltage-gated potassium channel complex antibody-associated limbic encephalitis. *Brain*, *136*, 2474-2485.
- Squire, L. R., y Zola-Morgan, J. (1991). The cognitive neuroscience of human memory since H.M. *Annual Review of Neuroscience*, *34*, 259-288.
- Watson, P. D., Voss, J. L., Warren, D. E., Tranel, D., Cohen, N. J. (2013). Spatial reconstruction by patients with hippocampal damage is dominated by relational memory errors. *Hippocampus*, *23*, 570-580.
- Yee, L. T., Hannula, D. E., Tranel, D. y Cohen, N. J. (2014). Short-term retention of relational memory in amnesia revisited: Accurate performance depends on hippocampal integrity. *Frontiers in Human Neuroscience*, *8*, 16.
- Yonelinas A. P. (2013). The hippocampus supports high-resolution binding in the service of perception, working memory and long-term memory. *Behavioral Brain Research*, *254*, 34-44.

4. La codificación en la memoria episódica y a corto plazo

Aunque, como vimos en el Tema 1, lo que denominamos memoria es en realidad un conjunto de sistemas diferentes con propiedades y sustratos neuroanatómicos particulares, los psicólogos y neurocientíficos cognitivos suelen aludir a tres momentos clave que son comunes a cualquier forma de memoria. El primero es en el que tiene lugar la actividad mental a partir de la cual cierta información queda registrada en la memoria. Para que esta información pueda ser registrada ha de ser traducida a un código susceptible de ser almacenado en la memoria, de la misma forma que, por ejemplo, la luz que llega al objetivo de una cámara fotográfica digital cuando hacemos una fotografía ha de ser traducida a un conjunto de ceros y unos, que es el código compatible con la memoria de la cámara. Por esta razón, a este primer momento en el funcionamiento de la memoria lo denominamos genéricamente **CODIFICACIÓN** (en determinados contextos, también pueden emplearse otros términos, como adquisición o aprendizaje). Tras la codificación, la información es mantenida durante cierto periodo de tiempo (**RETENCIÓN**), para que, en su caso, pueda usarse en un momento posterior (**RECUPERACIÓN**).

En este tema, vamos a tratar aspectos relacionados con el primero de estos tres momentos clave: la codificación. Nos centraremos en la memoria a corto plazo (MCP) y la memoria declarativa (principalmente episódica), que son las formas de memoria para las que la codificación puede tener especial interés.

Un mismo estímulo, múltiples formas de codificación

En la Figura 4.1, aparecen dos dibujos casi idénticos salvo por unos pequeños detalles. ¿Puedes encontrar las diez diferencias que existen entre ellos?

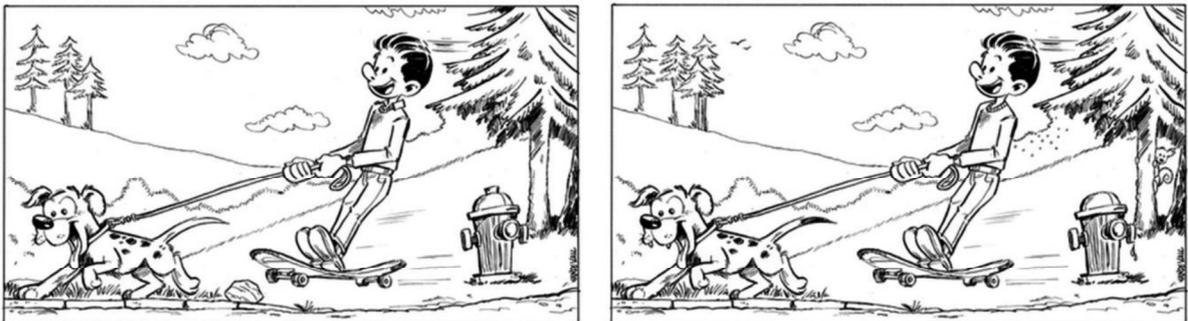


Figura 4.1: Un mismo estímulo puede codificarse de diferentes maneras a la misma vez. Mientras tratas de encontrar las diez diferencias, esta imagen puede ser codificada visual, verbal y semánticamente, generando representaciones o huellas de memoria de diferente naturaleza. La utilidad de una u otra forma de codificación puede variar según el caso y el sistema de memoria implicado.

Para encontrar las diferencias podemos fijarnos en un pequeño sector de una de las dos imágenes, retener la mayor cantidad posible de información y, acto seguido, pasar al mismo punto de la otra imagen para comparar lo que vemos con la información que hemos conseguido mantener en nuestra memoria. Cuando realizamos la tarea de esta manera, el sistema de memoria mayoritariamente implicado es la MCP. Pero ¿cómo codificaríamos la información en la MCP para encontrar las diferencias? Por la naturaleza de los estímulos y de la tarea que debemos realizar, las imágenes serían codificadas en gran medida de manera visual. Esto quiere decir que codificaremos las imágenes de forma que se generen representaciones mentales en la MCP que contengan información de tipo visual. Para comprender de qué estamos hablando puedes hacer lo siguiente: fíjate durante dos o tres segundos en un detalle concreto de la Figura 4.1 (por ejemplo, la cara del perro); cierra los ojos y trata de mantener esa imagen en mente durante cinco segundos. Durante estos cinco segundos lo que estás haciendo es emplear el mecanismo de REFRESCO ATENCIONAL (focalizar nuestra atención sobre la imagen que tenemos en mente –véase la página 26) para mantener activa una representación visual en tu MCP, una representación que se ha generado a partir de la codificación visual. (Básicamente, lo que ocurre en tu cerebro mientras haces esto es lo siguiente: cuando miras la cara del perro, se produce un patrón de activación en neuronas de tu corteza cerebral, el cual se corresponde con la percepción consciente del estímulo. En condiciones normales, la activación cesaría en cuanto dejaras de recibir el *input* sensorial. Sin embargo, como tu objetivo era mantener esa imagen en mente durante unos segundos, se han puesto en marcha ciertos mecanismos para conservar en parte ese patrón de activación a pesar de tener los ojos cerrados.)

Si has realizado la tarea que acabamos de proponer, te habrás dado cuenta de que es bastante difícil mantener información visual con mucho detalle. Quizá por eso, cuando jugamos a encontrar las diferencias, es muy habitual traducir a palabras alguna información para ayudarnos a realizar la tarea. Por ejemplo, podemos mirar a la parte superior izquierda de la imagen de la derecha y decirnos a nosotros mismos "cuatro árboles, dos pájaros y dos nubes". Cuando hacemos esto, estamos codificando parte del contenido de la imagen de forma verbal, y esto tiene la ventaja de que nosotros estamos muy entrenados en el mantenimiento de representaciones verbales en la MCP. Tras la codificación verbal, por ejemplo, podemos poner en marcha un mecanismo de REPASO SUBVOCAL (repetirnos a nosotros mismos una y otra vez "cuatro árboles, dos pájaros y dos nubes" –véase la página 26), el cual puede ser mantenido sin apenas esfuerzo mientras que nuestra atención se centra en un punto diferente de la imagen para codificar visualmente otro detalle.

Además de la codificación visual y la verbal, hay otra forma de codificación de información en la MCP que suele pasar desapercibida, pero que es realmente importante. Volviendo a la Figura 4.1, algo que ocurre cuando miramos las imágenes es que, gracias a nuestra memoria semántica, entendemos la escena que aparece representada, sabemos qué está ocurriendo. La información contenida en la imagen, por lo tanto, también puede ser codificada semánticamente en la MCP, lo que daría lugar a representaciones semánticas que contendrían información sobre el significado que le hemos dado a la escena. Estas representaciones semánticas también podrían colaborar a la hora de detectar diferencias entre los dos dibujos de la Figura 4.1. Por ejemplo, si miramos a la imagen de la izquierda y vemos la piedra que hay bajo el patinete podemos interpretar que esa piedra está en la trayectoria del patinete y, por lo tanto, supone un peligro potencial para el niño. Al mirar a la

imagen de la derecha, podemos detectar que algo no encaja con la representación semántica de la escena disponible en nuestra MCP (ya no hay peligro), lo que nos puede llevar a darnos cuenta de que falta la piedra.

Además de la codificación en la MCP, es obvio que, mientras juegas a encontrar las diferencias, también se están generando huellas de memoria a largo plazo (principalmente de memoria episódica). Son estas huellas de memoria las que te permitirían recordar o reconocer la imagen dentro de cinco minutos (o de un día, o de dos semanas, o de un año...). Como ocurría en el caso de la MCP, la información contenida en los dibujos también puede ser codificada de diferentes maneras en la memoria episódica. A la hora de recordar o reconocer la imagen dentro de un tiempo, las huellas de memoria de naturaleza visual que se hayan generado durante la codificación serán muy importantes. Estas huellas de naturaleza visual nos permitirían, por ejemplo, identificar correctamente el dibujo presentado dentro de un mes si nos lo presentan entremezclado con otros dibujos conceptualmente equivalentes (dibujos en los que aparecen los mismos elementos, la composición general de la imagen es la misma y la situación representada es semánticamente idéntica), pero diferentes desde el punto de vista estrictamente visual. Pero, quizá, la forma de codificación que tiene mayor importancia a largo plazo es la codificación semántica. Esto es así porque, generalmente, los procesos de búsqueda en nuestra memoria se realizan sobre la base del significado de los episodios que vivimos, más que por detalles meramente sensoriales.

Como hemos visto, una misma información puede ser codificada de diversas maneras en distintos sistemas de memoria, generando cada forma de codificación representaciones o huellas de memoria de naturaleza diversa. En el laboratorio, una interesante estrategia para manipular la forma en que los participantes de un experimento codifican un determinado material es pedirles que realicen diferentes tareas utilizando ese material, tareas que han sido especialmente pensadas para favorecer un tipo u otro de codificación. Por ejemplo, si presentamos una lista de palabras y pedimos a los participantes que las clasifiquen en función de si son palabras agradables o desagradables, estaremos potenciando la codificación semántica (estamos forzando que las personas centren su atención en el significado de las palabras y mantengan representaciones semánticas en su MCP, las cuales podrían dar origen a huellas de memoria episódica también de naturaleza semántica). Por el contrario, si la tarea que pedimos a los participantes es que clasifiquen las palabras en función de si se tratan de palabras agudas, llanas o esdrújulas, estaremos potenciando la codificación fonológica (hacemos que las personas centren su atención en el sonido de las palabras y creen representaciones fonológicas en su MCP, las cuales podrían dar lugar a huellas de naturaleza fonológica en la memoria episódica). Este tipo de experimento resulta de gran utilidad para estudiar qué forma de codificación permite un mejor recuerdo posterior, como veremos más adelante cuando estudiemos la teoría de los niveles de procesamiento.

Además del uso de tareas como las descritas en el párrafo anterior, otra forma de manipular la forma de codificar la información es instruyendo a las personas para que empleen diferentes estrategias. Hablamos sobre esto en el siguiente apartado.

Uso de estrategias durante la codificación

La forma de codificar una información puede determinarse estratégicamente. Esta es, de hecho, la base de muchos trucos mnemotécnicos; por ejemplo, una de las estrategias más empleadas implica codificar visualmente un material que, normalmente, no codificaríamos de esa manera. Si la base de muchos trucos mnemotécnicos consiste en modificar la forma en que se codifica la información es porque se supone que esto va a resultar en un mejor recuerdo posterior. El hecho de que el empleo de estrategias durante la codificación tenga un efecto sobre el recuerdo posterior es muy fácil de demostrar experimentalmente. Por ejemplo, en la Figura 4.2 podemos ver los resultados de un experimento en el que se pidió el recuerdo libre inmediato de listas de 16 palabras a dos grupos de participantes, un grupo de jóvenes (23 años de media) y otro de personas mayores (70 años de media) tras instruirles para que utilizaran diferentes estrategias (Dirkx y Craik, 1992). Las 16 palabras de cada lista, que podían ser palabras concretas y fácilmente imaginables (como *cuchara*) o abstractas y difícilmente imaginables (como *método*), se presentaron a ritmo de una cada cuatro segundos. En algunos casos, se pedía a los participantes que repasaran en voz alta cada palabra durante todo el tiempo que permaneciera expuesta (repetición); en otros, que trataran de generar una imagen mental de cada palabra intentando conectarla con las imágenes del resto de palabras (generación de imágenes); en una tercera condición, se pedía que trataran de unir las palabras de cada lista mediante una frase o historia (generación de historias). Los resultados mostraron un mejor recuerdo en las condiciones en las que a los participantes se les había pedido que utilizaran estrategias elaboradas (generación de imágenes o historias) en comparación con la de mera repetición. Para simplificar, en la Figura 4.2 las condiciones de generación de imágenes y de historias han sido agrupadas en una sola condición (elaboración), ya que los resultados en estas dos condiciones fueron muy similares.

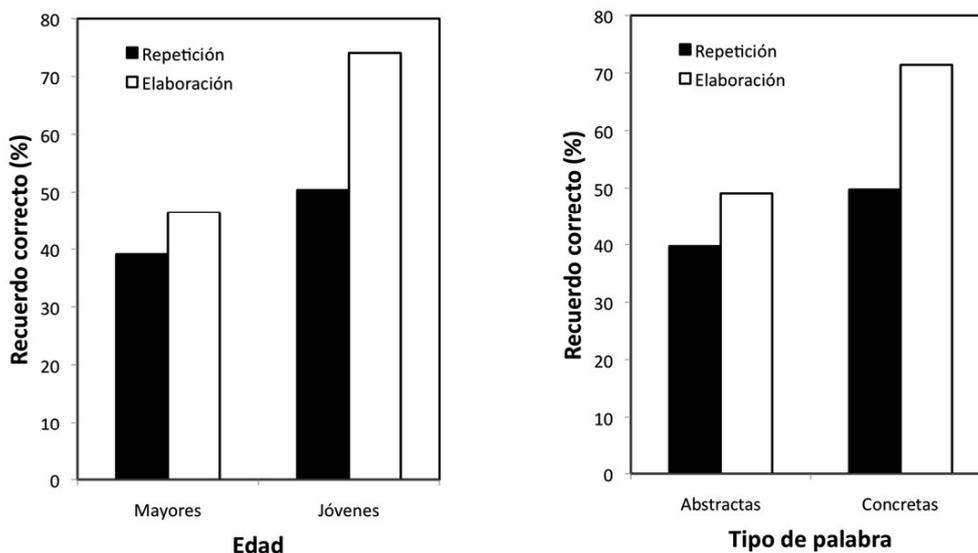


Figura 4.2: Resultados del experimento de Dirkx y Craik (1992).

Los resultados mostraron un claro efecto beneficioso de la codificación elaborada, tanto para jóvenes como para personas mayores, y tanto para palabras concretas como para abstractas. La observación de la Figura 4.2 nos aporta, también, otros datos interesantes. El panel de la izquierda permite apreciar que los jóvenes mostraron un mayor porcentaje de recuerdo correcto que las personas mayores, lo que resultaba esperable debido al conocido deterioro de la memoria episódica con la edad (Rönnlund, Nyberg, Bäckman y Nilsson, 2005). En este mismo panel, se puede apreciar que el beneficio de la aplicación de estas estrategias elaboradas fue mayor para las personas jóvenes que para las mayores (en otras palabras, se encontró una interacción entre los factores edad y estrategia). Esto podría ser debido a una mayor capacidad de las personas jóvenes para poner en marcha y mantener en el tiempo la estrategia indicada por el experimentador. Obsérvese que desarrollar este tipo de estrategias requiere la intervención de mecanismos de control cognitivo dependientes de los lóbulos frontales, cuyo funcionamiento puede estar deteriorado con la edad. Por otro lado, si nos fijamos ahora en el panel de la derecha, observamos que el efecto de la estrategia fue mayor para palabras concretas que para palabras abstractas (en decir, se observó una interacción entre los factores estrategia y tipo de palabra). Parece plausible pensar que esto se debió a que las palabras concretas son un material más adecuado para desplegar las estrategias elaboradas propuestas por los investigadores (por ejemplo, las palabras concretas son también mucho más imaginables, por lo que es mucho más fácil poner en marcha una estrategia basada en la generación de imágenes mentales).

El efecto de concreción

Dejando a un lado las interacciones entre factores, el panel derecho de la Figura 4.2 también permite apreciar un fenómeno muy conocido, el EFECTO DE CONCRECIÓN. Este fenómeno consiste en la observación de que, normalmente, las palabras concretas se recuerdan mejor que las palabras abstractas. Es importante observar que el efecto aparece incluso en la condición de mero repaso, en la cual la posibilidad de utilizar estrategias de codificación que pudieran ser especialmente beneficiosas para las palabras concretas era reducida (de hecho, los autores diseñaron esa condición con el objetivo de limitar el uso de estrategias elaboradas). Alan Paivio, el cachas de la Figura 4.3, propuso la TEORÍA DE LA CODIFICACIÓN DUAL para explicar resultados como este (Paivio, 1971, 1991). Según esta teoría, el efecto de concreción es consecuencia del hecho de que las palabras abstractas se codifican de manera exclusivamente verbal, mientras que las concretas, al estar fuertemente conectadas con información sensorial, pueden ser codificadas adicionalmente de manera no verbal (por ejemplo, visualmente). Esta doble codificación proporcionaría una ventaja posterior a la hora de la recuperación. Otra explicación del efecto de concreción es la HIPÓTESIS DE LA DISPONIBILIDAD CONTEXTUAL (Schwanenflugel, Harnishfeger y Stowe, 1992). Según esta hipótesis, las palabras abstractas se recuerdan peor porque la información disponible en nuestra memoria semántica sobre estas palabras proporciona un contexto más pobre, el cual no permite enriquecer la codificación. La teoría de la codificación dual y la hipótesis de la disponibilidad contextual son bastante diferentes, pero, en esencia, ambas proponen el mismo mecanismo explicativo básico para el efecto de concreción: el hecho de que, durante la codificación, las palabras concretas permiten generar huellas de memoria más ricas (con más información diversa), algo que beneficia en gran medida el recuerdo posterior.



Figura 4.3: Alan Paivio, Mister Canadá 1948 y autor de la teoría de la codificación dual.

El efecto de concreción se ha investigado, sobre todo, en estudios de memoria episódica. Si quisiéramos hacer un experimento sencillo de este tipo podríamos seguir un procedimiento parecido al siguiente:

1) En primer lugar, deberíamos seleccionar dos conjuntos de palabras, uno de palabras abstractas y otro de palabras concretas, procurando que ambos conjuntos no fueran muy diferentes en otras características (como la frecuencia, la familiaridad, la longitud, etc.). Quince palabras de cada tipo podría ser un número adecuado si vamos a presentar una sola lista de palabras por participante. Para igualar las palabras concretas y abstractas en frecuencia, familiaridad, etc., podríamos utilizar una base de datos como la que se puede consultar aquí: [www.bcbl.eu /databases/espal](http://www.bcbl.eu/databases/espal).

2) Posteriormente, crearíamos listas entremezclando las palabras de ambos conjuntos y se las leeríamos a los participantes a un ritmo de, por ejemplo, una palabra por segundo. Para cada participante, crearíamos una lista distinta con las palabras en diferente orden. A los participantes podríamos advertirles de antemano de que, después, se les va a pedir el recuerdo de las palabras de la lista (situación de APRENDIZAJE INTENCIONAL). También podríamos presentar las palabras con cualquier excusa y luego pedir el recuerdo sin previo aviso (APRENDIZAJE INCIDENTAL).

3) Para que la tarea sea completamente de MLP debemos entretener a los participantes durante algún tiempo, ya que, si pedimos el recuerdo justo a continuación, las últimas palabras de la lista se encontrarán disponibles en la MCP (recuerda lo que comentamos en el Tema 3 –páginas 21 y 22– con respecto al estudio de Glanzer y Cunitz, 1966). Lo que podemos hacer, por ejemplo, es pedirles que realicen unas operaciones matemáticas sencillas durante dos minutos (a modo de TAREA DISTRACTORA). Esto nos permitiría asegurar que las palabras han sido desplazadas de la MCP de los participantes.

4) Tras esto, pedimos a los participantes que escriban todas las palabras de la lista que sean capaces de recordar en cualquier orden (RECUERDO LIBRE). Calculamos el tanto por ciento de palabras concretas y abstractas recordadas y, una vez que tengamos los datos de todos los participantes, realizamos los análisis estadísticos correspondientes para comprobar si las palabras concretas han sido mejor recordadas que las palabras abstractas.

Además de en tareas de memoria episódica, el efecto de concreción se ha encontrado también en tareas de MCP (Walter y Hulme, 1999). Para estudiar el efecto a corto plazo deberíamos utilizar un procedimiento diferente. Por ejemplo, podríamos presentar listas cortas de palabras concretas o de palabras abstractas a un ritmo de una por segundo, pidiendo el RECUERDO SERIAL INMEDIATO, es decir: pidiendo a los participantes que, justo tras la presentación de cada lista, recuerden las palabras recién presentadas en el mismo orden en el que han aparecido. En la Figura 4.4, se representan los resultados de un experimento en el que a los participantes se les pidió el recuerdo serial inmediato de listas de siete palabras (Walter y Hulme, 1999)¹. Las palabras se presentaron auditivamente a un ritmo de una por segundo y los participantes debían tratar de decir todas las palabras presentadas en orden justo tras la presentación de cada lista. La mitad de las listas estaban conformadas por palabras concretas y la otra mitad, por palabras abstractas. Los resultados mostraron un claro efecto de concreción, consistente en un mejor recuerdo de las listas de palabras concretas. Además de la concreción, los autores consideraron también la longitud de las palabras (listas con palabras de una sílaba, listas con palabras de tres sílabas) y la posición serial (de la 1 a la 7). Los resultados mostraron el típico EFECTO DE POSICIÓN SERIAL: mejor recuerdo de las palabras que ocupaban las primeras posiciones (EFECTO DE PRIMACÍA) y las últimas posiciones (EFECTO DE RECENCIA). También un EFECTO DE LA LONGITUD DE LAS PALABRAS (peor recuerdo serial inmediato de listas de palabras largas), un efecto muy conocido en el campo de la memoria verbal a corto plazo desde que fue inicialmente descrito por Alan Baddeley (Baddeley, Thomson y Buchanan, 1975).

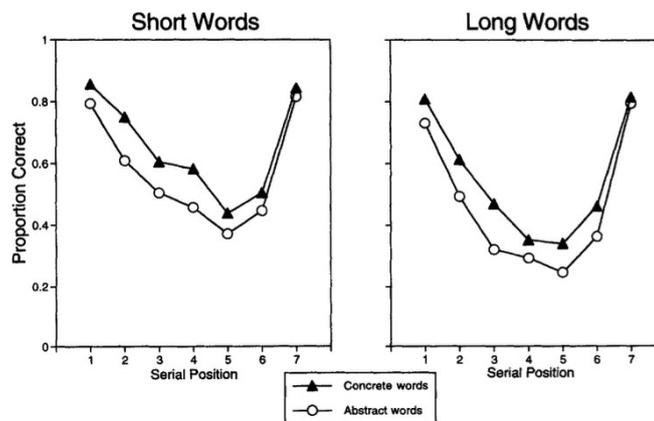


Figura 4.4: Resultados de un experimento de Walter y Hulme (1999) sobre el efecto de concreción en la memoria verbal a corto plazo. Además del efecto de concreción, la figura permite apreciar el efecto de longitud de las palabras y los efectos de posición serial (primacía y recencia).

¹ En experimentos de memoria verbal a corto plazo en los que se pide el recuerdo serial inmediato de listas de palabras, se suelen emplear listas de entre cuatro y siete ítems. Si se emplean listas más cortas, lo normal es que el rendimiento sea casi perfecto en todos los casos, por lo que sería muy complicado encontrar diferencias entre las distintas condiciones presentes en el experimento (efecto techo). Si se utilizan listas más largas, la cantidad de información proporcionada empezaría a sobrepasar excesivamente la capacidad de la MCP y el recuerdo dependería demasiado de la memoria episódica, dificultando la interpretación de los resultados.

Una posible explicación del efecto de concreción en la MCP es que se deba a que los participantes aplican determinadas estrategias elaboradas durante la codificación (como, por ejemplo, generar imágenes mentales), las cuales pueden resultar especialmente beneficiosas para las palabras concretas. Para someter a prueba esta posibilidad, un estudio analizó las consecuencias de introducir diferentes tareas concurrentes sobre el recuerdo serial inmediato de listas de palabras concretas y abstractas (Campoy, Castellà, Provencio, Hitch y Baddeley, 2015). Estas tareas concurrentes eran demandantes desde el punto de vista atencional y, en algunos casos, requería el procesamiento de abundante información visual (Figura 4.5). Este estudio constituye un ejemplo del uso de un PROCEDIMIENTO DE DOBLE TAREA, muy empleado en psicología experimental. La lógica en este caso es la siguiente: si el efecto de concreción en la MCP depende de la aplicación de estrategias elaboradas (estrategias que requieren atención), el efecto debía desaparecer (o, al menos, reducir su tamaño) cuando se pidiera a los participantes que realizaran simultáneamente otra tarea demandante de atención, ya que entonces quedarían menos recursos atencionales para poder desplegar estrategias elaboradas de codificación. Por otra parte, si esas estrategias estuvieran relacionadas con la generación de imágenes mentales (una estrategia que claramente beneficiaría a las palabras concretas frente a las abstractas), el hecho de que la tarea concurrente requiriera el procesamiento de información visual supondría una dificultad adicional para esa codificación elaborada (es más difícil generar imágenes visuales a partir de las palabras si, simultáneamente, se está realizando una tarea que requiere procesar información visual).

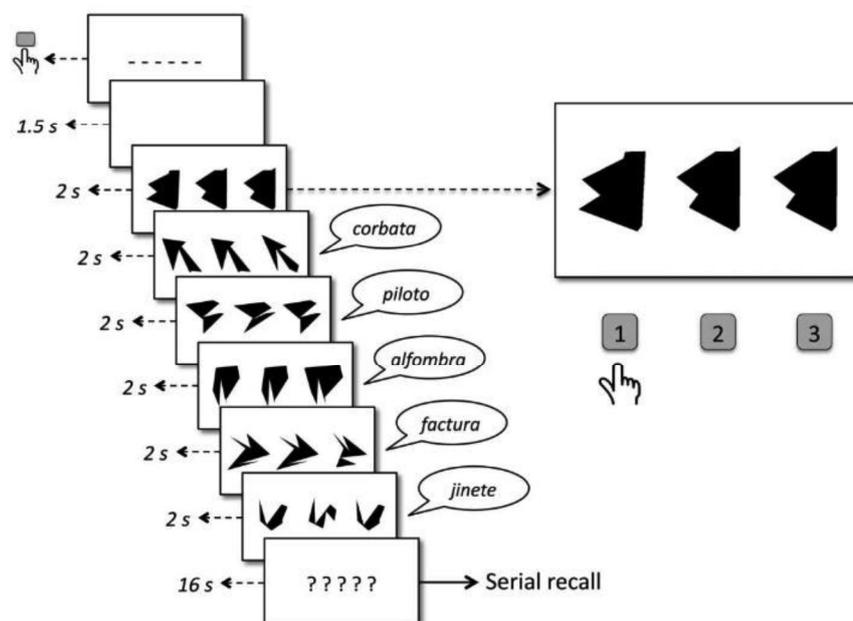


Figura 4.5: Procedimiento empleado en una de las condiciones del estudio de Campoy et al. (2015). Junto con cada una de las cinco palabras de la lista (que se presentaban auditivamente), los participantes debían indicar, pulsando una de entre tres teclas, cuál de los tres polígonos presentados en la pantalla era diferente a los otros dos. Tras la presentación de la lista, los participantes trataban de recordar la lista de palabras oralmente.

Los resultados, representados en la Figura 4.6, mostraron que la introducción de estas tareas concurrente disminuía el porcentaje global de recuerdo correcto, pero no reducía el efecto de concreción (en otras palabras, se encontró un efecto del tipo de palabra y un efecto de la tarea concurrente, pero no una interacción entre ambos factores). Estos resultados indicarían que el efecto de concreción en la memoria a corto plazo no es el resultado de la puesta en marcha de estrategias elaboradas por parte de los participantes, sino de una codificación semántica de carácter automático.

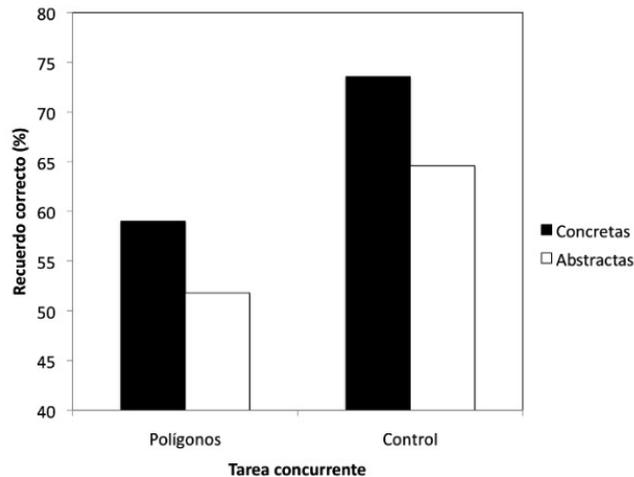


Figura 4.6: Porcentaje de recuerdo correcto en dos de las condiciones estudiadas por Campoy et al. (2015). Los resultados mostraron un efecto de concreción (mejor recuerdo serial inmediato para listas de palabras concretas) y un efecto de la tarea concurrente (peor recuerdo con una tarea concurrente), pero no una interacción (observa que, si uniéramos con líneas las barras del mismo color, estas líneas serían casi paralelas).

La observación de que el efecto de concreción aparece también en tareas de MCP tiene una gran importancia, ya que ha permitido flexibilizar una idea fuertemente arraigada durante décadas: que la codificación de información verbal en la MCP es fonológica. Pero ¿por qué se ha afirmado tan rotundamente durante años que la codificación de información verbal en la MCP es fonológica? Principalmente por la observación del gran efecto que tiene la manipulación de características fonológicas de las palabras sobre el recuerdo en tareas de MCP. Así ocurre con el EFECTO DE SIMILITUD FONOLÓGICA, que consiste en el peor recuerdo serial inmediato de listas de palabras similares fonológicamente (esto es, palabras que se parecen en cuanto a su sonido) en comparación con el de listas de palabras no similares. Este hecho es especialmente revelador si tenemos en cuenta que otros tipos de similitud no tienen un efecto equivalente, tal y como queda patente, por ejemplo, al observar los resultados obtenidos por Alan Baddeley (Figura 4.7) en un antiguo estudio (Baddeley, 1966). En este estudio, Baddeley presentó listas de cinco palabras similares fonológicamente (*man, mat, map*), semánticamente (*huge, big, wide*) y formalmente (*rough, cough, dough*), y comparó el recuerdo serial inmediato de estas listas con el de otras conformadas por palabras no similares. Hay que tener en cuenta que, a diferencia de lo que ocurre en español, en inglés sí es posible encontrar

palabras que se parezcan formalmente (que se escriban parecido) y no fonológicamente. *Rough* y *dough*, por ejemplo, no comparten ni un solo fonema (se pronuncian /'rʌf/ y /'dəʊ/) a pesar de escribirse casi igual. El efecto de similitud fonológica encontrado por Baddeley fue realmente llamativo, llegando a ser del 72,5% en uno de sus experimentos (en realidad, no es normal encontrar una diferencia tan grande); por su parte, las otras formas de similitud resultaron en diferencias no significativas (lo que pasó con la similitud formal) o en un efecto muy pequeño comparativamente (lo que ocurrió con la similitud semántica, cuyo efecto fue del 6,3%).



Figura 4.7: Alan Baddeley es uno de los investigadores más importantes en el campo de la memoria humana y en de la psicología cognitiva en general. Junto con Graham Hitch, introdujo el concepto de *WORKING MEMORY* (memoria de trabajo, memoria operativa –véase el Tema 11) en 1974.

Básicamente, la interpretación del efecto de similitud fonológica es que, comoquiera que las palabras se codifican en la MCP de manera fonológica (se traducen a sonidos y son esos sonidos los que se mantienen en la memoria), las palabras similares fonológicamente dan lugar a huellas de memoria (a representaciones) que también son similares, haciendo más difícil discriminar unas huellas de otras para recordar las palabras en el orden correcto. Esta es la razón por la que durante años se haya considerado que la codificación de información verbal en la MCP es fonológica.

Pero ¿qué ocurriría si las personas ponen en marcha alguna estrategia que implique codificar las palabras de forma no fonológica? ¿Desaparecería entonces el efecto de similitud? Para comprobarlo, Campoy y Baddeley (2008) presentaron listas de palabras similares y no similares a tres grupos de participantes. A un grupo, se les instruyó para que usaran una estrategia semántica (se les pidió que pensarán en el significado de las palabras y conectarán unas palabras con otras); a otro grupo, se les indujo una estrategia fonológica (se les dijo que mantuvieran el sonido de las palabras repasándolas mentalmente); en un tercer grupo (el grupo control) no se le instruyó para usar ninguna estrategia concreta.

Los resultados mostraron que la inducción de una estrategia semántica eliminó por completo el efecto de similitud fonológica (Figura 4.8), supuestamente porque los participantes codificaron las palabras semánticamente en vez de fonológicamente en esa condición, generando representaciones semánticas no similares entre sí. Por su parte, los resultados del grupo al que se le indujo una

estrategia fonológica fueron prácticamente idénticos a los del grupo control, lo que resulta congruente con la idea de que la codificación fonológica es la opción por defecto cuando los participantes realizan este tipo de tareas. El estudio, por lo tanto, demostró que las personas pueden codificar la información verbal semánticamente si se les instruye para que así lo hagan. El hecho de que, normalmente, los participantes en experimentos sobre la MCP verbal codifiquen la información fonológicamente puede deberse, simplemente, a que, en las tareas algo artificiales que se suelen emplear en el laboratorio (recordar listas de palabras no relacionadas), esta es la opción más sencilla y natural. Algo bastante diferente podría ocurrir en tareas menos artificiales, como, por ejemplo, recordar frases con significado.

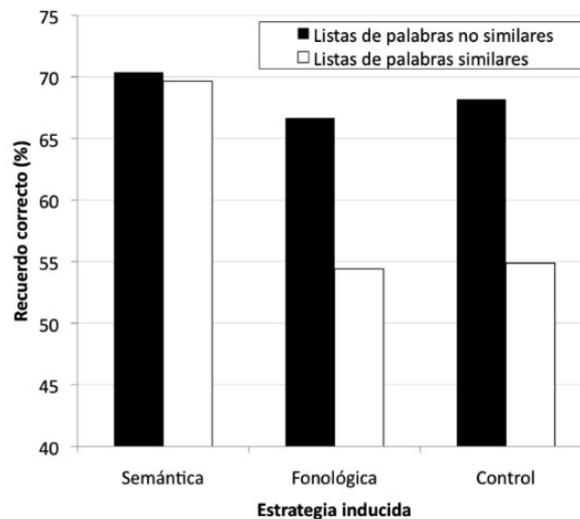


Figura 4.8: Resultados de uno de los experimentos de Campoy y Baddeley (2008), en el que se observa como la inducción de una estrategia semántica elimina el efecto de similitud fonológica.

Pero ¿qué tiene que ver todo esto con el efecto de concreción? ¿Por qué hemos dicho antes que la aparición del efecto de concreción en tareas de MCP ha permitido flexibilizar la idea de que la codificación de información verbal en la MCP es fonológica? La razón es que la concreción de una palabra es algo que tiene que ver con su significado, no con su sonido. Las palabras concretas son más ricas semánticamente y, por ello, pueden dar lugar a huellas de memoria más distintivas que se recuerden mejor. Ese mejor recuerdo solo podría suceder si las personas codifican las palabras semánticamente y utilizan esas huellas semánticas a la hora de recordar. Que aparezca el efecto de concreción en tareas estándar de MCP (recuerdo serial inmediato de listas de palabras no relacionadas), por lo tanto, demostraría que los participantes también están codificando las palabras semánticamente y no solo fonológicamente. Pero ¿no debería haber quedado claro esto cuando Baddeley encontró un efecto de similitud semántica en su antiguo estudio de 1966? La verdad es que sí, pero el efecto de similitud fonológica era tan grande comparativamente que los investigadores se olvidaron de todo lo que tuviera que ver con la codificación semántica en la memoria verbal a corto plazo hasta hace relativamente poco tiempo.

La teoría de los niveles de procesamiento

Como ya sabemos, la memoria episódica participa en la codificación, retención y recuperación de información relativa a experiencias personales, lo que nos permite recordar, por ejemplo, dónde hemos estacionado nuestro vehículo esta mañana, quiénes acudieron a nuestra última fiesta de cumpleaños o qué pasó el primer día de clase en la Universidad. Si analizamos lo que ocurre cuando queremos recuperar este tipo de información, todos estaríamos de acuerdo en que nuestra memoria episódica no siempre es igual de eficaz. Pero ¿de qué depende que tengamos éxito a la hora de recordar un episodio pasado? En resumen, nuestro éxito dependerá de dos factores fundamentales: cómo procesamos la información durante la codificación inicial y cuál es el grado de sintonía entre cómo codificamos la información en su momento y cómo tratamos de recuperarla ahora. Una propuesta fundamental sobre la cuestión de qué factores relacionados con la codificación determinan el éxito posterior en la recuperación de información de la memoria episódica es la **TEORÍA DE LOS NIVELES DE PROCESAMIENTO**, propuesta por Fergus Craik (Figura 4.9).



Figura 4.9: Fergus Craik es uno de los autores de la teoría de los niveles de procesamiento, una contribución crucial en el campo de la memoria humana.

Podemos resumir la teoría de los niveles de procesamiento en las siguientes tres ideas (Craik, 2002; Craik y Lockhart, 1972; Craik y Tulving, 1975):

1. La información contenida en nuestra memoria episódica es el subproducto del procesamiento de la información. No hay ningún proceso mental específico para la adquisición de contenidos en la memoria episódica; simplemente, procesamos la información y ese procesamiento deja una huella en la memoria que, posteriormente, podremos (o no) recuperar.
2. Un mismo estímulo puede ser procesado a diferentes niveles de profundidad, desde los más superficiales, en los que solo se analiza las características físicas, hasta los más profundos, en los que se consideran aspectos semánticos.
3. La calidad de las huellas de memoria generadas durante el procesamiento de un estímulo está en relación directa con la profundidad del procesamiento, de modo que las huellas más fácilmente recuperables son las generadas a partir de procesamientos más profundos (Figura 4.10).

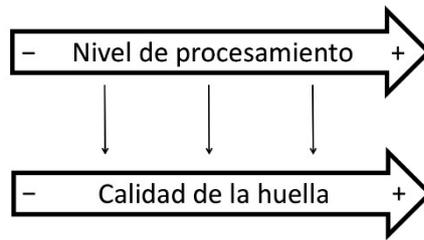


Figura 4.10: Representación esquemática de la teoría de los niveles de procesamiento.

Aunque, en principio, la teoría proponía la existencia de un continuo de posibles niveles de procesamiento, en la práctica, resulta más conveniente (y menos problemático teóricamente) considerar simplemente dos grandes niveles: uno profundo (semántico) y otro superficial (no semántico).

La teoría de los niveles de procesamiento se ha estudiado frecuentemente mediante experimentos en los que, en una primera fase, se presenta una lista de palabras y se pide a los participantes que realicen diferentes tareas, las cuales implican procesar las palabras presentadas con distintos niveles de profundidad. Una tarea puede consistir, por ejemplo, en indicar si las palabras hacen referencia a algo agradable o desagradable. Para realizar esta tarea, los participantes necesariamente han de considerar el significado de las palabras, lo que, en términos de la teoría de los niveles de procesamiento, supone procesar las palabras a un nivel profundo. Por el contrario, podemos pedir a los participantes que indiquen si las palabras aparecen escritas en letras mayúsculas o minúsculas. En ese caso, solo será necesario analizar aspectos físicos de los estímulos, lo que implica un nivel de procesamiento muy superficial. Tras entretener a los participantes durante cierto periodo de tiempo para evitar que retengan algunas palabras en su MCP, se aplica una medida de memoria episódica. Los resultados de este tipo de experimentos muestran consistentemente que el rendimiento en las medidas de memoria es mejor cuando las tareas solicitadas a los participantes en la primera fase implican procesamientos profundos (Craik y Tulving, 1975; Kapur, Craik, Tulving, Wilson, Houle y Brown, 1994).

Niveles de procesamiento e intención de aprender

La manipulación clave en un experimento sobre los niveles de procesamiento es cómo los participantes procesan la información durante la codificación. Para el investigador, por lo tanto, es importante que los participantes se limiten a procesar la información presentada en el nivel de profundidad necesario para completar la tarea propuesta, la cual ha sido cuidadosamente diseñada para favorecer un determinado nivel de procesamiento. Por esta razón, parece necesario, en principio, que los experimentos se realicen en situaciones de APRENDIZAJE INCIDENTAL, esto es: sin advertir de antemano a los participantes de que están realizando un experimento de memoria y que el recuerdo de la información presentada va a ser evaluado posteriormente. Si no fuera así (esto es, si la codificación tiene lugar en situaciones de APRENDIZAJE INTENCIONAL en las que los participantes saben que después se va a evaluar el recuerdo), los participantes podrían poner en marcha procesos no controlados por el investigador para mejorar su rendimiento en la posterior medida de memoria.

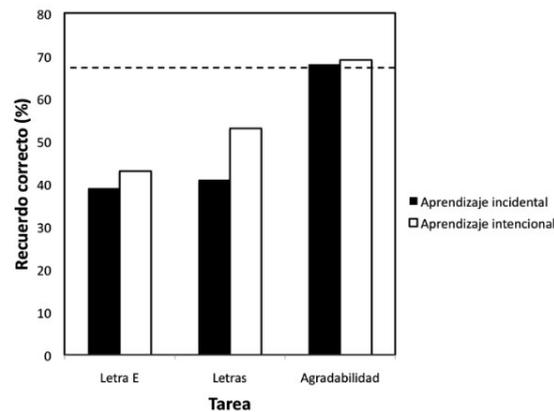


Figura 4.11: Resultados del experimento de Hyde y Jenkins, 1969. La línea de puntos representa el rendimiento de un grupo independiente de participantes a los que se les presentó las palabras en una situación de aprendizaje intencional sin pedirles que realizaran ninguna tarea durante la fase de codificación.

Aunque lo que acabamos de exponer parezca bastante razonable, sorprendentemente, los experimentos que han comparado los resultados obtenidos en situaciones de aprendizaje incidental e intencional han mostrado que advertir de antemano a los participantes de que después se evaluará el recuerdo no afecta especialmente el rendimiento posterior (Craik y Tulving, 1975; Hyde y Jenkins, 1969; para una revisión, Roediger y Gallo, 2002). Observemos, por ejemplo, la Figura 4.11. En esta figura se representan los resultados de un experimento en el que, durante la fase de codificación, se presentó una lista de palabras y se pidió a los participantes que realizaran una de las siguientes tres tareas: indicar si la palabra incluía la letra E, hacer una estimación rápida del número de letras o evaluar la agradabilidad de la palabra (Hyde y Jenkins, 1969). De estas tres tareas, solo la evaluación de la agradabilidad hace necesario considerar aspectos semánticos, lo que implica un nivel de procesamiento profundo (en nivel de procesamiento en las otras dos tareas se supone que es superficial). Los resultados mostraron que el recuerdo posterior fue mejor para la tarea de agradabilidad, congruentemente con lo esperado en función de la teoría de los niveles de procesamiento. Por el contrario, la situación de aprendizaje (incidental o intencional) apenas afectó el recuerdo, encontrándose resultados equivalentes en ambas condiciones (aunque es cierto que se puede apreciar una pequeña tendencia favorable al aprendizaje intencional en las tareas con procesamiento superficial, sobre todo en la de estimación del número de letras).

Este patrón de no deja de ser muy sorprendente. ¿Cómo es posible que advertir a los participantes de que se va a evaluar el recuerdo de las palabras no haga que obtengan un mejor rendimiento en la medida posterior? Sin embargo, recordemos el punto 1 de nuestra descripción de la teoría de los niveles de procesamiento: no hay ningún mecanismo específico que podamos poner en marcha voluntariamente para codificar una información con el objetivo de recordarla posteriormente. Lo único que hacemos es procesarla y, dependiendo de cómo lo hagamos, la probabilidad de recuerdo posterior será mayor o menor. La intención de aprender importa realmente poco, a no ser que esa intención nos lleve a procesar la información de una manera más eficaz. Cuando la tarea

que nos solicitan implica procesar la información semánticamente, ya estamos procesando la información de manera adecuada, por lo que, en algunos casos, la intención de aprender no puede aportar un beneficio adicional. Cuando la tarea demandada implica procesar la información de forma superficial, en principio, la intención sí que podría ser beneficiosa, ya que los participantes, además de realizar la tarea, podrían poner en marcha algún proceso adicional que implicara procesar la información de manera más profunda, dando lugar a un mejor rendimiento posterior. El hecho de que los resultados muestren un rendimiento similar con tareas superficiales independientemente de la intención de aprender podría indicar que la necesidad de completar la tarea solicitada por el investigador dificulta la puesta en marcha de esos procesos que, sin tarea adicional, se pondrían en marcha normalmente en situaciones de aprendizaje intencional.

Razones de la superioridad del procesamiento profundo (semántico)

El efecto de los niveles de procesamiento es uno de los más robustos en el campo de la memoria humana. Pero ¿por qué se produce? Podemos proponer las tres razones fundamentales que analizamos a continuación.

1. Como norma general, la recuperación es mejor cuando la forma en la que intentamos recuperar la información es congruente con cómo codificamos la información en su momento. En la inmensa mayoría de ocasiones, la recuperación de información de la memoria episódica está guiada semánticamente. Por lo tanto, una razón fundamental por la que un nivel de procesamiento profundo puede resultar en un mejor recuerdo posterior es porque un procesamiento profundo favorece una codificación semántica, lo que supone la forma de codificación más compatible con los procesos de recuperación que, con mayor probabilidad, van a ponerse en marcha posteriormente.

Según esto, ¿qué pasaría si diseñamos una medida de memoria especial que haga que la recuperación no esté guiada semánticamente y que, en su lugar, sea más compatible con la forma de codificación inducida en la condición de procesamiento superficial? ¿No debería entonces desaparecer el efecto de los niveles de procesamiento? La respuesta es sí y, de hecho, eso es justo lo que sucede. La explicación a este fenómeno la encontramos en el PRINCIPIO DE PROCESAMIENTO ADECUADO PARA LA TRANSFERENCIA (Morris, Bransford y Franks, 1977), un concepto equivalente a lo propuesto por la HIPÓTESIS DE LA ESPECIFICIDAD DE LA CODIFICACIÓN, como veremos en el próximo tema.

2. La codificación semántica genera huellas más elaboradas y enriquecidas, esto es: huellas que contienen más información, con más conexiones con contenidos mentales diversos. El hecho de que huellas más ricas sean más fáciles de recuperar es muy fácil de entender si pensamos en lo que ocurre durante la recuperación. El punto de partida de la recuperación es una clave o un conjunto de CLAVES DE RECUPERACIÓN cuya aparición implica la activación de determinadas representaciones mentales almacenadas en nuestra memoria. A partir de ahí, se produce un proceso de PROPAGACIÓN DE LA ACTIVACIÓN a través de las asociaciones existentes entre contenidos mentales, que puede terminar con la recuperación del contenido clave si este recibe la suficiente activación. Si la codificación ha generado una huella más rica, con más conexiones, entonces las probabilidades de que, durante ese proceso de propagación de la activación, el contenido clave reciba activación a través de las conexiones establecidas durante la codificación se incrementan, haciendo más probable la recuperación (de todo esto hablaremos en el siguiente tema).

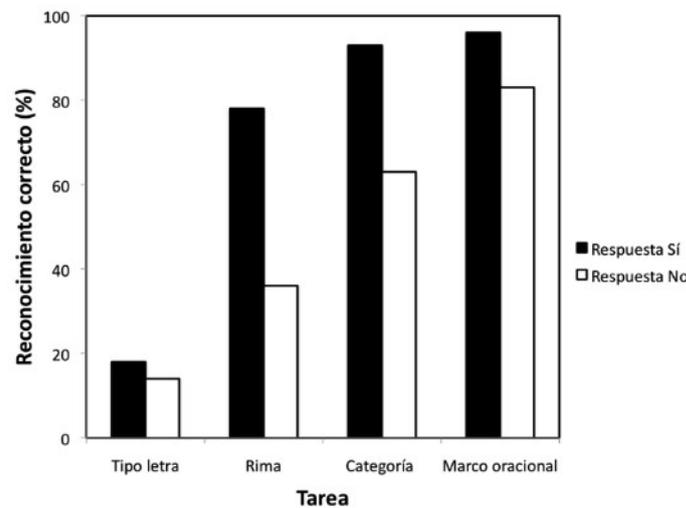


Figura 4.12: Resultados del uno de los experimentos de Craik y Tulving, 1975.

El enriquecimiento de la huella permite explicar algunos resultados curiosos que aparecieron en los primeros experimentos sobre los niveles de procesamiento. En la Figura 4.12, por ejemplo, se representan los resultados de un experimento en el que se pidió a los participantes que realizaran las cuatro tareas ejemplificadas en la Tabla 4.1 durante la codificación. Como se puede ver en la tabla, las primeras dos tareas implican un nivel de procesamiento superficial, ya que pueden completarse sin considerar el significado de las palabras. Las siguientes dos tareas, por el contrario, solo pueden realizarse si se atiende al significado, lo que supone un nivel de procesamiento profundo. Posteriormente, los participantes completaron una TAREA DE RECONOCIMIENTO (Craik y Tulving, 1975), una medida de memoria episódica consistente en presentar las palabras presentadas durante la anterior fase de codificación entremezcladas con otras no presentadas (llamadas DISTRACTORES) y pedir a los participantes que señalen las que sí aparecieron anteriormente.

Tabla 4.1: Ejemplo de tareas que implican procesar la información con diferentes niveles de profundidad.

Pregunta	Palabra	Respuesta
¿Está en minúsculas?	TORPEDO	Sí / <u>No</u>
¿Rima con <i>capilla</i> ?	mesilla	<u>Sí</u> / No
¿Es una fruta?	CAMISA	Sí / <u>No</u>
¿Encaja en la frase <i>Pedro irá a la playa en...?</i>	verano	<u>Sí</u> / No

Si observamos la Figura 4.12, vemos que los resultados mostraron un mejor rendimiento posterior en la tarea de reconocimiento cuando el procesamiento inicial había sido profundo, congruentemente con lo esperado. Sin embargo, al considerar por separado las palabras ante las que hubo

que responder que sí durante la fase de codificación y las palabras ante las que hubo que responder que no, apareció un efecto inesperado: el rendimiento fue mejor para las palabras ante las que hubo que responder que sí. Este efecto, que se denominó EFECTO DE COMPATIBILIDAD, no podía ser resultado del nivel de procesamiento porque aparecía entre palabras para las que los participantes habían realizado la misma tarea, y, por lo tanto, el nivel de procesamiento durante la codificación había sido el mismo. Sin embargo, sí puede ser explicado por el enriquecimiento de la huella: cuando, durante la codificación, existe compatibilidad entre la información contenida en la pregunta y la palabra, es más fácil que se generen buenas conexiones entre los diferentes contenidos que se están procesando, lo que supone la generación de huellas más ricas y más fácilmente recuperables posteriormente.

El enriquecimiento de la huella también podría explicar los resultados de otro experimento en el que lo que se manipuló fue la complejidad de las frases utilizadas en la TAREA DE MARCO ORACIONAL, aquella en la que la misión de los participantes es decir si la palabra encaja en una frase dada. La hipótesis de los niveles de procesamiento predeciría el mismo nivel de recuerdo independientemente de la complejidad, ya que las palabras han de analizarse al mismo nivel de profundidad. Los resultados, sin embargo, mostraron mejor recuerdo con frases más complejas, aunque solo cuando la respuesta correcta era sí (Tabla 4.2).

Tabla 4.2: Porcentajes de recuerdo correcto en función de la complejidad de las frases

Tipo de frases (tarea de marco oracional)	Respuesta Sí	Respuesta No
Simple (<i>Ella cocinó el ___</i>)	26 %	23 %
Complejidad media (<i>La ___ madura sabe deliciosa</i>)	34 %	25 %
Compleja (<i>La señora pequeña cogió con enfado el ___ rojo</i>)	43 %	21 %

Nota: Tomados de Craik y Tulving (1975; Experimento 7)

3. La última razón por la que una codificación más profunda resulta en un mejor recuerdo posterior podría ser que la codificación semántica genera huellas de memoria más distintivas, más diferentes, más fácilmente discriminables de otras huellas de memoria. Esto sería en parte consecuencia de la elaboración: cuanto más elaborada sea la codificación, cuanto más rica sea y más información contenga la huella de memoria, mayor es la probabilidad de que esa huella contenga elementos únicos que la hagan más distintiva. En general, la DISTINTIVIDAD DE LA HUELLA tiene un efecto positivo sobre el recuerdo (algo que también pasa en la MCP, como ilustra el efecto de similitud del que hemos hablado anteriormente). Es importante observar que una mayor elaboración puede permitir la generación de huellas más discriminables, pero esto no tiene por qué ser así necesariamente. Por ejemplo, una comida familiar puede generar huellas muy ricas y elaboradas, pero si celebramos comidas familiares tres o cuatro veces al año y siempre en el mismo sitio y con más o menos los mismos comensales, existirán en la memoria huellas muy parecidas y poco discriminables las unas de las otras.

Referencias

- Baddeley, A. D., Thomson, N. y Buchanan, M. (1975). Word length and the structure of short-term memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 14, 575-589.
- Campoy, G. y Baddeley, A. D. (2008). Phonological and semantic strategies in immediate serial recall. *Memory*, 16, 329 - 340.
- Campoy, G., Castellà, J., Provencio, V., Hitch, G. y Baddeley, A. D. (2015). Automatic semantic encoding in verbal short-term memory: Evidence from the concreteness effect. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 68, 759-778.
- Craik, F. I. (2002). Levels of processing: Past, present... and future? *Memory*, 10, 305-318.
- 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.
- Dirkx, E. y Craik, F. I. (1992). Age-related differences in memory as a function of imagery processing. *Psychology and Aging*, 7, 352-358.
- Glanzer, M. y Cunitz, A. R. (1966). Two storage mechanisms in free recall. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 351-360.
- Kapur, S., Craik, F. I., Tulving, E., Wilson, A. A., Houle, S. y Brown, G. M. (1994). Neuroanatomical correlates of encoding in episodic memory: Levels of processing effect. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 91, 2008-2011.
- Morris, C., Bransford, J. y Franks, J. (1977): Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 519-533.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 255-287.
- Roediger, H. L. y Gallo, D. A. (2002). Processes affecting accuracy and distortion in memory: An overview (pp. 3-28). En M. L. Eisen, J. A. Quas, G. S. Goodman (Eds.) *Memory and suggestibility in the forensic interview*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Rönnlund, M., Nyberg, L., Bäckman, L. y Nilsson, L. G. (2005). Stability, growth, and decline in adult life span development of declarative memory: cross-sectional and longitudinal data from a population-based study. *Psychology and Aging*, 20, 3-18.
- Schwanenflugel, P. J., Akin, C. y Luh, W. M. (1992). Context availability and the recall of abstract and concrete words. *Memory and Cognition*, 20, 96-104.
- Walker, I. y Hulme, C. (1999). Concrete words are easier to recall than abstract words: Evidence for a semantic contribution to short-term serial recall. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 25, 1256-1271.

5. La recuperación en la memoria declarativa

Como vimos en el Tema 4, una codificación elaborada y en la que se consideren aspectos semánticos produce huellas más ricas (con más asociaciones entre contenidos mentales diversos) y, generalmente, más distintivas (más diferenciables de otras huellas, más fáciles de discriminar), lo que tiene como consecuencia una mayor probabilidad de recuerdo posterior. Sin embargo, disponer de buenas huellas de memoria no quiere decir que esas huellas de memoria estén siempre accesibles. Así ocurre, por ejemplo, cuando experimentamos esa sensación de tener algo en la punta de la lengua (Brown y McNeill, 1966): no somos capaces de recordar por mucho que lo intentemos a pesar de tener la seguridad de que la información que buscamos está disponible en nuestra memoria (disponibilidad que se confirma cuando, trascurrido un tiempo, accedemos con facilidad al contenido cuya recuperación antes se nos resistía). El problema en esta situación, por lo tanto, está relacionado con cómo hemos tratado de recuperar la información durante el episodio de bloqueo, y no tanto con cómo se codificó la información en su momento.

Que ocurran cosas como las de este ejemplo justifica que, habitualmente, sea necesario distinguir entre disponibilidad y accesibilidad (Tulving y Pearlstone, 1966). La **DISPONIBILIDAD** de un contenido dependerá de que ese contenido fuera codificado y que la consiguiente huella de memoria no haya sido eliminada por algún fenómeno ocurrido posteriormente. La **ACCESIBILIDAD**, por su parte, dependerá de que la recuperación se realice de la manera adecuada, lo que estará determinado en gran medida por cuáles son las claves de recuperación de las que se parta.

Recuerdo voluntario e involuntario

La recuperación puede ser resultado de un proceso intencionado de búsqueda activa (decimos entonces que se ha producido un **RECUERDO VOLUNTARIO**) o puede ocurrir de manera espontánea (**RECUERDO INVOLUNTARIO**). En muchas ocasiones, la recuperación espontánea es consecuencia de la aparición de un estímulo en el entorno (por ejemplo, un olor o una fotografía). Decimos entonces que ese estímulo ha actuado como **CLAVE DE RECUPERACIÓN**. En realidad, tanto el recuerdo voluntario como el involuntario tienen como punto de partida claves de recuperación. En el caso del recuerdo voluntario, las claves de recuperación iniciales no son lo suficientemente potentes como para que se produzca la recuperación automáticamente; es entonces cuando se ponen en marcha esos procesos activos de búsqueda de los que hablamos antes, los cuales incluyen la generación interna de nuevas claves de recuperación. Puedes comprobarlo analizando cómo encuentras las respuestas a siguientes preguntas: ¿qué película viste la última vez que fuiste al cine? ¿Cómo celebraste la nochevieja de 2018? ¿Qué tomaste para comer hace tres días? Conseguir recuperar la información deseada en estos ejemplos depende en gran medida de nuestra capacidad para poner en marcha y mantener el tiempo suficiente estos procesos de búsqueda, para probar vías alternativas si vemos que estamos buscando por un camino que no da resultado y para no despistarse con otros pensamientos antes de conseguir nuestro objetivo. En otras palabras, conseguir recordar en estos casos depende de mecanismos de **CONTROL COGNITIVO**, en gran medida dependientes de nuestros lóbulos frontales, que nos permiten orientar nuestros recursos mentales hacia la consecución de un objetivo.

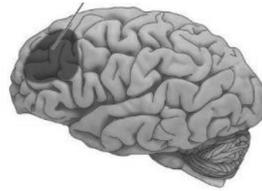


Figura 5.1: Localización de la corteza prefrontal dorsolateral, el área de la corteza cerebral dañada en los pacientes del estudio de Mangels et al. (1996).

Una muestra de la importancia de los mecanismos de control cognitivo en la búsqueda de información en la memoria lo podemos encontrar en estudios que han analizado la recuperación en pacientes neuropsicológicos con daño en la corteza prefrontal. En uno de estos estudios, por ejemplo, se pidió a seis pacientes que, a consecuencia de un infarto cerebral, habían sufrido daño en la corteza frontal dorsolateral (Figura 5.1) que recuperaran información relacionada con eventos que habían tenido lugar en diferentes momentos a lo largo de las décadas previas al momento en que sufrieron el daño cerebral (Mangels, Gershberg, Shimamura y Knight, 1996). En la Tabla 5.1 se presenta diversos ejemplos para ilustrar las diferentes formas en las que se evaluó la recuperación (los ejemplos se han adaptado empleando un tema más familiar para nosotros). Como se ilustra en la Figura 5.2, los pacientes tuvieron un rendimiento más o menos equiparable al del grupo control con tareas de reconocimiento (en los que los procesos controlados de búsqueda juegan un papel menos crucial, sobre todo cuando las respuestas se basan en la familiaridad –hablaremos sobre los mecanismos implicados en el reconocimiento más adelante en este tema), pero mostraron un peor rendimiento en tareas de recuerdo y recuerdo con claves.

Tabla 5.1: Ejemplos de tareas como las empleadas por Mangels et al. (1996).

Información	Tipo de medida	Pregunta
Eventos públicos	Recuerdo libre	¿Cómo se llamaba el exesorero del Partido Popular implicado en la trama de corrupción conocida como <i>caso Gürtel</i> ?
	Reconocimiento	¿Cuál de los siguientes nombres corresponde a un el tesorero del Partido Popular implicado en la trama de corrupción conocida como caso Gürtel? a) Mariano Rajoy b) Luis Bárcenas c) Baltasar Garzón d) Alfredo Pérez Rubalcaba
Caras de famosos	Recuerdo libre	¿Cómo se llama la persona que aparece en la foto?
	Recuerdo con claves	¿No recuerdas el nombre? ¿Era un político del partido popular implicado en una trama de corrupción? ¿Aún no? Su nombre empieza por L...
	Reconocimiento	¿Cuál de los siguientes nombres corresponde a la persona que aparece en la foto? a) Mariano Rajoy b) Luis Bárcenas c) Baltasar Garzón d) Alfredo Pérez Rubalcaba



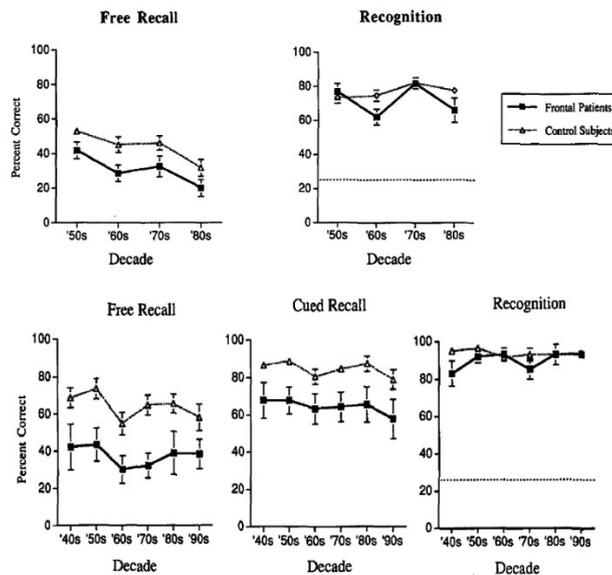


Figura 5.2: Resultados del estudio de Mangels et al. (1996) sobre el recuerdo y reconocimiento de eventos (paneles superiores) y caras (paneles inferiores).

Recuperación consciente (explícita) o inconsciente (implícita)

Una característica importante del recuerdo voluntario e involuntario es que la recuperación es consciente: nos damos cuenta de que hemos recuperado una información de la memoria y somos conscientes de la información que hemos recuperado. Así ocurre siempre en el caso de la memoria episódica. Sin embargo, no ocurre lo mismo con los sistemas de memoria no declarativos, para los que la recuperación es siempre implícita o no consciente, ni tampoco en la mayoría de las ocasiones en la que utilizamos información de nuestra memoria semántica.

En el laboratorio, se estudia la recuperación consciente y no consciente aplicando, respectivamente, medidas directas e indirectas de memoria. Las **MEDIDAS DIRECTAS** son aquellas en las que se pide explícitamente al participante que recupere o haga uso de la información disponible en su memoria, como ocurre por ejemplo en el recuerdo libre. Cuando aplicamos una **MEDIDA INDIRECTA**, por el contrario, pedimos al participante que realice una tarea cuya ejecución depende de una experiencia anterior, pero sin que sea necesario la recuperación consciente de información relacionada con esa experiencia. Todas las medidas empleadas para evaluar los sistemas no declarativos de memoria son medidas indirectas.

Principio del procesamiento adecuado para la transferencia

Según el **PRINCIPIO DEL PROCESAMIENTO ADECUADO PARA LA TRANSFERENCIA** (Morris, Bransford y Franks, 1977), un aspecto fundamental que determina la probabilidad de recuerdo es la compatibilidad existente entre cómo se codificó la información en su momento y como se trata de recuperar ahora esa información. Como vimos en el tema anterior, este principio se propuso para explicar el efecto beneficioso del procesamiento profundo (semántico) durante la codificación. Según el principio del procesamiento adecuado para la transferencia, el procesamiento semántico durante la codificación

resulta en un mejor recuerdo posterior porque esta forma de procesamiento es la que, con mayor probabilidad, va a sintonizar con la manera en la que, posteriormente, vamos a tratar de recuperar la información. Esto es así ya que, en la inmensa mayoría de ocasiones, el punto de partida para la recuperación de información en la memoria declarativa son claves de recuperación de naturaleza semántica. Desde este punto de vista, por lo tanto, el procesamiento profundo (semántico) no tiene que ser necesariamente el que resulte en un mejor recuerdo posterior, ya que puede haber situaciones especiales en las que la recuperación sea más compatible con una codificación obtenida a través de un procesamiento no profundo. Por ejemplo, tras presentar una lista de palabras y pedir a los participantes que realicen dos tipos de tareas, una que implique un procesamiento semántico (profundo) y otra fonológico (superficial), podríamos evaluar el recuerdo diciendo a los participantes que traten de recordar todas las palabras de la lista que rimen con *camión*. En este caso, la clave de recuperación sería de naturaleza fonológica y no semántica, lo que podría resultar en la observación de un mejor de recuerdo en el grupo que, durante la codificación, realizó la tarea que implicaba un procesamiento fonológico, aunque este procesamiento fuera más superficial.

Este principio del procesamiento adecuado para la transferencia es, en lo sustancial, equivalente al de la especificidad de la codificación, sobre el que hablaremos a continuación.

El principio de la especificidad de la codificación

Como ya sabemos, las claves de recuperación son estímulos que sirven de pista o indicio para traer a la conciencia un determinado contenido de la memoria. Estas claves de recuperación constituyen el punto de partida de un proceso de PROPAGACIÓN DE LA ACTIVACIÓN que tiene lugar a través de las múltiples asociaciones existentes entre los diferentes contenidos de nuestra memoria, y que, a la postre, puede culminar con la recuperación de la información deseada si esta recibe la suficiente activación. La eficacia de las claves de recuperación para acceder a un determinado contenido de la memoria episódica depende de cómo fue codificado ese contenido, en concreto, de qué aspectos de ese contenido fueron relevantes durante la codificación. Según el PRINCIPIO DE LA ESPECIFICIDAD DE LA CODIFICACIÓN propuesto por Tulving (Figura 5.3), la probabilidad de éxito en la recuperación dependerá de la sintonía existente entre cómo se codificó la información y las claves de recuperación con las que, posteriormente, se pretende acceder a esa información (Tulving y Thomson, 1973).



Figura 5.3: Endel Tulving, autor del principio de la especificidad de la codificación y uno de los investigadores más influyentes en el campo de la memoria humana.

Experimentalmente, la hipótesis se sostiene por la observación de que las mejores claves de recuperación de un material son estímulos que estaban presentes en el momento de la codificación (y que pudieron, de alguna manera, determinar cómo se codificó ese material). En la Tabla 5.2, se resume las diferentes condiciones en un antiguo experimento (Tulving y Osler, 1968) en el que a los participantes se les presentaban 24 palabras que después debían recordar con ayuda (o no) de diversas claves de recuperación. Como se puede observar en la Tabla 5.3, el mayor número de palabras recordadas se encontró en las condiciones en las que las palabras utilizadas como claves de recuperación fueron las que estaban presentes durante la codificación (las casillas con fondo gris en las tablas).

Tabla 5.2: Ejemplo de cada una de las condiciones del experimento de Tulving y Osler (1968) definidas en función de qué palabras se presentaron durante la codificación acompañando a las palabras a recordar y qué palabras se presentaron posteriormente como claves de recuperación.

Clave	Palabras presentes en la codificación			
	0	A	B	AB
0	Codificación <i>CORDERO</i> Recuperación ???	Codificación <i>grasa - CORDERO</i> Recuperación ???	Codificación <i>pierna - CORDERO</i> Recuperación ???	Codificación <i>grasa, pierna - CORDERO</i> Recuperación ???
A	Codificación <i>CORDERO</i> Recuperación <i>grasa</i> ⇒ ???	Codificación <i>grasa - CORDERO</i> Recuperación <i>grasa</i> ⇒ ???	Codificación <i>pierna - CORDERO</i> Recuperación <i>grasa</i> ⇒ ???	Codificación <i>grasa, pierna - CORDERO</i> Recuperación <i>grasa</i> ⇒ ???
B	Codificación <i>CORDERO</i> Recuperación <i>pierna</i> ⇒ ???	Codificación <i>grasa - CORDERO</i> Recuperación <i>pierna</i> ⇒ ???	Codificación <i>pierna - CORDERO</i> Recuperación <i>pierna</i> ⇒ ???	Codificación <i>grasa, pierna - CORDERO</i> Recuperación <i>pierna</i> ⇒ ???
AB	Codificación <i>CORDERO</i> Recuperación <i>grasa, pierna</i> ⇒ ???	Codificación <i>grasa - CORDERO</i> Recuperación <i>grasa, pierna</i> ⇒ ???	Codificación <i>pierna - CORDERO</i> Recuperación <i>grasa, pierna</i> ⇒ ???	Codificación <i>grasa, pierna - CORDERO</i> Recuperación <i>grasa, pierna</i> ⇒ ???

Tabla 5.3: Número de palabras recordadas (de un total de 24 posibles) en cada una de las condiciones del experimento de Tulving y Osler (1963).

Clave	Palabras presentes en la codificación			
	0	A	B	AB
0	10,62	9,00	8,44	9,06
A	8,39	14,94	7,93	11,24
B	8,64	6,94	14,91	11,79
AB	8,43	14,81	14,84	14,33

En otro conocido experimento muy similar (Tulving y Thomson, 1973), se presentó a los participantes una serie de parejas de palabras, como *señora-reina* o *herramienta-mano*. Posteriormente, se pidió el recuerdo de la segunda palabra de cada pareja presentando dos tipos de claves de recuperación: las palabras presentadas en la codificación (*señora* para recordar *reina*, o *herramienta* para recordar *mano*) o palabras muy fuertemente asociadas con las palabras que había que recordar (por ejemplo, *rey* para recordar *reina*, o *dedo* para recordar *mano*). La diferencia con respecto al estudio descrito anteriormente es que, en este caso, las claves no presentes durante la codificación eran palabras muy fuertemente relacionadas semánticamente con los ítems a recordar. A pesar de esta fuerte relación, los resultados volvieron a mostrar que las claves con las que se obtenía un mejor recuerdo eran las que habían estado presentes durante la codificación.

Memoria dependiente del contexto

El efecto de MEMORIA DEPENDIENTE DEL CONTEXTO consiste en la observación de que el recuerdo es habitualmente mejor cuando tiene lugar en el mismo contexto (entendiendo *contexto* en un sentido amplio) en el que se codificó la información. Si el principio de la especificidad de la codificación se pone de manifiesto por la observación de que las mejores claves son los estímulos presentes durante la codificación, el efecto de dependencia del contexto puede considerarse una extensión de este fenómeno, pero en situaciones en las que las claves de recuperación no están claramente definidas, sino que se corresponden con elementos indeterminados del contexto.

Muchos estudios han investigado la memoria dependiente del contexto manipulando el entorno físico en el que tiene lugar la codificación y la recuperación (Smith y Vela, 2001). Estos estudios han mostrado que el recuerdo tiende a ser mejor cuando tiene lugar en el mismo contexto físico en el que tuvo lugar la codificación, fenómeno que se conoce con el nombre de MEMORIA DEPENDIENTE DEL ENTORNO. En la Figura 5.4, por ejemplo, se representan los resultados de un estudio de Godden y Baddeley (1975) en el que se pidió a unos buzos que trataran de aprender unas listas de palabras en dos contextos distintos, sobre la arena de la playa o cuatro metros bajo el agua. Posteriormente, evaluaron el recuerdo de las palabras manipulando de nuevo el contexto en el que tenía lugar la recuperación. Los resultados mostraron un claro efecto de memoria dependiente del entorno.

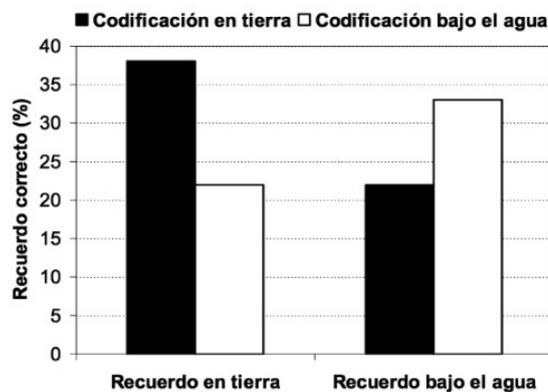


Figura 5.4: Resultados del experimento de Godden y Baddeley (1975).

En otro grupo de estudios, lo que se ha manipulado, en vez del entorno físico, ha sido el estado interno (fisiológico) de las personas, muchas veces mediante el uso de sustancias (Goodwin, Powell, Bremer, Hoine y Stern, 1969; Kelemen y Creeley, 2003; Peters y McGee, 1982). Goodwin et al. (1969), por ejemplo, observaron que sucesos que ocurrieron estando bajo los efectos del alcohol son recordados más fácilmente si las personas vuelven a estar ebrias durante la recuperación. Observaciones como esta muestran el efecto conocido como MEMORIA DEPENDIENTE DEL ESTADO. Por último, otros estudios han mostrado que la información codificada bajo un determinado estado de ánimo (positivo, negativo o neutro) se recuerda mejor cuando se intenta recuperar con el mismo estado de ánimo (Ucross, 1989). En estos casos, hablamos del efecto de MEMORIA DEPENDIENTE DEL ESTADO DE ÁNIMO.

Una característica interesante de estos efectos de dependencia del contexto es que aparece, sobre todo, cuando se aplican medidas de recuerdo libre. Si se emplean medidas de recuerdo con claves o de reconocimiento, el efecto suele ser menor o incluso desaparecer (Eich, 1980; Godden y Baddeley, 1980; Smith et al., 1978). Esto se debe, probablemente, a que la presencia de claves de recuperación (en tareas de recuerdo con claves) o de los mismos estímulos que son objeto de la prueba (en tareas de reconocimiento) suponen una ayuda tan grande como punto de partida de los procesos de búsqueda de información en la memoria que la posible contribución del contexto se diluye hasta el punto de ser prácticamente irrelevante.

Reconocimiento, familiaridad y teoría de la detección de señales

Hasta ahora hemos hablado de los procesos implicados en el recuerdo, aquel que tiene como punto de partida claves de recuperación. En la segunda parte de este tema vamos a tratar aspectos relacionados con otras formas de recuperación: las implicadas en el reconocimiento.

Una primera aproximación al reconocimiento se basa en la TEORÍA DE LA DETECCIÓN DE SEÑALES, que, aunque fue inicialmente desarrollada para su aplicación en el campo de la percepción auditiva, ha sido adaptada para tratar de explicar cómo las personas responden cuando su memoria es evaluada mediante tareas de reconocimiento. La idea básica es que las personas responden en función del nivel de FAMILIARIDAD experimentado cuando se presentan los estímulos durante la tarea de reconocimiento. Si la familiaridad supera un determinado nivel crítico, la respuesta es positiva; en caso contrario, la respuesta es negativa (Figura 5.5). Las personas muy conservadoras establecerán un criterio exigente, el cual los llevará a dar respuestas afirmativas sólo cuando el nivel de familiaridad sea muy elevado. Esto implica que, en ocasiones, responderán negativamente ante estímulos que realmente sí aparecieron, lo que reducirá el número de ACIERTOS. En compensación, también cometerán un número reducido de FALSAS ALARMAS, esto es, de respuestas positivas ante distractores. Por su parte, los participantes atrevidos adoptarán criterios menos exigentes, dando respuestas positivas a estímulos con menores niveles de familiaridad. Esto se traduciría en un mayor número de aciertos, pero también en más falsas alarmas.

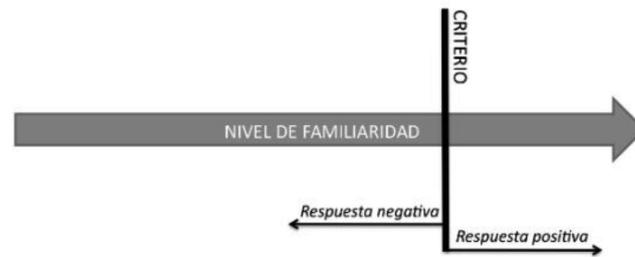


Figura 5.5: El reconocimiento según la teoría de la detección de señales.

La teoría de detección de señales permite estimar el grado en el que una persona discrimina entre los estímulos presentados y los distractores independientemente de si ha establecido un criterio estricto o laxo. Para comprobarlo, visita la siguiente página en Internet:

<https://memory.psych.mun.ca/models/recognition/>

Esa página incluye una pequeña aplicación que permite calcular d' y su versión no paramétrica A' , la cual suele emplearse con más frecuencia en el campo de la memoria. En el caso de A' , un valor de 1 representa una discriminación perfecta, mientras que un valor de 0,5 se interpretaría como ausencia total de discriminación (lo que quiere decir que, una persona que respondiera completamente al azar debería obtener un valor de A' en torno a 0,5). Imaginemos que hemos realizado un experimento consistente en presentar 40 fotografías de rostros humanos a los participantes para, una hora después, aplicar una medida de reconocimiento en la que se presentan los 40 rostros anteriores entremezclados con otros 60 rostros no presentados previamente. Supongamos que, en esta prueba de reconocimiento, un participante identificó correctamente 28 rostros y rechazó correctamente 48. Introduce los datos correspondientes en la aplicación y comprueba que el valor de A' es 0,835. Imaginemos que otro participante falló en identificación de 4 rostros y rechazó correctamente 34. Introduce los datos correspondientes en la aplicación y comprueba que el valor de A' para este participante es de 0,836. Como puedes observar, estos dos participantes reconocen los rostros presentados igual de bien, aunque hayan adoptado criterios de respuesta distintos y, como consecuencia de esto, muestren un patrón de respuesta bastante diferente.

Independientemente del procedimiento para calcular un valor que represente lo bien que una persona discrimina entre estímulos presentados y no presentados, el aspecto más importante de esta propuesta es la idea de que el reconocimiento se basa en un solo proceso, la familiaridad, la cual dependería de la fuerza de la huella de memoria. Esto diferencia esta visión de los denominados modelos de doble proceso, los cuales tratamos a continuación.

El reconocimiento según los modelos de doble proceso

Aunque los modelos basados en la familiaridad pueden suponer una primera aproximación, probablemente no capten toda la complejidad del reconocimiento. Una visión más completa la podemos encontrar en los MODELOS DE DOBLE PROCESO (Yonelinas, 2002). Según estos modelos, a veces el reconocimiento puede basarse exclusivamente en la familiaridad, de manera equivalente a lo propuesto por los defensores de la visión anterior. En los casos en los que esto sucede, las respuestas son rápidas y los mecanismos implicados son fundamentalmente automáticos. Los participantes

podrían dar una respuesta rápida de este tipo cuando el nivel de familiaridad es muy alto o muy bajo. En otras ocasiones, sin embargo, los niveles de familiaridad se encuentran en niveles intermedios que no permiten una respuesta rápida basada exclusivamente en la familiaridad. En ese caso, los participantes han de poner en marcha procesos lentos de búsqueda en la memoria para encontrar indicios que permitan emitir una respuesta positiva o negativa. Estos procesos de búsqueda, denominados RECOLECCIÓN (del inglés *recollect*, recordar), serían demandantes desde el punto de vista atencional y similares a los que se ponen en marcha en las pruebas de recuerdo libre y recuerdo con claves (Figura 5.6).

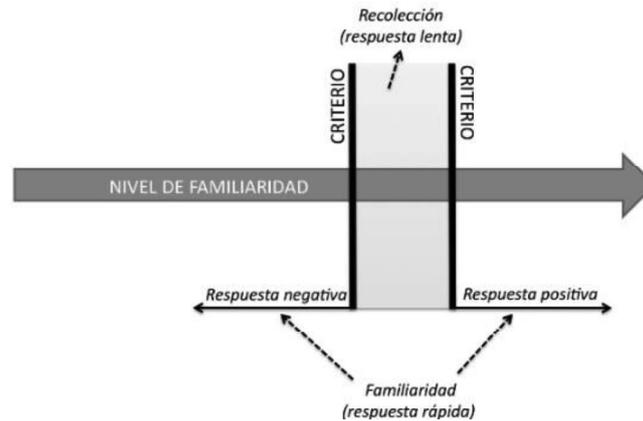


Figura 5.6: El reconocimiento según los modelos de doble proceso.

Al ser dos procesos distintos, la familiaridad y la recolección se ven afectados por diferentes variables. En general, la recolección, a diferencia de la familiaridad, se verá beneficiada por los mismos factores que facilitan el recuerdo. Así, un procesamiento más profundo y una codificación más elaborada (con la consecuente generación de huellas de memoria más ricas) tendrá un efecto muy beneficioso tanto para el recuerdo como para la recolección, sin que la familiaridad se vea afectada de la misma manera. Esto es fácil de entender si atendemos al hecho de que tanto el recuerdo como la recolección son procesos de búsqueda a través de las asociaciones establecidas en la memoria durante la codificación, aunque la búsqueda sea en sentido inverso. En el recuerdo, el sentido de la búsqueda es desde las claves de recuperación hacia la huella objetivo; en la recolección, el punto de partida de la búsqueda es la huella objetivo. Si durante la codificación se han establecido más asociaciones generando huellas más distintivas y ricas, estos procesos de búsqueda se verán facilitados en uno y otro caso.

El paradigma *remember-know*

Este paradigma experimental es uno de los procedimientos más sencillos para investigar los dos procesos implicados en el reconocimiento: familiaridad y recolección (Espinosa-García, Vaquero, Milliken y Tudela, 2017; Tulving, 1985). Consiste en pedir a los participantes que, cada vez que reconozcan un estímulo, indiquen si han respondido que sí solo porque el estímulo les sonaba (les resultaba familiar; respuesta *know*) o si, además, tienen algún recuerdo específico relacionado con la presentación del estímulo (por ejemplo, recuerdan algo que pensaron al encontrarse con el estímulo durante la fase de codificación; respuesta *remember*). Se supone que las respuestas *remember* son resultado de la recolección, mientras que las respuestas *know* dependen de la familiaridad.

Mediante este procedimiento resulta sencillo estudiar el efecto de diferentes variables sobre los dos procesos. Por ejemplo, si distraemos a los participantes durante la fase de codificación pidiéndoles que realicen alguna tarea demandante de atención a la vez que les presentamos los estímulos, encontraremos una reducción de las respuestas *remember*, pero no de las respuestas *know*. Esto demostraría que disponer de menos recursos atencionales para procesar los estímulos durante la codificación perjudica selectivamente a la recolección (Gardiner y Parkin, 1990). Por otro lado, si diseñamos una fase de codificación que implique procesar los estímulos más profundamente, encontraremos un incremento de las respuestas *remember*, pero no de las respuestas *know*. Esto nos indicaría que un procesamiento más profundo, que genere huellas de memoria más ricas, beneficia selectivamente a la recolección. Como vemos en estos dos ejemplos, los factores que benefician al recuerdo (en este caso, disponer de más recursos atencionales para codificar los estímulos o procesarlos más profundamente) tienen un efecto positivo también para la recolección, sin afectar significativamente a la familiaridad.

Sustrato neuroanatómico de la familiaridad y el reconocimiento

En el Tema 3 (página 27), hablamos del MODELO RELACIONAL DEL HIPOCAMPO propuesto por Howard Eichenbaum. Este modelo tiene especial importancia en el campo del reconocimiento, ya que propone que la familiaridad y la recolección implican la participación de diferentes regiones del lóbulo temporal medial (Figura 5.7). Como se recordará, el modelo parte de la idea de que, cuando nos encontramos con un estímulo, la información sobre las características del estímulo (el qué) y la información sobre su localización (el dónde) sigue caminos diferentes en el lóbulo temporal medial hasta llegar al hipocampo. Consecuentemente, el hipocampo es la estructura crucial en el establecimiento y mantenimiento de las asociaciones ítem-localización o ítem-contexto (REPRESENTACIONES RELACIONALES) que son fundamentales para la memoria episódica, tanto para el recuerdo como para la recolección (Eichenbaum et al., 2012).

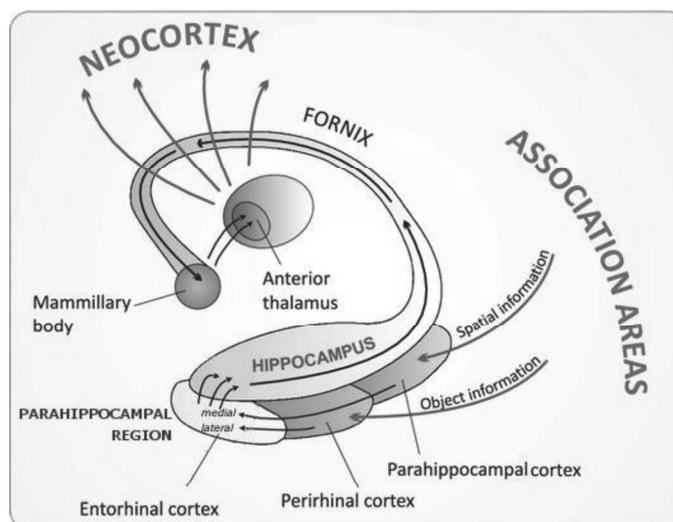


Figura 5.7: Organización funcional del lóbulo temporal medial.

Según este modelo, si un paciente amnésico lo es a consecuencia de un daño cerebral circunscrito exclusivamente al hipocampo (algo que puede ocurrir, por ejemplo, a consecuencia de una hipoxia), debería mostrar un mal rendimiento en tareas que implicaran recuerdo y recolección, pero no en tareas de reconocimiento cuando estas se basan exclusivamente en la familiaridad (algo que dependería en gran medida de la corteza perirrinal). Aunque existe controversia al respecto, algunos estudios parecen indicar que, en efecto, este es realmente el caso (Bowles, Crupi, Pigott, Parrent, Wiebe, Janzen, y Köhler, 2010).

Referencias

- Bowles, B., Crupi, C., Pigott, S., Parrent, A., Wiebe, S., Janzen, L. y Köhler, S. (2010). Double dissociation of selective recollection and familiarity impairments following two different surgical treatments for temporal-lobe epilepsy. *Neuropsychologia* 48, 2640–2647.
- Brown, R. y McNeill, D. (1966). The 'tip of the tongue' phenomenon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 325–337.
- Eich, J. E. (1980). The cue-dependent nature of state-dependent retrieval. *Memory and Cognition*, 8, 157-173.
- Eichenbaum, H., Sauvage, M., Fortin, N., Komorowski, R. y Lipton, P. (2012). Towards a functional organization of episodic memory in the medial temporal lobe. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36, 1597-1608.
- Espinosa-García, M., Vaquero, J. M., Milliken, B. y Tudela, P. (2017). Recollection and familiarity for words and faces: A study comparing Remember–Know judgements and the Process Dissociation Procedure. *Memory*, 25, 19-34.
- Gardiner, J. M. y Parkin, A. J. (1990). Attention and recollective experience in recognition memory. *Memory and Cognition*, 18, 579-583.
- Godden, D. R. y Baddeley, A. D. (1975). Context-dependent memory in two natural environments: On land and underwater. *British Journal of Psychology*, 66, 325-331.
- Godden, D. R. y Baddeley, A. D. (1980). When does context influence recognition memory? *British Journal of Psychology*, 71, 99-104.
- Goodwin, D. W., Powell, B., Bremer, D., Hoine, H. y Stern, J. (1969). Alcohol and recall: State-dependent effects in man. *Science*, 163, 1358-1360.
- Kelemen, W. L. y Creeley, C. E. (2003). State-dependent memory effects using caffeine and placebo do not extend to metamemory. *The Journal of General Psychology*, 130, 70-86.
- Mangels, J. A., Gershberg, F. B., Shimamura, A. P. y Knight, R. T. (1996). Impaired retrieval from remote memory in patients with frontal lobe damage. *Neuropsychology*, 10, 32-41.
- Peters, R. y McGee, R. (1982). Cigarette smoking and state-dependent memory. *Psychopharmacology*, 76, 232-235.
- Smith, S. M. y Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. *Psychonomic Bulletin and Review*, 8, 203-220.

- Smith, S.M. y Glenberg, A. y Bjork, R. A. (1978). Environmental context and human memory. *Memory and Cognition*, 6, 342-353.
- Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology/Psychologie Canadienne*, 26, 1-12.
- Tulving, E. y Osler, S. (1968). Effectiveness of retrieval cues in memory for words. *Journal of Experimental Psychology*, 77, 593-601.
- Tulving, E. y Pearlstone, Z. (1966). Availability versus accessibility of information in memory for words. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 5, 381-391.
- Tulving, E. y Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, 80, 352-373.
- Ucros, C. G. (1989). Mood state-dependent memory: A meta-analysis. *Cognition and Emotion*, 3, 139-169.
- Yonelinas, A. (2002). The nature of recollection and familiarity: A review of 30 years of research. *Journal of Memory and Language*, 46, 441-517.

6. El olvido

Aunque, en ocasiones, nos sintamos frustrados cuando no podemos recordar alguna información importante, la capacidad para olvidar es un aspecto positivo de nuestra memoria. En la literatura científica, es posible encontrar algunos casos especiales de personas con una capacidad asombrosa para recordar todo tipo de detalles sobre sus experiencias personales (algo para lo que se ha propuesto el término HIPERTIMESIA). ¿Están satisfechas estas personas con este don tan especial? En realidad, parece que nada en absoluto (véase, por ejemplo, Parker, Cahill y McGaugh, 2006). Y es que olvidar, aunque a veces nos cause algún problema, contribuye al buen funcionamiento de la memoria, permitiendo un desempeño adecuado en la mayoría de ocasiones.

Los estudios de Ebbinghaus

Como sabemos, toda forma de memoria incluye tres momentos clave: codificación, retención y recuperación. La historia de la investigación científica de la memoria comienza cuando al psicólogo alemán Hermann Ebbinghaus se le ocurrió que estas tres fases podrían tener lugar en condiciones controladas de laboratorio, llevando a cabo los que podrían ser los primeros experimentos científicos sobre la memoria (y, quizá, los primeros experimentos sobre cualquier tema relacionado con la psicología, sin contar la psicofísica).

El estudio más conocido de Ebbinghaus es el que dio lugar a su famosa CURVA DEL OLVIDO, la cual ilustra el curso temporal de la pérdida de información de la memoria. En sus experimentos (en los que él mismo era el único participante), Ebbinghaus utilizó sílabas sin sentido como estímulos experimentales (VAM, ZUD, JEV...) con el objetivo de reducir la posible influencia de experiencias previas. El procedimiento de su experimento más famoso consistió en aprender listas de sílabas sin sentido hasta ser capaz de repetirlas dos veces sin errores. Tras aprender una lista, dejaba pasar un periodo de tiempo variable, desde 20 minutos hasta 31 días. Por último, volvía a aprender la misma lista para evaluar cuánto había olvidado desde el primer aprendizaje. Para medir el recuerdo, utilizó un procedimiento singular denominado MÉTODO DE LOS AHORROS, el cual se basa en la idea de que cuanto más información estuviera disponible en la memoria a consecuencia del primer aprendizaje (cuanto menos se hubiera olvidado), menos tiempo sería necesario ahora en comparación con el primer aprendizaje para aprender de nuevo el mismo material (mayor sería el ahorro de tiempo en el segundo aprendizaje con respecto al tiempo invertido en el primer aprendizaje). Por ejemplo, si necesitaba dos minutos y medio (150 segundos) para aprenderse una lista por primera vez y, al cabo de un mes, conseguía reaprender la misma lista en dos minutos (120 segundos), el ahorro de tiempo en este segundo aprendizaje con respecto al primero sería del 20% (30 es el 20% de 150). Los resultados (Figura 6.1) mostraron que el olvido se producía muy rápidamente en los primeros minutos tras el aprendizaje inicial; a continuación, la tasa de olvido se iba ralentizando progresivamente. Estudios más modernos utilizando tareas diferentes han mostrado resultados similares en cuanto a la relación entre tiempo y olvido (por ejemplo, Meeter, Murre y Janssen, 2005), aunque la relación exacta entre tiempo y olvido dependa del tipo de material, el tipo de medida de memoria, etc.

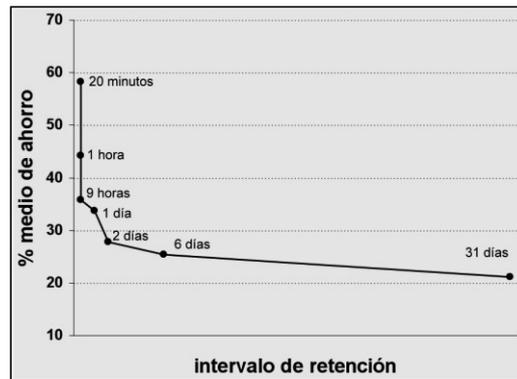


Figura 6.1: Curva del olvido de Ebbinghaus.

Interpretación del olvido

Una posibilidad es que el olvido se deba a la pérdida de las conexiones establecidas en su momento en el sistema nervioso. Dado que somos entidades biológicas, esta posibilidad no se puede descartar; de hecho, en organismos simples (como el molusco marino denominado *aplysia*, muy abundante en el Mar Menor durante el verano pasado), se ha observado la degradación de las conexiones sinápticas establecidas durante un aprendizaje anterior, con la consecuente progresiva desaparición de la conducta aprendida. Sin embargo, este tipo de olvido es imposible de demostrar en humanos, principalmente porque cualquier pequeña huella de memoria implica a infinidad de neuronas, a las que es imposible seguirles el rastro. Por otro lado, multitud de experiencias demuestran que recuerdos que creemos perdidos definitivamente pueden ser recuperados posteriormente cuando se dan las circunstancias oportunas (Tulving, 1974). Por todo ello, el olvido suele concebirse mayoritariamente como un problema persistente de accesibilidad, más que como la no disponibilidad del recuerdo (recuerda la diferenciación entre disponibilidad y accesibilidad de los recuerdos que vimos en el tema anterior –página 49).

El olvido y el paso del tiempo

Está claro que olvidamos más cuanto más tiempo pasa (recuerda la curva del olvido de Ebbinghaus). Sin embargo, lo que no resulta tan evidente es cómo debemos interpretar este hecho. Una primera posibilidad es atribuir el olvido al mismo paso del tiempo (en otras palabras: el paso del tiempo es la causa de que olvidemos). Esto es lo que hacen los defensores de la HIPÓTESIS DEL OLVIDO POR DECAIMIENTO, según los cuales las conexiones que permiten el recuerdo se van degradando progresivamente por su propia naturaleza, lo que termina por hacer imposible la recuperación. Aunque esta idea parezca atractiva por su sencillez, resulta sumamente difícil de demostrar empíricamente en la práctica (por no decir imposible). La razón principal por la que la idea del decaimiento no puede ser demostrada es que nuestro cerebro está continuamente procesando información, por lo que nunca podremos saber si el olvido es consecuencia del paso del tiempo o de, por ejemplo, nuevos aprendizajes que han tenido lugar durante ese intervalo temporal. Por esta razón, una segunda visión, ampliamente asumida en la actualidad, es que el olvido en la MLP es, mayoritariamente, consecuencia de los fenómenos que van ocurriendo con el paso del tiempo, pero no al paso del tiempo *per se*. Las explicaciones alternativas al decaimiento más importantes son las basadas en la fluctuación del contexto, la interferencia y en la inhibición.

Olvido como consecuencia de fluctuaciones del contexto

En el tema pasado vimos el efecto de la dependencia del contexto, el cual consiste en la observación de que el recuerdo es mejor cuando más similar es el contexto en el que tuvo lugar la codificación inicial y el contexto en el que se intenta recuperar la información. Como vimos, el término contexto hay que entenderlo de una manera muy amplia, no solo se trata del contexto físico. El hecho de que el paso del tiempo vaya acompañado de mayor olvido puede ser consecuencia de que, cuanto más tiempo ha transcurrido, mayores pueden ser las diferencias existentes entre el contexto de codificación y el de recuperación. En otras palabras, el olvido como consecuencia de las fluctuaciones del contexto se debe a que, conforme pasa el tiempo, nuestro entorno físico, las personas que nos rodean, nuestras actividades y aficiones, nuestra forma de ser y de pensar... todo va cambiando cada vez más con respecto al momento en el que se produjo la codificación. No obstante, el olvido producido por estos cambios o fluctuaciones del contexto podría reducirse si ocurre algo que restaura el contexto original o un contexto similar. Por ejemplo, las personas que tienen su primer hijo suelen recuperar recuerdos que creían completamente olvidados de cuando ellos tenían la edad de su hijo.

Olvido por interferencia

El principio básico acerca del olvido por interferencia es el PRINCIPIO DE LA SOBRECARGA DE LA CLAVE: al tratar de recuperar una determinada huella de memoria a partir de una clave de recuperación, cuantos más contenidos alternativos (huellas competidoras) estén asociados a esa misma clave de recuperación, mayor es la probabilidad de que no seamos capaces de recuperar el contenido que nos interesa por culpa de la interferencia. Para los defensores de la interferencia como mecanismo explicativo del olvido, la relación entre el paso del tiempo y el olvido se debe a que, cuanto mayor sea el paso del tiempo, mayor es la probabilidad de que las claves de recuperación que, en principio, deberían permitir acceder al contenido que nos interesa, se asocien con otros recuerdos más recientes. Al intentar recuperar ese recuerdo objetivo a partir de la clave de recuperación, la existencia de estos contenidos competidores puede dificultar la recuperación a causa del fenómeno conocido como BLOQUEO ASOCIATIVO. Los diferentes contenidos asociados a esa clave pugnan por acceder a la conciencia (en la época conductista, a esta pugna entre contenidos se le denominaba COMPETICIÓN DE RESPUESTAS, término que aún se usa a veces); la FUERZA DE LA ASOCIACIÓN existente entre la clave y los diferentes contenidos conectados con ella será clave en la resolución de esa competición entre contenidos (a mayor fuerza de la asociación entre una clave y un contenido, mayor probabilidad de recuperación de ese contenido). La recuperación de uno de los contenidos competidores puede bloquear la recuperación de nuestro recuerdo objetivo (bloqueo asociativo), produciéndose el olvido (Figura 6.2).

Lo que acabamos de describir ilustra el olvido por INTERFERENCIA RETROACTIVA (nuevas adquisiciones interfieren con la recuperación de contenidos adquiridos anteriormente). El bloqueo asociativo también se puede producir cuando los contenidos competidores que producen el bloqueo se asociaron a la clave de recuperación con anterioridad a la adquisición del recuerdo clave. Es lo que ocurre, por ejemplo, cuando no somos capaces de recordar dónde hemos estacionado en coche

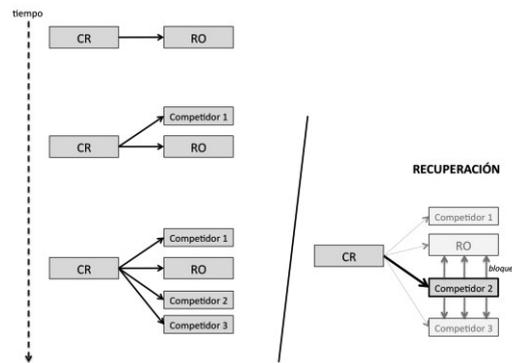


Figura 6.2: Con el paso del tiempo, diferentes contenidos competidores pueden asociarse a la misma clave de recuperación (CR) que se asoció con el recuerdo objetivo (RO) en su momento. Posteriormente, la recuperación de uno de los contenidos competidores puede bloquear la recuperación del RO.

porque recuperamos sistemáticamente un estacionamiento anterior. En esta situación, diremos que el olvido es consecuencia de la INTERFERENCIA PROACTIVA. Aunque no sea tan obvio como en el caso de la interferencia retroactiva, el paso del tiempo también puede facilitar el olvido causado por la interferencia proactiva. Esto es así porque, cuanto más tiempo pase, menor es la discriminación temporal entre las huellas de memoria. En otras palabras, cuanto más tiempo haya transcurrido desde que se codificó el recuerdo objetivo, más próximos estarán en el tiempo (en términos relativos) la huella que queremos recuperar de las huellas competidoras adquiridas previamente, haciendo que las claves temporales que podrían ayudar a recuperar el contenido objetivo sean cada vez menos útiles.

Tabla 6.1: Esquema de un posible experimento para estudiar la interferencia.

Sesión 1: aprendizaje	Sesión 2: aprendizaje	Sesión 3: recuerdo
PALOMA – botella	PALOMA – tejado	PALOMA – b...?
GARAJE – mercado	ZAPATO – cuchillo	GARAJE – m...?
...	...	PALOMA – t...?
		ZAPATO – c...?

En la Tabla 6.1, se presenta un esquema de lo que podría ser un experimento para estudiar el efecto de la interferencia retroactiva y proactiva. En las primeras dos sesiones, se pide a los participantes que traten de aprender una lista de parejas de palabras. La primera palabra de algunas de las parejas aparece en las dos sesiones, es cada sesión asociada con una palabra diferente (en los ejemplos de la tabla, esto es lo que ocurre con la palabra *PALOMA*, la cual aparece con la palabra *botella* en la primera sesión y junto a la palabra *tejado* en la segunda). El resto de las palabras solo forman parte de una pareja y aparecen solo en una sesión. En la tercera sesión, se aplica una medida de recuerdo con claves en la que los participantes deben recordar la segunda palabra de cada pareja cuando se presenta, como clave de recuperación, la primera palabra de la pareja junto con

la primera letra de la segunda palabra (por ejemplo, se presenta *PALOMA – b* como clave de recuperación y se observa si los participantes recuerdan la palabra *botella*). Para analizar el efecto de interferencia retroactiva, debemos comparar el recuerdo de palabras como *botella* (ante la clave de recuperación *PALOMA – b*) con el recuerdo de palabras como *mercado* (ante la clave de recuperación *GARAJE – m*). Observa que las dos parejas de palabras implicadas (*PALOMA – botella* y *GARAJE – mercado*) se aprendieron en la misma sesión, por lo que la diferencia en el recuerdo no puede atribuirse a factores como el decaimiento. La diferencia fundamental es que, en contra de lo que ocurre con la palabra *GARAJE*, la clave de recuperación *PALOMA* está sobrecargada, ya que se asoció a otro contenido (la palabra *tejado*) en la sesión 2. La recuperación de la palabra *botella*, por lo tanto, puede verse dificultada por la presencia de un contenido alternativo que compite por ser recuperado cuando aparece la clave de recuperación *PALOMA*. Como el contenido que ahora puede interferir (la palabra *tejado*) se asoció a la clave de recuperación *PALOMA* después de que lo hiciera la palabra que ahora debemos recordar (*botella*), el tipo de interferencia implicado en este caso es la interferencia retroactiva. Para poder evaluar hasta qué punto la interferencia retroactiva deteriora el recuerdo, debemos contar con una condición de control que nos aporte un punto de comparación (otras parejas que se aprendieran en la misma sesión y para las que no haya interferencia ni retroactiva ni proactiva). En este caso, ese punto de comparación sería el recuerdo de palabras como *mercado*. Siguiendo la misma lógica, podemos estudiar el efecto de la interferencia proactiva observando qué ocurre con el recuerdo de palabras como *tejado* y *cuchillo*.

El bloqueo asociativo permite explicar algunos efectos curiosos. Por ejemplo, que un mismo número de personas (consideradas globalmente) recuerde peor cuando lo hacen en grupo que cuando recuerdan individualmente, un efecto conocido como INHIBICIÓN COLABORATIVA (Weldon y Bellinger, 1997; Zhang, Fu, Zhang y Shi, 2017). También permite explicar que el recuerdo sea peor cuando parte de la información que se tiene que recordar (por ejemplo, unas cuantas palabras de una lista presentada anteriormente) se presenta justo antes de iniciarse el recuerdo, un fenómeno denominado (en inglés –no se me ocurre una traducción) *PART-SET CUING EFFECT* (Fritz y Morris, 2015; Marsh, Dolan, Balota y Roediger, 2004; Nickerson, 1984). Por último, también explica por qué es peor que alguien nos intente ayudar sugiriéndonos alguna respuesta cuando tenemos algo en la punta de la lengua. En todos estos casos, la explicación más sencilla es que, a consecuencia de la presentación de determinada información durante el recuerdo, una o varias huellas asociadas a las claves de recuperación de las que parte el recuerdo se han convertido en competidores muy potentes, dificultando la recuperación del resto de contenidos asociados a las mismas claves de recuperación¹.

¹ Curiosamente, un fenómeno parecido se ha encontrado en el campo del pensamiento divergente y la creatividad. Cuando se pide a los participantes que generen ideas creativas ante una situación dada, el rango de respuestas creativas se reduce si se proporciona alguna solución a modo de ejemplo (Smith, Ward y Schumacher, 1993). Los mecanismos subyacentes a este fenómeno podrían ser los mismos que los propuestos en relación con la inhibición colaborativa y el *part-set cuing effect*: la información contenida en los ejemplos domina la búsqueda de información en la memoria, bloqueando la recuperación de otros contenidos alternativos. Los paralelismos entre ambos campos se manifiestan, también, por la observación de que renovar el *set* mental haciendo que las personas piensen en algo diferente durante un rato, que es la solución habitual para superar las situaciones de bloqueo que experimentamos cuando tenemos algo en la punta de la lengua, beneficia también la obtención de soluciones creativas (Haarmann, George, Smaliy y Dien, 2012).

Olvido por inhibición

La propuesta del olvido por inhibición surge a partir de los estudios sobre el OLVIDO INDUCIDO POR LA RECUPERACIÓN (Anderson, Bjork y Bjork, 1994). Estos estudios demuestran que la recuperación de algunos de los contenidos asociados a una determinada clave de recuperación pueden tornar menos recuperables al resto de contenidos asociados a la misma clave, incluso cuando se pretende acceder a ellos a partir de una clave diferente. La explicación de este fenómeno se basa en la idea de que, para recuperar un contenido asociado a una clave de recuperación, hay que poner en marcha mecanismos inhibitorios que bloqueen el resto de contenidos asociados a la misma clave; el hecho de que tengamos que inhibir un determinado contenido repetidas veces (porque, en ese momento, el que nos interesa es otro contenido asociado a la misma clave de recuperación) puede tener como consecuencia que ese contenido continúe inhibido y sea más difícilmente recuperable posteriormente (Anderson, 2003).

Los estudios sobre el olvido inducido por la recuperación utilizan el PARADIGMA DE LA PRÁCTICA EN LA RECUPERACIÓN (Tabla 6.2). Tras aprender unas parejas de palabras (Fase 1), los participantes completan una fase de práctica en la recuperación (Fase 2), en la que, a partir de una clave de recuperación (*fruta*), han de recuperar repetidas veces uno de los contenidos asociados a esa clave (*naranja*), sin practicar nunca la recuperación del otro contenido asociado a esa misma clave (*plátano*). La idea es que, durante la Fase 2, para recuperar el contenido pertinente (*naranja*) ante la clave de recuperación (*fruta*), el resto de contenidos asociados a esa clave y que también pugnan por ser seleccionados (*plátano*) han de ser inhibidos. Esta inhibición hace esos contenidos menos recuperables posteriormente, como se demostraría en la Fase 3. En esta fase final, los contenidos inhibidos (*plátano*) serían menos recordados que otros contenidos cuya recuperación tampoco fue practicada durante la Fase 2 (*rosa*), pero que no han sufrido inhibición durante esa Fase 2 (observa que la clave de recuperación *flor* no ha sido presentada durante la Fase 2).

Tabla 6.2: Paradigma de la práctica en la recuperación.

FASE 1 (aprendizaje)	FASE 2 (práctica en la recuperación)	FASE 3 (recuerdo con claves)
FRUTA - naranja		
FRUTA-plátano		FRUTA - ?
FLOR - margarita	FRUTA - na	FLOR - ?
FLOR- rosa		

En contra de la idea de olvido por inhibición, los resultados de este tipo de estudios podrían interpretarse alegando que la práctica en la recuperación ha incrementado la fuerza asociativa entre las claves de recuperación y el contenido cuya recuperación ha sido practicada (*fruta-naranja*). Según esta interpretación, lo que se produciría, simplemente, es un bloqueo asociativo durante la Fase 3 (la recuperación de *naranja* ante la clave *fruta* en la Fase 3, facilitada por su mayor fuerza asociativa, bloquearía la recuperación del otro contenido asociado a esa clave, *plátano*). En contra de esta interpretación alternativa a la inhibición, podemos mencionar tres tipos de pruebas:

1) Se ha comprobado que el olvido es significativamente menor cuando la practica en la recuperación se sustituye por ensayos de reestudio, los cuales implican el incremento de la fuerza asociativa entre la clave y el contenido competidor sin que se produzca inhibición del contenido objetivo (en nuestro caso, esa Fase 2 de reestudio consistiría en presentar repetidas veces la pareja *fruta-naranja*; eso incrementaría la fuerza asociativa de esa pareja, pero no supondría inhibición de *plátano*).

2) El olvido es mucho menor cuando, durante la práctica en la recuperación, el contenido cuya recuperación no se practica está débilmente asociado a la clave de recuperación. En nuestro ejemplo, esto ocurriría si, en vez de *fruta-plátano* como pareja no practicada, hubiéramos utilizado *fruta-chirimoya*. Durante la Fase 2 (en la que se practica la recuperación de *naranja* ante la clave *fruta*), *chirimoya* no es un competidor fuerte por ser muy poco frecuente, y, por esa razón, no requiere mucha inhibición. Como consecuencia de recibir poca inhibición durante la Fase 2, su recuperación posterior en la Fase 3 es más fácil.

3) El contenido que debe ser inhibido durante la práctica en la recuperación también resulta menos recuperable cuando intentamos acceder a él a partir de una clave de recuperación distinta, cuya asociación con un competidor no ha sido fortalecida previamente. En nuestro ejemplo, la inhibición de *plátano* durante la fase 2 tendría como consecuencia una peor recuperación posterior cuando se presenta *mono-pl...* como clave de recuperación (Weller, Anderson, Gómez-Ariza y Bajo, 2013).

Olvido intencional y olvido motivado

Hasta ahora, hemos hablado del denominado OLVIDO INCIDENTAL, el olvido que tiene lugar involuntariamente. En la actualidad, es común diferenciar el olvido incidental de otra forma de olvido que es consecuencia de procesos puestos en marcha con el propósito consciente de disminuir la probabilidad de recuperación de un recuerdo: el OLVIDO INTENCIONAL. El olvido intencional se incluye dentro de un concepto más amplio, el de OLVIDO MOTIVADO, el cual abarca, además del olvido intencional, situaciones en las que la personas ponen en marcha mecanismos y estrategias similares a las del olvido intencional, pero sin que exista una intención consciente. El olvido motivado podría explicar el hecho de que, por lo general, las personas consigamos, en gran medida, suprimir recuerdos que nos resultan desagradables o dolorosos. También podría explicar, al menos en parte, la tendencia que tenemos los humanos, sobre todo las de mayor edad, a recordar acontecimientos agradables más que desagradables, fenómeno que recibe el nombre de SESGO DE POSITIVIDAD (Kalenzaga, Lamidey, Ergis, Clarys y Piolino, 2016; Skowronski, 2011).

En el laboratorio, la forma más evidente de estudiar el olvido intencional consiste en pedir a los participantes que traten de olvidar una información para, posteriormente, comprobar el efecto de esta instrucción. Esto es lo que se hace, por ejemplo, en el paradigma del OLVIDO DIRIGIDO MEDIANTE EL MÉTODO DE LA LISTA (Golding y MacLeod, 1998). Un experimento de olvido dirigido que empleara este método podría consistir, por ejemplo, en presentar dos listas de unas 15 palabras a dos grupos de participantes (grupo experimental y grupo control), advirtiéndoles al empezar el experimento que deben tratar de memorizar esas palabras porque, posteriormente, se va a pedir el recuerdo. Las dos listas de palabras se presentan una a continuación de la otra, pero, tras leer la primera lista,

a los participantes del grupo experimental se les dice que esa lista era de práctica y que deben tratar de olvidarla para poder centrarse en las palabras de la segunda lista. En la última fase del experimento, se pide el recuerdo de las dos listas de palabras (al grupo experimental se le informa de que, a pesar de lo que se les dijo, las dos listas son, en realidad, igual de importantes). El resultado habitual cuando se emplea este procedimiento es que el grupo experimental recuerda menos palabras de la primera lista que el grupo control (la instrucción de olvidar tiene efecto, lo que puede interpretarse como una muestra de olvido intencional); además, se suele observar que el grupo experimental recuerda más palabras de la segunda lista que el grupo control, presumiblemente, por la reducción de la interferencia proactiva ocasionada por las palabras de la primera lista.

Existen varias explicaciones del olvido obtenido con el método de la lista, pero la más importante es la HIPÓTESIS DEL CAMBIO CONTEXTUAL (Golding, 2005; Sahakyan y Kelley, 2002). Según esta hipótesis, lo que provoca la instrucción de olvidar es un cambio en el contexto mental de los participantes; la idea es que, cuando se termina de presentar la primera lista y se dice que deben olvidarla para centrarse en la que se va a presentar a continuación, los participantes colocaran mentalmente una especie de punto y aparte, estableciendo una diferenciación entre el contexto en el que recibieron la primera lista y el contexto en el que se presenta la segunda. Cuando, posteriormente, se pide el recuerdo, el contexto mental vigente es el de la segunda lista, lo que perjudica la recuperación de las palabras de la primera lista (la recuperación es más difícil cuando el contexto de adquisición y el de recuperación son diferentes, como vimos en el tema pasado al tratar la memoria dependiente del contexto). Una prueba a favor de esta interpretación es que el recuerdo de la primera lista también se ve perjudicado cuando, a pesar de no pedir el olvido, hacemos algo que cambia el contexto mental, como, por ejemplo, pedir a los participantes que imaginen, durante dos minutos, cómo sería su vida si fueran invisibles (Sahakyan y Kelley, 2002).

La investigación con el paradigma de olvido dirigido y otros paradigmas relacionados ha demostrado que las personas tenemos cierta capacidad para olvidar información que no deseamos recordar. Mantenido a unos niveles razonables, el olvido motivado resulta positivo, ya que nos permite olvidar sucesos que nos resultan desagradables y tristes. Sin embargo, cuando el olvido alcanza niveles desproporcionados, nos encontramos con casos patológicos de interés clínico. Esto es lo que ocurre en la AMNESIA PSICÓGENA (Harrison, 2017), que constituye un ejemplo extremo de olvido motivado en el que el olvido abarca gran cantidad de información personal. La amnesia psicógena suele ocurrir a partir de un acontecimiento muy estresante; por ejemplo, una persona puede salir ilesa de un terrible accidente y, al día siguiente, no recordar su profesión, su lugar de residencia, etc. En ocasiones, la persona puede llegar a olvidar todos sus recuerdos personales, un tipo de amnesia psicógena conocida como FUGA PSICÓGENA (Glisky, Ryan, Reminger, Hardt, Hayes y Hupbach, 2004; Harrison, 2017). El recuerdo de acontecimientos públicos no personales y el conocimiento general suele conservarse, así como la capacidad para adquirir nuevos recuerdos (esto lo diferencia del síndrome amnésico provocado, por ejemplo, por la lesión del hipocampo y áreas adyacentes del lóbulo temporal medial). Aunque pacientes pueden recuperarse espontáneamente, los intentos para hacerles recordar tienen una tasa de éxito bastante baja.

Referencias

- Anderson, M. C. (2003). Rethinking interference theory: Executive control and the mechanisms of forgetting. *Journal of Memory and Language, 49*, 415-445.
- Anderson, M. C., Bjork, R. A. y Bjork, E. L. (1994). Remembering can cause forgetting: retrieval dynamics in long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 20*, 1063-1087.
- Ebbinghaus, H. (1885). *Über das Gedächtnis. Untersuchungen zur experimentellen Psychologie*. Leipzig: Duncker & Humblot.
- Fritz, C. O. y Morris, P. E. (2015). Part-set cuing of texts, scenes, and matrices. *British Journal of Psychology, 106*, 1-21.
- Glisky, E. L., Ryan, L., Reminger, S., Hardt, O., Hayes, S. M. y Hupbach, A. (2004). A case of psychogenic fugue: I understand, aber ich verstehe nichts. *Neuropsychologia, 42*, 1132-1147.
- Golding, J. M. (2005). *Directed Forgetting Tasks in Cognitive Research*. En A. Wenzel y D. C. Rubin (Eds.), *Cognitive methods and their application to clinical research* (p. 177–196). American Psychological Association.
- Golding, J. M. y MacLeod, C. M. (1998). *Intentional forgetting: Interdisciplinary approaches*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associate.
- Haarmann, H. J., George, T., Smaliy, A. y Dien, J. (2012). Remote associates test and alpha brain waves. *The Journal of Problem Solving, 4*, A5.
- Harrison, N. A., Johnston, K., Corno, F., Casey, S. J., Friedner, K., Humphreys, K., ... y Kopelman, M. D. (2017). Psychogenic amnesia: syndromes, outcome, and patterns of retrograde amnesia. *Brain, 140*, 2498-2510.
- Kalenzaga, S., Lamidey, V., Ergis, A. M., Clarys, D. y Piolino, P. (2016). The positivity bias in aging: Motivation or degradation? *Emotion, 16*, 602–610
- Marsh, E. J., Dolan, P. O., Balota, D. A. y Roediger, H. L. (2004). Part-set cuing effects in younger and older adults. *Psychology and Aging, 19*, 134.
- Meeter, M., Murre, J. M. y Janssen, S. M. (2005). Remembering the news: Modeling retention data from a study with 14,000 participants. *Memory and Cognition, 33*, 793-810.
- Nickerson, R. S. (1984). Retrieval inhibition from part-set cuing: A persisting enigma in memory research. *Memory and Cognition, 12*, 531-552.
- Parker, E. S., Cahill, L. y McGaugh, J. L. (2006). A case of unusual autobiographical remembering. *Neurocase, 12*, 35–49.
- Sahakyan, L. y Kelley, C. M. (2002). A contextual change account of the directed forgetting effect. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition, 28*, 1064-1072.

- Skowronski, J. J. (2011). *The positivity bias and the fading affect bias in autobiographical memory: A self-motives perspective*. En M. D. Alicke y C. Sedikides (Eds.), *Handbook of self-enhancement and self-protection* (p. 211–231). The Guilford Press.
- Smith, S. M., Ward, T. B. y Schumacher, J. S. (1993). Constraining effects of examples in a creative generation task. *Memory and Cognition*, *21*, 837-845.
- Tulving, E. (1974). Cue-Dependent Forgetting: When we forget something we once knew, it does not necessarily mean that the memory trace has been lost; it may only be inaccessible. *American Scientist*, *62*, 74-82.
- Weldon, M.S. y Bellinger, K.D. (1997). Collective memory: Collaborative and individual processes in remembering. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *23*, 1160–1175.
- Weller, P. D., Anderson, M. C., Gómez-Ariza, C. J. y Bajo, M. T. (2013). On the status of cue independence as a criterion for memory inhibition: Evidence against the covert blocking hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *39*, 1232-1245.
- Zhang, H., Fu, Y., Zhang, X. y Shi, J. (2017). The effect of item similarity and response competition manipulations on collaborative inhibition in group recall. *Scientific Reports*, *7*, 1-11.

7. Falsos recuerdos

Cuando pensamos sobre los fallos de memoria episódica, habitualmente pensamos en **ERRORES DE OMISIÓN**, es decir, en situaciones en la que hemos olvidado algo importante o hay una determinada información que, en un momento concreto, no somos capaces de recuperar. Sin embargo, hay otro tipo de errores, denominados **ERRORES DE COMISIÓN**, que son mucho más frecuentes de lo que podemos sospechar y que ocurren cuando tenemos recuerdos que constituyen versiones distorsionadas de la realidad o que, incluso, se corresponden con sucesos que simplemente no han ocurrido. Algunos autores ven estos errores de comisión como muestras de un deficiente funcionamiento de la memoria, una visión que resulta congruente con datos que muestran que estos falsos recuerdos son más frecuentes entre personas menos inteligentes (Zhu et al., 2010) y con peor funcionamiento de los lóbulos frontales (Butler, McDaniel, Dornburg, Price y Roediger, 2004). Otros autores, sin embargo, ven estos fallos como la consecuencia negativa de procesos que, en la mayoría de las ocasiones, permiten un funcionamiento eficiente de la memoria. En realidad, estos dos puntos de vista son compatibles y, probablemente, correctos: las distorsiones del recuerdo y las falsas memorias son pequeños efectos colaterales no deseables de lo que, por lo demás, constituye una forma muy conveniente de operar de nuestra memoria. Por otro lado, estos efectos colaterales pueden ser controlados por la acción de determinados mecanismos de control de la memoria si estos funcionan adecuadamente, lo que es más probable que ocurra en personas más inteligentes y capaces.

La investigación sobre los errores y distorsiones de los recuerdos se ha desarrollado principalmente en las últimas décadas como respuesta a algunos acontecimientos que llamaron la atención de los investigadores, acontecimientos como algunas condenas judiciales a personas inocentes a partir de falsos reconocimientos por parte de los testigos o la oleada de falsos recuerdos de abusos sexuales durante la infancia que tuvo lugar en Estados Unidos a finales del siglo pasado (Loftus, 1997; Ofshe y Watters, 1996). Estos años de investigación han permitido identificar las principales causas de los falsos recuerdos, las cuales presentamos a continuación.

Falsos recuerdos como consecuencia de la interacción entre memoria episódica y memoria semántica

La memoria episódica se construye sobre la memoria semántica. Las interacciones entre ambos sistemas son tan importantes que es imposible comprender adecuadamente el funcionamiento de la memoria episódica sin tener en cuenta esas interacciones (volveremos sobre esta idea en el Tema 9). Podemos resumir la influencia de la memoria semántica sobre la memoria episódica en las siguientes tres ideas:

- 1) Las personas almacenamos, en gran medida, interpretaciones de la realidad y no solo datos concretos sobre cómo han sucedido los acontecimientos. Esto es una buena característica de la memoria, ya que una memoria que registrara exclusivamente información literal sobre los acontecimientos que vivimos sería muy poco operativa. Sin embargo, en algunas circunstancias concretas, y teniendo en cuenta lo que vamos a exponer en los dos puntos siguientes, este hecho puede

provocar recuerdos distorsionados o directamente falsos, ya que no siempre interpretamos la realidad de forma correcta. Como ya sabemos, el sistema de memoria que permite interpretar (dar significado, entender) los acontecimientos que vivimos en cada momento es la memoria semántica.

2) Al recordar, nos solemos dejar llevar por el significado general del episodio vivido y por la interpretación, correcta o no, que hicimos en su momento del acontecimiento que ahora recordamos; no solemos molestarnos en recuperar muchos detalles específicos acerca de lo que ocurrió (en gran medida, porque requiere un esfuerzo extra).

3) Recordar implica la reconstrucción del recuerdo sobre la base de nuestros conocimientos previos y nuestros esquemas acerca de cómo suelen suceder las cosas. Dicho de otra forma, siempre que tenemos un recuerdo episódico, gran parte de la información contenida en ese recuerdo está siendo recuperada en ese momento de la memoria semántica. En la gran mayoría de ocasiones, esa reconstrucción va a dar lugar a recuerdos que se corresponden a lo que realmente pasó; en otras ocasiones, sin embargo, puede dar lugar a falsos recuerdos.

Curiosamente, la idea de que nuestros conocimientos previos pueden provocar la aparición de recuerdos distorsionados al condicionar la interpretación inicial de los acontecimientos y la posterior reconstrucción del recuerdo ya estaba presente en una de las primeras publicaciones en el campo de la psicología experimental de la memoria: el libro de Frederic Bartlett (1932) titulado *Remembering: An experimental and social study*. Para hacer referencia a esos conocimientos previos que modulan los recuerdos, Bartlett introdujo el término **ESQUEMA**. En uno de sus experimentos más conocidos, Bartlett analizó cómo sus estudiantes recordaban un cuento popular de la cultura amerindia (una cultura muy diferente a la de los participantes) presentado previamente, observando la aparición de numerosas distorsiones que, por lo general, implicaban hacer más compatible el recuerdo con los esquemas previos de los participantes.

Una propuesta teórica actual que también incluye gran parte de las ideas enumeradas al comienzo de este apartado es la **TEORÍA DEL TRAZO DIFUSO (FUZZY-TRACE THEORY)**, Brainerd, y Reyna, 1998; 2002; Reyna, Corbin, Weldon y Brainerd, 2016). El elemento clave de esta teoría es la diferenciación que establece entre dos tipos de representaciones o huellas de memoria que se generan cuando vivimos un acontecimiento: las huellas literales y las huellas esenciales¹. Las **HUELLAS LITERALES (VERBATIM TRACES)** incluyen información detallada, datos concretos sobre lo que realmente ocurrió en un momento determinado. Las **HUELLAS ESENCIALES (GIST TRACES)**, por su parte, almacenan información sobre el significado general del episodio vivido, sobre lo que la persona ha comprendido que estaba pasando en ese momento. Recordando lo que hablamos en el Tema 4 sobre la codificación, podríamos decir que las huellas esenciales son consecuencia de la codificación semántica, mientras que las huellas literales se formarían, principalmente, a través de otras formas de codificación (visual, espacial, verbal, etc.). Según esta teoría, los falsos recuerdos tendrían lugar cuando las personas no recuperan suficiente información literal para corregir, en su caso, los errores surgidos durante la reconstrucción.

¹ Huellas *esenciales* en el sentido de que son huellas sobre la esencia; no quiere decir que sean huellas especialmente importantes.

En el laboratorio, este tipo de errores se han estudiado, en gran medida, mediante el PARADIGMA DRM (Roediger y McDermott, 1995). Los experimentos que emplean este paradigma utilizan listas de palabras construidas de tal forma que todos los elementos tienen relación semántica con una palabra, denominada ÍTEM CRÍTICO, que no se incluye en la lista (por ejemplo, una lista podría incluir palabras como *madera, pomo, cerradura, bisagra*, etc., todas relacionadas con el ítem crítico *puerta*, el cual no forma parte de la lista). Tras presentar listas de este tipo, los participantes suelen recordar o reconocer erróneamente los ítems críticos, haciéndolo incluso con mayor probabilidad de lo que recuerdan o reconocen muchas de las palabras que realmente formaban parte de las listas. La explicación más sencilla para este falso recuerdo es que los participantes se dejan llevar por el significado general de la lista, sin detenerse a evaluar las huellas literales (las cuales, presumiblemente, podrían evitar el error).

Además de esta explicación basada en la teoría del trazo difuso, otra explicación alternativa (o complementaria) para los resultados obtenidos mediante el paradigma DRM es la propuesta por la TEORÍA DE LA ACTIVACIÓN-MONITORIZACIÓN (Roediger, Watson, McDermott y Gallo, 2001). Según esta explicación, cuando se presentan las palabras de la lista, los participantes no pueden evitar evocar (activar) el ítem crítico (por ejemplo, ante las palabras *madera, pomo, cerradura, bisagra*, etc., parece inevitable pensar en una *puerta*). El hecho de pensar en el ítem crítico genera una huella de memoria que luego puede ser recuperada. Cuando las personas recuerdan por error el ítem crítico es porque no detectan que el origen de ese recuerdo ha sido su propia imaginación, y no la lista de palabras. Según esta explicación, los falsos recuerdos en el paradigma DRM serían consecuencia de errores en la monitorización de la fuente, que es otra de las grandes causas de los falsos recuerdos. Vamos a tratar este tipo de errores a continuación.

Falsos recuerdos como consecuencia de errores en la monitorización de la fuente

Imagina que recuerdas ver a tu amigo sonriente mientras sostiene el flamante carné de conducir que acaba de obtener tras aprobar el examen correspondiente. ¿Cuál podría ser el origen (la fuente) de este recuerdo? Las posibilidades son muchas. Puede que el recuerdo se formase cuando viste a tu amigo en persona (¿en clase?, ¿en su casa?, ¿en una cafetería?) y te mostró el carné. Puede ser, también, que fuera durante una conversación por videoconferencia (¿en una conversación con más gente o solo entre vosotros dos?, ¿por móvil, tableta u ordenador?). Quizá solo viste una foto (¿en WhatsApp?, ¿Instagram?, ¿Facebook?); o puede, incluso, que el origen sea tu propia imaginación y que la imagen que recuerdas se formase en tu cabeza mientras alguien te contaba que tu amigo se había sacado el carné de conducir. La capacidad para recordar el origen de un recuerdo se denomina MEMORIA DE LA FUENTE, y los fallos a la hora de atribuir correctamente una fuente a un recuerdo es una de las principales causas de los falsos recuerdos. Para evitar este tipo de errores, las personas ponen en marcha una serie de mecanismos de MONITORIZACIÓN DE LA FUENTE destinados a verificar que hemos atribuido la fuente correcta a nuestro recuerdo (Lindsay y Johnson, 2000). Por ejemplo, podemos recordar que nuestro amigo nos enseñó su recién obtenido carné de conducir en la cafetería de la facultad y, luego, darnos cuenta de que el recuerdo no es del todo correcto porque, por esa época, las cafeterías del campus estaban cerradas por culpa de la pandemia. Una misión fundamental de estos mecanismos de monitorización de la fuente es diferenciar entre recuerdos cuyo

origen es la realidad y recuerdos que se corresponden con episodios que solo hemos imaginado o soñado; en este caso concreto, se suele hablar de mecanismos de MONITORIZACIÓN DE LA REALIDAD.

Los fallos en estos mecanismos de monitorización de la realidad son especialmente importantes, ya que dan lugar a numerosos falsos recuerdos. Por ejemplo, algunos estudios han mostrado que un porcentaje bastante elevado de personas afirman haber visto las imágenes de sucesos que, aunque son muy conocidos por haber salido mucho en las noticias (como el accidente en el que perdió la vida Diana de Gales), nunca fueron registrados por una cámara (Ost, Vrij, Costall y Bull, 2002). En realidad, lo que las personas recuerdan en estos casos son las imágenes mentales que crearon mientras oían y leían esas noticias, o cuando pensaron o hablaron sobre ellas. El error es atribuir a la realidad ser la fuente de esos recuerdos. Otros estudios han mostrado que el mero hecho de pedir a los participantes que imaginen un episodio de sus vidas que nunca sucedió de verdad (por ejemplo, haber sido sometidos a una intervención consistente en extraer una pequeña porción de piel de la yema del dedo) es suficiente para que, al cabo del tiempo, algunas de las personas creen que ese recuerdo es real (Mazzoni y Memon, 2003).

El PARADIGMA DE LA DESINFORMACIÓN es un procedimiento experimental que permite obtener falsos recuerdos atribuibles, en parte, a errores en los mecanismos de monitorización de la fuente. Los experimentos que emplean este paradigma comienzan con la presentación de la información (por ejemplo, un vídeo o una historia acompañada de fotos) que luego los participantes deberán tratar de recordar. Posteriormente, se proporciona a los participantes algún tipo de información falsa sobre la información que se acaba de presentar. Por ejemplo, imaginemos que lo que hemos presentado es un vídeo en el que se ve cómo roban la cartera a un turista mientras espera un autobús. Posteriormente, podemos preguntar a los participantes sobre el color de la chaqueta en el que el carterista guardó la cartera después de robarla, cuando, en realidad, lo que se ve en el vídeo es que la introduce en el bolsillo de su pantalón. El resultado de este procedimiento es que un porcentaje no desdeñable de participantes incorporan la información falsa en su recuerdo posterior (Patihis et al., 2013).

Referencias

- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Brainerd, C. J. y Reyna, V. F. (1998). Fuzzy-trace theory and children's false memories. *Journal of Experimental Child Psychology*, 71, 81-129.
- Brainerd, C. J. y Reyna, V. F. (2002). Fuzzy-trace theory and false memory. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 164-169.
- Butler, K. M., McDaniel, M. A., Dornburg, C. C., Price, A. L. y Roediger, H. L. (2004). Age differences in veridical and false recall are not inevitable: The role of frontal lobe function. *Psychonomic Bulletin and Review*, 11, 921-925.
- Lindsay, D. S. y Johnson, M. K. (2000). False memories and the source monitoring framework: Reply to Reyna and Lloyd (1997). *Learning and Individual Differences*, 12, 145-161.

- Loftus, E. F. (1997). Creating false memories. *Scientific American*, 277, 70-75.
- Mazzoni, G. y Memon, A. (2003). Imagination can create false autobiographical memories. *Psychological Science* 14, 186-188.
- Ofshe, R. y Watters, E. (1996). *Making monsters: False memories, psychotherapy, and sexual hysteria*. California, EE. UU.: University of California Press.
- Ost, J., Vrij, A., Costall, A. y Bull, R. (2002). Crashing memories and reality monitoring: Distinguishing between perceptions, imaginations and "false memories". *Applied Cognitive Psychology: The Official Journal of the Society for Applied Research in Memory and Cognition*, 16, 125-134.
- Patihis, L., Frenda, S. J., LePort, A. K., Petersen, N., Nichols, R. M., Stark, C. E., ... & Loftus, E. F. (2013). False memories in highly superior autobiographical memory individuals. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110, 20947-20952.
- Reyna, V. F., Corbin, J. C., Weldon, R. B. y Brainerd, C. J. (2016). How fuzzy-trace theory predicts true and false memories for words, sentences, and narratives. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 5, 1-9.
- Roediger, H. L. y McDermott, K. B. (1995). Creating false memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21, 803-814.
- Roediger, H. L., Watson, J. M., McDermott, K. B., & Gallo, D. A. (2001). Factors that determine false recall: A multiple regression analysis. *Psychonomic bulletin and Review*, 8, 385-407.
- Zhu, B., Chen, C., Loftus, E. F., Lin, C., He, Q., Chen, C., ... 7 Dong, Q. (2010). Individual differences in false memory from misinformation: Cognitive factors. *Memory*, 18, 543-555.

8. Memoria prospectiva

Nuestra vida diaria está llena de situaciones en las que la memoria se pone al servicio de la realización de tareas en momentos determinados del futuro. Transmitir una información a un amigo la próxima vez que nos encontremos con él, hacer una llamada telefónica a una hora concreta, realizar alguna gestión extraordinaria en el camino de vuelta a casa, apartar la comida del fuego transcurrido cierto periodo de tiempo... En todas estas situaciones, la intención de realizar una acción surge antes de que esa acción pueda o deba llevarse a cabo. Dependemos, por lo tanto, de que el contenido adecuado sea recuperado de la memoria en el preciso momento en el que resulta oportuno realizar la acción. Desafortunadamente, este recuerdo no siempre se produce. De hecho, todos tenemos experiencias que evidencian lo poco fiable que puede resultar nuestra memoria en este tipo de situaciones, algo que explica el uso generalizado de agendas, temporizadores, notas adhesivas, alarmas, etc. Errores de este tipo causan habitualmente trastornos en la vida de las personas. En ocasiones, las consecuencias de estos errores pueden ser realmente graves, como ocurre en los conocidos casos de cirujanos que olvidan material quirúrgico en el interior del cuerpo de un paciente o de niños pequeños que fallecen porque sus padres olvidaron dejarlos en el colegio de camino al trabajo y los abandonaron durante horas encerrados en los coches.

Teniendo en cuenta lo expuesto, resulta llamativo que esta forma de memoria, denominada memoria prospectiva, solo haya llamado la atención de los investigadores hasta hace relativamente poco tiempo. En los últimos años, sin embargo, hemos vivido una verdadera explosión de interés por el tema, publicándose una gran cantidad de trabajos de investigación que nos permiten ahora disfrutar de un mayor grado de comprensión sobre este asunto. En este tema, repasaremos los principales hallazgos experimentales y propuestas teóricas sobre la memoria prospectiva, y su especial relación con las funciones ejecutivas. Comenzaremos tratando algunos aspectos fundamentales que nos permitan entender qué es la memoria prospectiva y cómo puede ser estudiada experimentalmente.

Características de la memoria prospectiva

La memoria prospectiva participa en situaciones muy diversas. Sin embargo, todas estas situaciones comparten determinadas características definitorias (Burgess, Scott y Frith, 2003), que podemos sintetizar en los siguientes cuatro elementos:

- 1) El punto de partida es siempre una experiencia de la que se deriva la intención de realizar una acción que no puede llevarse a cabo en ese preciso instante.
- 2) Esa acción debe realizarse en un momento particular del futuro o cuando se den unas determinadas circunstancias.
- 3) Durante el periodo de tiempo que transcurre desde que se forma la intención hasta que llega el momento oportuno para llevar a cabo la acción, se realizan otras actividades que impiden el continuo repaso consciente de la intención.

4) Cuando llega el momento apropiado para realizar la acción, ningún evento interfiere o interrumpe la actividad en curso orientándonos hacia el recuerdo de la acción, por lo que este recuerdo ha de ser autoiniciado en alguna medida.

A lo largo del presente tema, pondremos algunos ejemplos de tareas cuya realización depende de la memoria prospectiva. Sin embargo, puede resultar más útil en este momento plantear algunas situaciones que implican la realización demorada de una acción pero que, teniendo en mente las características que acabamos de presentar, no pueden considerarse realmente tareas de memoria prospectiva. Imaginemos, por ejemplo, que colocamos un cazo con agua al fuego para que hierva. En ese momento, hay una acción (apartar el cazo del fuego) que no debe realizarse en ese momento, sino que hay que demorarla hasta que se dé una determinada circunstancia (que el agua hierva). Se darían, por lo tanto, las características 1 y 2 de las tareas de memoria prospectiva. Pensemos, sin embargo, que, en vez de dedicarnos a otras actividades, nos quedamos pendientes del agua del cazo manteniendo constantemente en nuestra memoria de trabajo la intención de cortar el fuego cuando el agua empiece a hervir. En este caso, no se cumpliría el criterio 3, y estaríamos ante una situación que, quizás, tendría más que ver con la atención sostenida que con la memoria prospectiva.

Imaginemos ahora que nos piden que transmitamos una determinada información a un amigo la próxima vez que lo veamos. Desde el momento en que nos hacen esta petición hasta que nos encontramos con nuestro amigo nos dedicamos a múltiples actividades diferentes sin pensar en la acción que debemos realizar. En este caso, por lo tanto, se cumplirían los tres primeros criterios que caracterizan a las tareas de memoria prospectiva. Sin embargo, cuando nos encontramos con nuestro amigo, éste nos pregunta directamente si tenemos algún mensaje para él, momento en el que recordamos transmitirle la información. No se cumpliría, por lo tanto, la cuarta característica, de especial importancia, según la cual el recuerdo de la acción en las tareas de memoria prospectiva ha de ser autoiniciado, sin que un agente externo oriente directamente a la persona hacia el recuerdo.

Componentes de la memoria prospectiva

Si reflexionamos sobre las cuatro características presentadas en el apartado anterior, resulta evidente que la realización de tareas de memoria prospectiva descansa en gran medida sobre la memoria episódica. Efectivamente, el éxito en este tipo de tareas depende de que, en un determinado momento, seamos capaces de recuperar de nuestra memoria a largo plazo un episodio personal del pasado que incluye la intención de realizar una acción particular. Sin embargo, y a diferencia de lo que ocurre en otras tareas relacionadas con la memoria episódica, el éxito no está asegurado por el mero hecho de que el contenido clave esté disponible y accesible en nuestra memoria. De hecho, la mayoría de los fallos de memoria prospectiva no se deben al olvido de la acción que queremos realizar, sino a que el momento pertinente para realizar la acción pasa sin que nos demos cuenta de que, en ese momento, debemos recordar hacer algo. Todo esto se resume habitualmente en la idea de que toda tarea de memoria prospectiva tiene dos componentes (Brandimonte y Passolunghi, 1994), un componente retrospectivo relacionado con la memoria episódica

(recordar qué acción hay que realizar y cuándo) y otro componente propiamente prospectivo (identificar el momento oportuno e iniciar el recuerdo de la intención).

Nuestra experiencia cotidiana es suficiente para advertir que estos dos componentes son independientes. En la mayoría de las ocasiones en las que cometemos un fallo de memoria prospectiva, no tenemos ningún problema en recordar cuál era la acción que debíamos haber realizado y el momento en que debíamos haberlo hecho si alguien nos pregunta directamente. Esto quiere decir que el fallo se ha debido al componente prospectivo, pero no al componente retrospectivo. Aunque mucho menos frecuentemente, en algunas ocasiones nos encontramos con el caso contrario. Son esas situaciones en las que, por ejemplo, nos encontramos con un amigo y sabemos que tenemos que decirle algo, pero no recordamos qué. En ese caso, el componente prospectivo ha funcionado bien (hemos recordado que tenemos que realizar una acción en ese momento) pero el componente retrospectivo ha fallado en un aspecto fundamental, ya que no conseguimos recuperar cuál era la acción a realizar.

Tareas de memoria prospectiva basadas en el tiempo y en los sucesos

Aunque se han propuesto otras formas de clasificar las diferentes tareas de memoria prospectiva (Marsh y Hicks, 1998), una clasificación que resulta especialmente relevante es la que distingue entre dos tipos de tareas: las TAREAS DE MEMORIA PROSPECTIVA BASADAS EN LO SUCESOS Y TAREAS DE MEMORIA PROSPECTIVA BASADAS EN EL TIEMPO (Einstein y McDaniel, 1990). En las tareas basadas en los sucesos, hay algún elemento del entorno que determina el momento en el que hay que realizar la acción. Ejemplos de este tipo de tareas serían bajar la basura cuando se salga a pasear al perro, ir al supermercado cuando pase por el desvío a la vuelta del trabajo o comunicarle algo a un amigo la próxima vez que nos encontremos con él. En las tareas prospectivas basadas en el tiempo, sin embargo, la acción ha de realizarse en un momento temporal concreto en ausencia de estímulos clave que marquen la llegada de ese momento. Tareas de este tipo serían, por ejemplo, acudir a una reunión a las 11 de la mañana o apartar del fuego las lentejas cuando hayan transcurrido 40 minutos.

Procedimientos experimentales

Como comentamos anteriormente, la investigación sobre memoria prospectiva no empezó a desarrollarse con intensidad hasta hace relativamente poco tiempo. Posiblemente, una de las causas de este hecho fue la relativa dificultad de encontrar procedimientos experimentales adecuados. En los primeros tiempos, se utilizaron procedimientos relativamente naturales, que pretendían imitar las tareas prospectivas de la vida real. Así, por ejemplo, se pedía a los participantes que enviaran cartas a los investigadores o que hicieran llamadas telefónicas o realizaran registros en dispositivos electrónicos a determinadas horas del día (Rendell y Thomson, 1999). Otros experimentos se realizaban en el laboratorio, pero simulando también situaciones naturales. Las tareas consistían, por ejemplo, en recuperar una pertenencia personal al finalizar una entrevista (Wilson, Cockburn y Baddeley, 1985).

La investigación sobre memoria prospectiva, sin embargo, se vio claramente impulsada cuando surgieron preparaciones experimentales de laboratorio que, aunque más artificiales, permitieron estudiar aspectos vitales de la memoria prospectiva. Un ejemplo de este tipo de preparaciones podría ser pedir a los participantes el recuerdo inmediato de listas de palabras, pero advirtiéndoles de

antemano que, si en el transcurso de esa tarea, aparecía una determinada palabra clave, deberían responder de una manera particular (por ejemplo, pulsando una tecla del teclado de un ordenador). Lo habitual en este tipo de preparaciones es que los estímulos clave aparezcan con poca frecuencia y siempre tiempo después de la presentación de las instrucciones acerca de la tarea prospectiva. Con este procedimiento, se trata de generar una situación equivalente a lo que ocurre en la vida real, en la que las personas deben realizar tareas prospectivas mientras realizan otras actividades que impiden mantener en mente de manera constante la acción que deben realizar.

Identificación de las claves de recuperación prospectiva y recuerdo autoiniciado

Como hemos visto, una característica fundamental de las tareas de memoria prospectiva es que no hay elementos externos que, en el momento preciso, orienten a las personas hacia el recuerdo de la intención de realizar una acción (Craik, 1986). Imaginemos, por ejemplo, una persona que utiliza su vehículo todos los días para ir a trabajar. Al terminar su jornada laboral, esa persona ha de recuperar de su memoria episódica información acerca de dónde estacionó su automóvil ese día. Sin embargo, volver a casa implica forzosamente encontrar el vehículo y, por lo tanto, la misma situación lleva a la búsqueda de la información necesaria en la memoria. Imaginemos ahora que esa persona acabó los cereales para el desayuno esa mañana, por lo que decidió que pasaría por el supermercado a la vuelta del trabajo. En este caso, tendremos a la persona conduciendo hacia su casa, atendiendo a las condiciones del tráfico mientras, quizá, oye la radio o se encuentre sumido en sus propios pensamientos. En medio de esta actividad, esta persona debe recuperar en el momento adecuado un contenido de su memoria episódica (lo que ocurrió en el desayuno y su intención de comprar cereales) para desviarse de su ruta habitual y dirigirse al supermercado. La clave es que, a diferencia de lo que ocurría en el primer ejemplo, no hay nada en este caso que lleve necesariamente al recuerdo. De alguna manera, la persona, por sí misma, ha de identificar la situación actual (encontrarse conduciendo cerca del camino al supermercado) como una situación conectada con una intención formada tiempo atrás (la intención de comprar cereales a la vuelta del trabajo), de tal forma que pueda recuperar esa intención de la memoria y llevar a cabo la acción.

Una de las cuestiones clave que más ha llamado la atención de los investigadores de la memoria prospectiva es, precisamente, cómo las personas consiguen recuperar este tipo de intenciones en el momento justo. La pregunta clave es cómo las personas identifican lo que podríamos denominar CLAVES DE RECUPERACIÓN PROSPECTIVA, esto es, los estímulos que fueron conectados en su momento con la acción que queremos realizar y que marcan el momento oportuno de realizar esta acción. Sobre esta cuestión, podemos encontrar en la literatura dos visiones diferentes. Por un lado, algunos autores defienden la idea de que las personas utilizan ciertos recursos atencionales o ejecutivos para monitorizar el entorno en busca de claves prospectivas. Por otro lado, otros autores sostienen que la identificación de estos estímulos clave ocurre de manera relativamente automática, sin demanda significativa de recursos atencionales.

La hipótesis de la monitorización y la teoría PAM

La idea central de esta hipótesis de la monitorización es que, una vez que se forma una intención, las personas destinan parte de sus limitados recursos atencionales o ejecutivos a la monitorización del entorno en busca de claves de recuperación prospectiva. La propuesta más representativa de

la hipótesis de la monitorización es la teoría PAM (Preparatory Attentional and Memory processes theory), propuesta por Smith y colaboradores (Smith, 2003; Smith y Bayen, 2004, 2005; Smith, Hunt, McVay y McConnell, 2007). Según la teoría PAM, el éxito en una tarea prospectiva depende de dos tipos de procesos: procesos de memoria retrospectiva y procesos preparatorios. Los PROCESOS DE MEMORIA RETROSPECTIVA serían necesarios para poder discriminar entre claves de recuperación prospectiva y otros estímulos que no están asociados a ninguna intención. A su vez, estos procesos permitirían recuperar la intención almacenada en la memoria llegado el momento oportuno (esto es, al identificarse la clave prospectiva). Los PROCESOS PREPARATORIOS, por su parte, implicarían la monitorización del entorno para detectar las claves prospectivas, manteniendo un estado de preparación para ejecutar la acción. Estos procesos preparatorios no serían automáticos, sino que demandarían recursos atencionales que serían asignados a la monitorización a costa de otras tareas dependientes de los mismos recursos. No obstante, el hecho de que los procesos preparatorios requieran recursos atencionales no quiere decir que los requerimientos de la tarea prospectiva se encuentren en el foco de la atención. En otras palabras, la monitorización del entorno requeriría atención, pero no implicaría el chequeo explícito y consciente de los estímulos. Esto explicaría que las personas puedan tener la sensación subjetiva de que, al aparecer la clave prospectiva, han recordado la intención espontáneamente y sin esfuerzo.

La evidencia a favor de la existencia de estos procesos preparatorios se deriva, principalmente, de estudios que han evaluado el efecto de la introducción de una tarea prospectiva sobre la ejecución de una tarea concurrente. Smith (2003), por ejemplo, utilizó una TAREA DE DECISIÓN LÉXICA en la que los participantes debían pulsar, lo más rápidamente posible, una tecla u otra en función de si el estímulo que aparecía en la pantalla era una palabra o un conjunto de letras sin significado. En algunas ocasiones, esa tarea se simultaneaba con otra de memoria prospectiva, consistente en pulsar otra tecla particular cada vez que, en el transcurso de la tarea de decisión léxica, apareciera un estímulo clave predeterminado. La observación más relevante es que los tiempos de reacción en la tarea de decisión léxica se incrementaron de manera significativa al introducir la tarea prospectiva. Esto fue así aunque solo se consideraran los ensayos en los que no aparecía ninguno de los estímulos clave, por lo que ese incremento en los tiempos de reacción no podría atribuirse a los procesos relacionados con la ejecución de la tarea prospectiva. La conclusión más plausible, por lo tanto, es que ese incremento en los tiempos fuera una consecuencia de los procesos preparatorios, los cuales consumen recursos que también serían necesarios para realizar la tarea de decisión léxica.

El modelo multiproceso

Junto con la hipótesis de la monitorización, la otra gran propuesta teórica sobre la identificación de las claves prospectivas es el modelo multiproceso de McDaniel y Einstein (2000; Einstein, McDaniel, Thomas, Mayfield, Shank y Morrisette, 2005; McDaniel, Guynn, Einstein y Breneiser, 2004). Según estos autores, es probable que la monitorización desempeñe un papel importante en situaciones especiales, pero no parece razonable que todas las tareas prospectivas impliquen la necesidad de dedicar parte de unos limitados recursos atencionales a monitorizar el entorno en busca de estímulos clave. De hecho, McDaniel y Einstein defienden la idea de que la identificación de las claves prospectivas es consecuencia de procesos automáticos no demandantes en la mayor parte de tareas prospectivas.

Durante el transcurso de estas tareas, sin embargo, podrían ocurrir, dos situaciones diferentes que implicarían procesos distintos (de ahí el nombre de modelo multiproceso). En condiciones muy favorables, la mera aparición de la clave prospectiva supondrá la recuperación automática y sin esfuerzo de la intención. Esto ocurriría en los casos en los que la asociación entre la clave prospectiva y la acción sea especialmente fuerte. Por ejemplo, si debemos tomar un medicamento antes de acostarnos y dejamos el frasco de las medicinas estratégicamente situado en el cajón del pijama, es muy probable que la mera visión de frasco nos haga recordar espontáneamente la acción que debemos realizar, en virtud de la fuerte relación existente entre el frasco de las medicinas y la acción de tomar el medicamento. Los autores denominaron REFLEJO ASOCIATIVO al proceso presente en este caso.

En condiciones menos favorables, sin embargo, la aparición de la clave prospectiva no supondría directamente el recuerdo de la intención. En su lugar, produciría una sensación difusa de significatividad sobre la base de mecanismos similares a los que subyacen a la sensación de familiaridad que se produce cuando nos encontramos con un estímulo por segunda vez. Si todo marcha bien, esa sensación de especial significatividad orientará la atención de la persona hacia ese estímulo y se iniciará una búsqueda de información para determinar el origen de esa significatividad, lo que podría conducir al recuerdo de la intención. Un ejemplo podría ocurrir cuando estamos saliendo de casa y, mientras lo hacemos, sentimos que ocurre algo especial que nos hace pensar hasta recordar que, unas horas antes, habíamos decidido bajar la basura al contenedor cuando saliéramos a la calle. Los autores denominaron procesos de DISCREPANCIA MÁS BÚSQUEDA a los mecanismos subyacentes en estos casos (el término discrepancia hace referencia a lo que ocurre de manera inesperada durante el procesamiento del estímulo y que genera la sensación de significatividad).

La principal diferencia entre el reflejo asociativo y los mecanismos de discrepancia más búsqueda es que los primeros son relativamente automáticos y poco demandantes, mientras que los segundos requerirían recursos atencionales para detectar la significatividad de los estímulos y para recuperar la intención asociada una vez que el estímulo clave es detectado. Una evidencia a favor de esta idea la encontramos en un experimento en el que se manipuló la asociación existente entre las claves de recuperación prospectiva y la respuesta (McDaniel et al., 2004; Experimento 2). La tarea de los participantes consistía en evaluar una serie de palabras en función de ciertas características (concreción, familiaridad, etc.) escribiendo una puntuación en un cuadernillo (tarea de evaluación). Previamente, se había informado a los participantes de que, cada vez que, en el transcurso de la tarea de evaluación, apareciera una palabra clave (por ejemplo, hilo), debían escribir otra palabra en el cuadernillo (esta era la tarea prospectiva). Para algunos participantes, esa palabra que debían escribir estaba fuertemente asociada con la palabra clave (por ejemplo, *hilo – aguja*), mientras que, para otros, la asociación entre la clave y la respuesta era débil (*hilo – salsa*). La idea subyacente a esta manipulación era que, en las condiciones de alta asociación, el recuerdo de la tarea prospectiva podría basarse en los mecanismos de reflejo asociativo, mientras que, en la condición de baja asociación, predominarían los procesos de discrepancia más búsqueda. En estas condiciones, por lo tanto, la inclusión de otra tarea compleja demandante de recursos atencionales debería resultar especialmente perjudicial para el recuerdo prospectivo en las condiciones de baja asociación, ya que los mecanismos de reflejo asociativo predominantes en la condición de alta asociación

son automáticos y poco dependientes de la cantidad de recursos atencionales disponibles. Para comprobar esta predicción, los autores introdujeron en algunos casos una tercera tarea consistente en presentar dígitos auditivamente y pedir a los participantes que pulsaran un botón cada vez que aparecieran dos números impares seguidos. Congruentemente con lo previsto por el modelo, la inclusión de esta tarea de alta carga atencional resultó especialmente perjudicial para la tarea de memoria prospectiva solo en la condición de baja asociación.

En este mismo experimento, se introdujo otra manipulación de interés. Antes del experimento, todos los participantes debían estudiar una lista de palabras sobre la cual se medía el recuerdo posteriormente. Para la mitad de los participantes, esas palabras eran las mismas que, luego, aparecían en la tarea de evaluación (condición de preexposición), mientras que, para la otra mitad, las palabras eran diferentes (condición de no preexposición). Para comprender la importancia de esta manipulación hay que atender al hecho de que las claves de recuperación prospectiva aparecían entremezcladas con el resto de las palabras presentadas durante la tarea de evaluación. En la condición sin preexposición, las claves prospectivas podrían resultar especialmente salientes y significativas, ya que son las únicas palabras que han sido estudiadas previamente (cuando se presentaban las instrucciones de la tarea prospectiva). En la condición con preexposición, por el contrario, esa característica especial de las palabras clave quedaba difuminada al aparecer junto a palabras que también habían sido estudiadas previamente (aunque con fines diferentes). La idea era que la preexposición afectaría al recuerdo prospectivo cuando éste dependiera de los mecanismos de discrepancia más búsqueda (en la condición de baja asociación clave-respuesta), ya que el recuerdo en este caso depende de que la clave prospectiva genere una sensación de especial significatividad. La preexposición, por el contrario, no debería suponer un descenso en el rendimiento de la memoria prospectiva cuando el recuerdo se debiera al reflejo asociativo (en la condición de alta asociación). Congruentemente con lo esperado, los resultados mostraron un descenso en el número de respuestas prospectivas con la preexposición, pero solo en la condición de baja asociación clave-respuesta.

Memoria prospectiva y funciones ejecutivas

Como vimos anteriormente, parece claro que el componente retrospectivo de la memoria prospectiva (recordar qué hay que hacer y cuando) descansa en la memoria episódica. Pero, ¿qué podemos decir sobre el componente prospectivo? La idea dominante en la actualidad es que este componente depende de las **FUNCIONES EJECUTIVAS**, ese conjunto de habilidades cognitivas de control atencional, relacionadas con los lóbulos frontales, que están implicadas en tareas que suponen la inhibición de respuestas preponderantes, el cambio entre tareas o contenidos mentales, la actualización de la memoria de trabajo, la planificación estratégica de la conducta, etc. Esta idea resulta compatible con lo observado en diferentes estudios de neuroimagen en los que la realización de tareas de memoria prospectiva se ha visto relacionada con la activación de determinadas áreas de los lóbulos prefrontales, en concreto, en torno al área 10 de Brodmann (Burgess et al., 2003; Okuda, Fujii, Ohtake, Tsukiura, Yamadori, Frith, et al., 2007; Reynolds, West y Braver, 2009; véase la Figura 8.1). A continuación, repasamos algunos datos que evidencian el papel de las funciones ejecutivas en las tareas de memoria prospectiva.



Figura 8.1: Área 10 de Broadmann

Efectos de la tarea concurrente sobre el rendimiento en tareas de memoria prospectiva

Algunos estudios han estudiado el papel de las funciones ejecutivas en la memoria prospectiva analizando el efecto de tareas concurrentes más o menos demandantes sobre el rendimiento en una tarea de memoria prospectiva. Marsh y Hicks (1998), por ejemplo, introdujeron una tarea de memoria prospectiva en el contexto de una tarea de recuerdo inmediato de listas de palabras (Figura 8.2). En cada ensayo, se presentaban tres palabras en la pantalla de un ordenador y, unos segundos después, aparecía una señal que indicaba a los participantes que debían tratar de recordar en voz alta las tres palabras presentadas (tarea de recuerdo inmediato). A los participantes, además, se les pedía que pulsaran una tecla del ordenador cuando una de las palabras presentadas fuera el nombre de una fruta, algo que ocurría en dos ocasiones durante toda la sesión (tarea de memoria prospectiva). Sobre esta preparación experimental básica, se definieron tres condiciones para tres grupos de participantes. Uno de los grupos (el grupo control) realizó las tareas descritas sin ninguna tarea adicional. Los otros dos grupos, sin embargo, tuvieron que realizar simultáneamente una tarea de generación de números aleatorios, que consiste simplemente en decir en voz alta números (por ejemplo, del uno al diez) de manera que resulte una secuencia lo más azarosa posible. Se asume que esta tarea resulta demandante de recursos ejecutivos al requerir el constante bloqueo de reiteraciones (2, 8, 6, 2, 8...) y secuencias estereotipadas (2, 4, 6...; 5, 4, 3...), así como la continua monitorización de la secuencia generada (Jahanshahi, Saleem, Ho, Dirnberger y Fuller, 2006). Los dos grupos que realizaron esta tarea se diferenciaron en la tasa en la que debían de generar los números, lo que permite manipular el nivel de demanda de recursos ejecutivos que exige la tarea, ya que una tasa más elevada resulta más exigente desde el punto de vista ejecutivo (Jahanshahi et al., 2006). Los resultados mostraron que la tarea de generación de números aleatorios no suponía un peor rendimiento en la tarea prospectiva cuando la tasa de generación era lenta. Sin embargo, cuando la generación se hacía más demandante de recursos ejecutivos al incrementar la tasa de generación, el rendimiento en la tarea prospectiva empeoró significativamente (Figura 8.2).

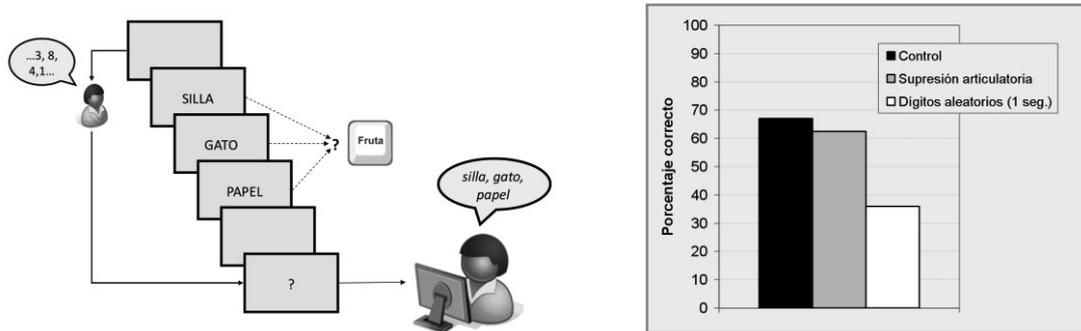


Figura 8.2: Esquema del procedimiento (izquierda) y resultados (derecha) del estudio de Marsh y Hicks (1998).

Estudios con grupos de participantes clasificados mediante pruebas neuropsicológicas

Resultados como los que acabamos de revisar son interpretados como una evidencia a favor de la idea de que las tareas prospectivas demandan recursos ejecutivos. Efectivamente, esto explicaría que las tareas prospectivas se vean afectadas por otras tareas que también requieren de los mismos recursos. Si esta interpretación fuera correcta, podríamos predecir que las diferencias personales en las capacidades ejecutivas van a estar relacionadas con diferencias en el rendimiento en tareas de memoria prospectiva. Esta predicción fue puesta a prueba en una investigación en la que se evaluó la memoria prospectiva en adultos mayores seleccionados en función de sus puntuaciones en dos tipos de tareas: tareas que evalúan las funciones ejecutivas y tareas relacionadas con la memoria episódica (McDaniel, Glisky, Rubin, Guynn y Routhieaux, 1999). Los participantes fueron divididos en cuatro grupos: altos en funciones ejecutivas y memoria episódica, altos en funciones ejecutivas y bajos en memoria episódica, bajos en funciones ejecutivas y altos en memoria episódica, y, por último, bajos en funciones ejecutivas y en memoria episódica.

En este caso, la tarea prospectiva estaba incluida en un juego de preguntas sobre conocimientos generales (Figura 8.3). Cada pregunta incluía un enunciado y cuatro opciones de respuesta, y los participantes debían pulsar la tecla correspondiente a la opción que consideraran correcta. Simultáneamente, se decía a los participantes que algunas de las preguntas iban a incluir una palabra clave (por ejemplo, *presidente*), y que, cada vez que apareciera esa palabra, debían pulsar una tecla especialmente destinada a ese fin. Esa palabra clave aparecía en ocho ensayos a lo largo de la sesión. Los resultados mostraron claramente que los participantes que habían obtenido puntuaciones más altas en las tareas ejecutivas habían tenido un mejor rendimiento en la tarea de memoria prospectiva, independientemente de sus puntuaciones en las medidas de memoria episódica (Figura 8.3). Globalmente, los participantes con mejor memoria episódica rindieron algo mejor en la tarea prospectiva, pero esa diferencia fue pequeña y no significativa estadísticamente. Estos resultados fueron replicados más recientemente en un estudio similar en que la tarea prospectiva fue modificada para que se tratara de una tarea de memoria prospectiva basada en el tiempo en vez de en los sucesos (McFarland y Gliskya, 2009).

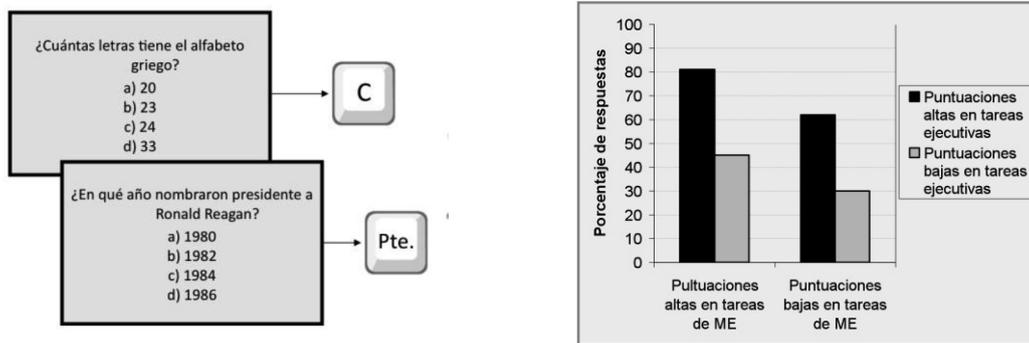


Figura 8.3: Esquema del procedimiento y resultados del estudio de McDaniel et al. (1999)

¿Por qué son importantes las funciones ejecutivas?

Los estudios revisados ponen de manifiesto que las funciones ejecutivas juegan un papel importante en la realización de tareas prospectivas. Pero ¿por qué resultan importantes para la realización de este tipo de tareas? Para los defensores de la teoría PAM descrita anteriormente, la respuesta estaría clara: porque los mecanismos de monitorización necesarios para la detección de claves de recuperación prospectiva son demandantes desde el punto de vista ejecutivo. Sin embargo, independientemente de la presencia de procesos de monitorización, las funciones ejecutivas pueden participar también en otros momentos durante el transcurso de la tarea prospectiva. Así, pueden estar relacionados con la puesta en marcha de estrategias durante la codificación que beneficien el recuerdo posterior. Por su parte, tras la identificación del momento oportuno para la acción, las funciones ejecutivas también pueden desempeñar un papel relevante en la interrupción de la actividad en curso para permitir la realización de la acción.

Estrategias para mejorar la memoria prospectiva

Como hemos visto, la dificultad de las tareas de memoria prospectiva reside principalmente en el hecho de que el recuerdo haya de ser autoiniciado, lo que implica la identificación del momento oportuno para realizar la acción a pesar de encontrarnos realizando otras actividades no relacionadas. La identificación de este momento oportuno puede depender de procesos de monitorización que son demandantes de recursos ejecutivos. Sin embargo, el modelo multiproceso propone otros mecanismos menos demandantes que dependerían de que las claves de recuperación resulten especialmente significativas (procesos de discrepancia más búsqueda) o que están fuertemente relacionadas con la acción a realizar (mecanismo asociativo reflejo). Aplicando estas ideas a nuestra vida diaria, la probabilidad de éxito en tareas de memoria prospectiva podría incrementarse significativamente por el uso de claves de recuperación salientes y asociadas con la acción. Retomando un ejemplo anterior, una buena estrategia si hemos de recordar tomar un medicamento antes de acostarnos sería dejar el bote de las medicinas en el cajón del pijama. Como éste no es el lugar habitual para las medicinas, su visión puede generar una sensación de significatividad que atraiga la atención sobre ellas y desencadene procesos de búsqueda de información en la memoria que terminen con el recuerdo de la acción (mecanismo de discrepancia más búsqueda). El frasco, además, está fuertemente asociado con la acción a realizar, por lo que también es probable que, al

verlo, recordemos de manera espontánea que debemos tomar el medicamento (reflejo asociativo). En otras ocasiones, determinadas estrategias durante la codificación pueden resultar eficaces para conseguir que una clave de recuperación prospectiva que, en principio, no tiene relación con la acción, incremente su capacidad para desencadenar la recuperación de la acción. Por ejemplo, si nos damos cuenta de que el cubo de basura está lleno y decidimos que la bajaremos al contenedor cuando salgamos de casa, podemos imaginarnos durante un instante una enorme bolsa de basura colgando de la puerta de nuestra vivienda. Esta peculiar imagen mental puede ser recuperada espontáneamente en el momento en el que salimos del hogar facilitando que terminemos recordando nuestro propósito de bajar la basura. Por otro lado, hemos de tener en cuenta que los procesos de monitorización pueden estar especialmente presentes en tareas de memoria prospectiva basada en el tiempo, ya que en este tipo de tareas no aparece ningún estímulo clave que pueda desencadenar una recuperación más o menos espontánea de la intención. Esto implica que las tareas basadas en el tiempo pueden verse especialmente perjudicadas por factores que implican una menor disponibilidad de recursos ejecutivos, tal y como se ha demostrado experimentalmente en estudios que han comparado el rendimiento de pacientes con déficit frontal en ambos tipos de tareas prospectivas (Costa, Peppe, Caltagirone y Carlesimo, 2008). Una estrategia recomendable, por lo tanto, consiste en transformar, cuando sea posible, tareas basadas en el tiempo por tareas basadas en los sucesos. Por ejemplo, si debemos tomar un medicamento a una hora determinada, resulta más eficaz conectar la toma del medicamento a una actividad que vayamos a realizar a esa misma hora.

Uso de ayudas externas

Obviamente, una alternativa para evitar tener problemas de memoria prospectiva es el uso de ayudas externas (notas, alarmas, etc.). Las buenas ayudas externas han de tener dos características: ser lo suficientemente informativas y aparecer en el momento oportuno. Una letra equis dibujada en el dorso de la mano es una mala ayuda externa porque no es informativa (cuando la veamos, puede que no recordemos qué es lo que teníamos que hacer) y nada nos garantiza que nos vayamos a fijar en ella justo en el momento en el que necesitamos realizar la acción. Por el contrario, una alarma en el móvil que suene en el momento oportuno y que incluya una descripción de lo que tenemos que hacer cumple las dos condiciones y es una buena ayuda externa.

Referencias

- Brandimonte, M. A., y Passolunghi, M. C. (1994). The effects of cue familiarity, cue distinctiveness and retention interval on prospective remembering. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 47A, 565-587.
- Burgess, P. W., Scott, S. K. y Frith, C. D. (2003). The role of the rostral frontal cortex (area 10) in prospective memory: A lateral vs. medial dissociation. *Neuropsychologia*, 41, 906-918.
- Costa, A., Peppe, A., Caltagirone, C. y Carlesimo, G. A. (2008). Prospective memory impairment in individuals with Parkinson's disease. *Neuropsychology*, 22, 283-292.

- Craik, F. I. M. (1986). A functional account of age differences in memory. In F. Klix y H. Hagendorf (Eds.), *Human memory and cognitive capabilities: Mechanisms and performances* (pp. 409–422). NorthHolland: Elsevier Science Publishers, B.V.
- Einstein, G. O., McDaniel, M.A., Thomas, R., Mayfield, S., Shank, H. y Morrisette, N. (2005). Multiple processes in prospective memory retrieval: Factors determining monitoring versus spontaneous retrieval. *Journal of Experimental Psychology: General*, *1314*, 327–342.
- Einstein, G.O., y McDaniel, M.A. (1990). Normal aging and prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *16*, 717–726.
- Jahanshahi, M., Saleem, T., Ho, A. K., Dirnberger, G. y Fuller, R. (2006). Random number generation as an index of controlled processing. *Neuropsychology*, *20*, 391399.
- Marsh, R. L. y Hicks, J. L. (1998). Eventbased prospective memory and executive control of working memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *24*, 336–349.
- McDaniel, M. A., Glisky, E. L., Rubin, S. R., Guynn, M. J. y Routhieaux, B. C. (1999). Prospective memory: a neuropsychological study. *Neuropsychology*, *13*, 103110.
- McDaniel, M. A., Guynn, M. J., Einstein, G. O. y Breneiser, L. (2004). Cuefocused and reflexiveassociative processes in prospective memory retrieval. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, *30*, 605614.
- McDaniel, M. A., y Einstein, G. O. (2000). Strategic and automatic processes in prospective memory retrieval: A multiprocess framework. *Applied Cognitive Psychology*, *14*, S127S144.
- McFarland, C. P. y Gliskya, E. (2009). Frontal lobe involvement in a task of timebased prospective memory. *Neuropsychologia*, *47*, 16601669.
- Okuda, J., Fujii, T., Ohtake, H., Tsukiura, T., Yamadori, A., Frith, C. D., et al. (2007). Differential involvement of regions of rostral prefrontal (Brodmann area 10) in time and eventbased prospective memory. *International Journal of Psychophysiology*, *64*, 233–246.
- Rendell, P. G. y Thomson, D. M. (1999). Aging and prospective memory: Differences between naturalistic and laboratory tasks. *Journal of Gerontology: Psychological Sciences*, *54A*, P256P269.
- Reynolds, J. R., West, R. y Braver, T. (2009). Distinct neural circuits support transient and sustained processes in prospective memory and working memory. *Cerebral Cortex*, *19*, 12081221.
- Smith, R. E. (2003). The cost of remembering to remember in eventbased prospective memory: Investigating the capacity demands of delayed intention performance. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *29*, 347–361.
- Smith, R. E. y Bayen, U. J. (2005). The effects of working memory resource availability on prospective memory: A formal modeling approach. *Experimental Psychology*, *52*, 243–256.
- Smith, R. E. y Bayen, U. J. (2004). A multinomial model of eventbased prospective memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *30*, 756–777.

- Smith, R. E., Hunt, R. R., McVay, J. C y McConnell, M. D. (2007). The Cost of EventBased Prospective Memory: Salient Target Events. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *33*, 734–746.
- Wilson, B., Cockburn, J. y Baddeley, A.D. (1985). *The Rivermead Behavioural Memory Test*. Reading, UK: Thames Valley Test Co.

9. Memoria semántica y representación del conocimiento

La memoria semántica es el sistema de memoria que nos permite adquirir, conservar y utilizar conocimientos generales acerca del mundo, conocimientos que hemos adquirido a partir de diferentes experiencias concretas, pero que se han abstraído y desvinculado de éstas. Como vimos en el Tema 1, la memoria semántica forma parte, junto con la memoria episódica, de lo que Larry Squire (1992) denominó memoria declarativa, ya que sus contenidos se pueden recuperar de manera explícita y consciente, y comunicar con palabras (se pueden declarar). También es el sistema de memoria que nos permite disponer de lo que podríamos denominar conocimientos enciclopédicos (Martin, 2016), el tipo de conocimiento gracias al cual podemos responder preguntas como cuáles son los planetas del sistema solar, cuáles son los síntomas del coronavirus o en qué consiste la teoría de la evolución.

No obstante, el hecho de que nuestra memoria semántica disponga de conocimientos enciclopédicos susceptibles de ser recuperados explícitamente no quiere decir que la manera habitual de hacer uso de la información contenida en la memoria semántica sea a través de la recuperación explícita; tampoco quiere decir que su principal función sea la de atesorar y poner a nuestra disposición este tipo de conocimientos. En realidad, esto sería más bien excepcional, ya que, en la inmensa mayoría de ocasiones, la recuperación de información de nuestra memoria semántica es implícita, formando parte de los procesos destinados a comprender e interpretar el mundo que nos rodea, a entender lo que está pasando a nuestro alrededor. Y esta es la principal función de la memoria semántica: proporcionar los conocimientos necesarios para interactuar con los objetos del mundo y saber qué son, para comprender el significado de las palabras que leemos u oímos, y para comprender y asimilar nueva información de manera flexible (Reilly, 2016). Para ello, a cada momento recuperamos enormes cantidades de información de la memoria semántica, y lo hacemos de manera automática, sin esfuerzo y sin ser conscientes de ello (Martin, 2016).

Relación entre memoria semántica y memoria episódica

Aunque la distinción entre memoria episódica y memoria semántica resulta necesaria y conveniente (Tulving, 1972), lo cierto es que ambas están estrechamente relacionadas. De hecho, las dos parecen depender del mismo sistema cerebral, al menos en lo que respecta a la adquisición de nuevos contenidos. Esto resulta evidente cuando observamos lo que ocurre a pacientes neurológicos que han desarrollado una amnesia a causa de determinadas lesiones cerebrales (véase el Tema 2). Normalmente, estos pacientes muestran un grave deterioro en su capacidad para recordar acontecimientos recientes, como qué han desayunado por la mañana, pero también muestran grandes dificultades para adquirir nuevos conocimientos generales. El famoso paciente amnésico HM, por ejemplo, no consiguió aprender el significado de muchas palabras surgidas durante su enfermedad (como *astronauta*), y era incapaz de reconocer al presidente de su país a pesar de verlo todos los días durante años en las noticias (Squire y Wixted, 2011).

Que la adquisición de recuerdos episódicos y conocimientos semánticos dependan de los mismos circuitos y estructuras cerebrales resulta congruente con la visión según la cual los conocimientos semánticos se construyen sobre la base de la información obtenida en múltiples experiencias

individuales, aunque esos conocimientos adquiridos estén desvinculados del recuerdo de las experiencias particulares a partir de las cuales se generaron. ¿Qué quiere decir que los conocimientos están desvinculados del recuerdo de los episodios específicos? Que para disponer del conocimiento es irrelevante si recordamos alguno de esos episodios o no. Por ejemplo, mi memoria semántica incluye la información de que Rodrigo Díaz de Vivar conquistó Valencia, pero no recuerdo ningún episodio concreto en el que yo recibiera esa información. También sé lo que es un microondas y, en este caso concreto, se da la circunstancia de que sí recuerdo el episodio concreto en que vi y utilicé uno por primera vez. Sin embargo, ese recuerdo episódico es independiente de mi conocimiento y no es necesario para que yo sepa reconocer y usar un microondas.

La relación entre memoria semántica y episódica se pone también de manifiesto durante la recuperación de recuerdos episódicos. Las personas damos por hecho que nuestros recuerdos, aunque puedan ser más o menos completos, están conformados por la información registrada en su momento, y que ahora recuperamos. Pero la realidad es bien distinta. Cuando evocamos un episodio pasado, nuestros recuerdos son resultado de un proceso de reconstrucción, en el que la información disponible sobre lo acontecido (que siempre será información fragmentaria) se torna completa y coherente sobre la base de nuestros conocimientos previos acerca de lo que es normal que ocurra, sobre nuestros esquemas preexistentes sobre situaciones similares. En algunas ocasiones, esto puede dar lugar a falsos recuerdos, como vimos en el Tema 7.

Plausibilidad biológica

En este tema vamos a estudiar las principales propuestas actuales sobre cómo se organiza y cómo se representa el conocimiento semántico, y sobre cómo nuestro cerebro consigue poner a nuestra disposición el conocimiento necesario para entender qué son esos objetos con los que nos encontramos y qué significan esas palabras que oímos o vemos. En la actualidad, cualquier propuesta sobre el funcionamiento de la memoria semántica tiene que cumplir un requisito fundamental: el PRINCIPIO DE PLAUSIBILIDAD BIOLÓGICA (Reilly, et al., 2016). Esto quiere decir que lo especificado en el modelo ha de ser compatible con lo que sabemos acerca de cómo funciona el cerebro. La aplicación de este criterio, junto con la introducción de estudios de neuroimagen y de datos con pacientes neurológicos, ha conducido a una enorme y productiva revolución en los últimos años. A continuación, repasamos las más importantes de estas nuevas propuestas.

Representación modal distribuida del conocimiento

En la actualidad, resulta ampliamente aceptada la idea de que gran parte de nuestro conocimiento acerca de los objetos del mundo está distribuido por diferentes regiones y circuitos cerebrales (REPRESENTACIÓN DISTRIBUIDA DEL CONOCIMIENTO), y que estas regiones se corresponden (o, al menos, se solapan significativamente) con las regiones y circuitos que, cuando percibimos esos objetos o actuamos sobre ellos, se encargan de procesar información relacionada con las diversas modalidades sensoriales, emocionales y de acción (REPRESENTACIÓN MODAL DEL CONOCIMIENTO). Desde este punto de vista, por lo tanto, nuestro conocimiento sobre los objetos del mundo se encuentra almacenado en nuestros sistemas perceptivos, emocionales y de acción (Martin, 2016). Así, por ejemplo, nuestro conocimiento sobre qué es una manzana (su representación mental en la memoria semántica) incluye un conjunto de pequeñas representaciones mentales, cada una de las cuales

almacena información sobre un aspecto específico del concepto manzana (su forma, su color, su sabor, el ruido que se produce cuando la mordemos, su olor, el sonido de la palabra "manzana", etc.). Cada una de esas pequeñas representaciones mentales está localizada en las regiones y circuitos encargados de procesar cada uno de esos diferentes aspectos. La comprensión del concepto *manzana* implica la activación de esas pequeñas representaciones mentales, reproduciéndose un patrón de actividad cerebral similar al que ocurre cuando realmente estamos percibiendo o interactuando con una manzana (Kiefer y Pulvermüller, 2012).

Parte de las pruebas a favor de esta visión se derivan de estudios de neuroimagen. Son especialmente llamativos los datos obtenidos sobre el procesamiento de palabras que reflejan acciones (por ejemplo, *patada*). Estos estudios han mostrado que, cuando se pide a los participantes que lean palabras de acción, se activan partes de la corteza motora que se corresponde con la parte del cuerpo concretamente implicada en la acción. Por ejemplo, si se presenta la palabra *lametón*, se activan regiones que también se activan con el movimiento de la boca y la lengua; del mismo modo, si se presenta la palabra *patada*, se activan regiones de la corteza motora correspondiente con el movimiento de las piernas (Hauk, Johnsrude y Pulvermüller, 2004). Otros estudios de neuroimagen han mostrado que la presentación de palabras que representan objetos que están muy relacionados con sonidos (por ejemplo, *campana*) activan regiones cerebrales relacionadas con la percepción del sonido, mientras que la presentación de palabras que representan conceptos muy vinculados a olores (por ejemplo, *perfume*) activa regiones relacionadas con el procesamiento de los olores (González, BarrosLoscertales, Pulvermüller, Meseguer, Sanjuán, Belloch y Ávila, 2006). Un dato importante es que esta activación se produce muy rápidamente tras la presentación de las palabras (en 200 ms o menos), lo que se interpreta como una muestra de que esa activación forma parte del proceso mismo de comprensión, y no el resultado de un proceso posterior de recreación mental (del Prado Martín, Hauk y Pulvermüller, 2006; Kiefer y Pulvermüller, 2012).

Representación distribuida y flexibilidad

Una virtud especialmente interesante de un sistema distribuido de representación del conocimiento es que permite una gran flexibilidad (Barsalou, 2003; Binder, 2016; Kiefer y Pulvermüller, 2012). Esta importante característica de la memoria semántica la podríamos resumir de la siguiente manera: cada vez que recuperamos la representación semántica de un determinado concepto estamos recuperando algo diferente porque esa activación será sensible al contexto y a la actividad que estemos realizando en ese momento (Yee y Thompson-Schill, 2016). Por ejemplo, imaginemos que leemos la frase "sediento tras una larga caminata por el monte, me senté a la sombra de un árbol para comerme una jugosa manzana". Durante la activación de la representación semántica de manzana, es posible que haya ciertos elementos relacionados con el sabor o el sonido que hace una manzana cuando la mordemos que alcancen niveles altos de activación, determinando en gran medida lo que nosotros en ese momento estamos entendiendo por manzana. Esto no ocurriría en frases como "perdió el conocimiento cuando le lanzaron a la cabeza una enorme manzana", o "hoy estaban muy caras las manzanas en el mercado", en las que elementos como el sabor no estarían potenciados por el contexto.

Un interesante ejemplo que ilustra la flexibilidad de la activación semántica lo podemos encontrar en un reciente estudio de PRIMING SEMÁNTICO¹ (Yee, Ahmed y ThompsonSchill, 2012) en el que los participantes debían indicar si unas palabras que aparecían en la pantalla de un ordenador (ESTÍMULOS *TARGET*) hacían referencia a un animal o no (TAREA DE DECISIÓN SEMÁNTICA). Para ello, debían pulsar una u otra tecla lo más rápidamente posible, registrándose el tiempo de reacción (Figura 9.1). Antes de la presentación de cada una de estas palabras *target*, se presentaba muy brevemente otra palabra (ESTÍMULO *PRIME*), ante la cual los participantes no debían hacer nada. La manipulación fundamental era si los objetos representados por las palabras *prime* y *target* en cada ensayo eran del mismo color (*césped*, *brócoli*) o no (*cereal*, *brócoli*); la variable dependiente era el tiempo de reacción trascurrido desde la presentación del *target* en cada ensayo hasta la emisión de la respuesta.

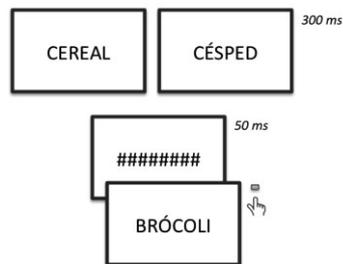


Figura 9.1: Esquema del procedimiento de *priming* semántico en el estudio de Yee et al. (2012). En el ejemplo, la palabra *brócoli* es el estímulo *target* (ante el que el participante debe responder) y *cereal* (o *césped*), el estímulo *prime*.

Los resultados (Figura 9.2) mostraron que, en condiciones normales, los tiempos de reacción no se veían afectados por la coincidencia de color entre *primes* y *targets*; esto es: la respuesta ante palabras como *brócoli* no eran más rápidas cuando el estímulo precedente era *césped* que cuando ese estímulo *prime* era *cereal*. Sin embargo, si unos minutos antes de la tarea, los participantes completaban otra tarea independiente que implicaba prestar atención al color en el que aparecían unos estímulos en la pantalla, los resultados en la posterior tarea de *priming* sí que mostraban un efecto facilitador de la congruencia de color. Este resultado fue interpretado como una muestra de que el mero hecho de orientar la atención de los participantes hacia el color de las cosas, aunque fuera en el contexto de una tarea completamente diferente, afectaba a la importancia de aspectos relacionados con el color en la activación de las representaciones semánticas de los estímulos *prime* y *target*, de tal forma que la coincidencia de color sí facilitaba el procesamiento del *target* y la emisión de respuestas más rápidas.

¹ Es muy importante no confundir el *priming* semántico (descrito en este apartado) con el *priming* de repetición (relacionado con el sistema de representación perceptiva), ya que se trata de efectos bastante diferentes. En el *priming* de repetición, un mismo estímulo aparece en dos ocasiones (de ahí el nombre) y el intervalo entre presentaciones puede ser muy grande (normalmente, horas). En el *priming* semántico, son dos estímulos diferentes los involucrados en el efecto (el *prime* y el *target*), y el intervalo entre la presentación de uno y de otro es muy pequeño (normalmente, unas pocas décimas de segundo).

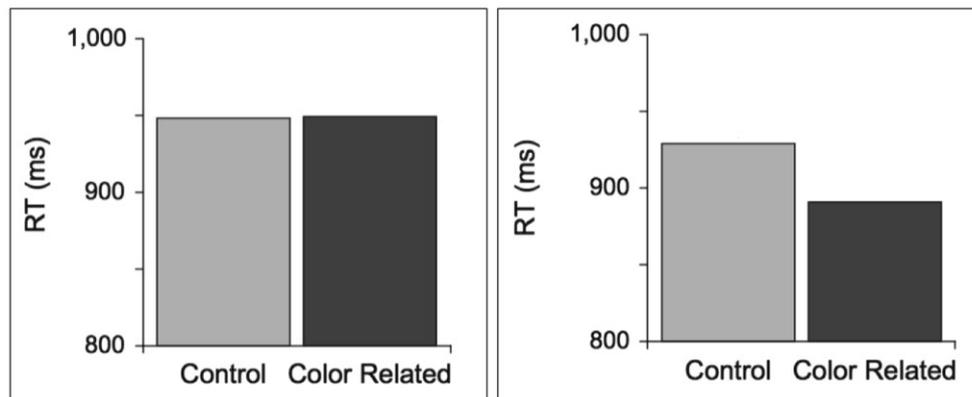


Figura 9.2: Resultados del experimento de priming semántico de Yee et al. (2012) en la situación de control (izq.) y tras la realización de una tarea previa que orientaba la atención de los participantes hacia el color (der.).

Limitaciones de los modelos modales distribuidos

A pesar del atractivo de los modelos modales distribuidos, una visión de la memoria semántica basada exclusivamente en este tipo de representaciones puede no ser del todo plausible. En primer lugar, estos modelos tienen problemas para explicar lo que podríamos denominar propiedades emergentes de los conceptos, esto es, información semántica que trasciende a la mera suma de sus características (Binder, 2016). Estas propiedades emergentes permitirían, por ejemplo, reconocer las similitudes entre objetos que realmente están asociadas a experiencias perceptivas y motoras bastante diferentes (Patterson, Nestor y Rogers, 2007). Por ejemplo, para nosotros las naranjas, los plátanos, las uvas y los limones son similares, a pesar de que su aspecto, su sabor y las acciones que realizamos sobre estos objetos son diferentes (Binder, 2016). Por otro lado, también resulta problemático para estos modelos explicar cómo se representan de manera modal los conceptos abstractos, como los de *método* o *honradez*, que se corresponden con cosas con las que no podemos interactuar y que, por lo tanto, no están conectados a información de naturaleza sensoriomotora. Por último, estos modelos no son capaces de explicar el patrón de déficit semántico observado en pacientes de demencia semántica, los cuales sufren un deterioro semántico multimodal como consecuencia de un daño cerebral relativamente circunscrito a la porción anterior de los lóbulos temporales.

La demencia semántica y el modelo *distributed plus hub*

A pesar de que la visión según la cual el conocimiento se basa en representaciones modales distribuidas esté sostenida por numerosos datos y sea globalmente aceptada en la actualidad, las características de la DEMENCIA SEMÁNTICA parecen sugerir que la memoria semántica no puede basarse exclusivamente en este tipo de representaciones (Patterson et al., 2007). Estos pacientes muestran un déficit semántico general que afecta a todas las categorías de conceptos a pesar de que la lesión cerebral está bastante localizada. Esto no parece compaginarse con los modelos

distribuidos, que predecirían un deterioro significativo de la memoria semántica solo tras un daño cerebral bastante extenso (Reilly, Peelle, Garcia y Crutch, 2016).

El síntoma más evidente de los pacientes con demencia semántica es la ANOMIA: los problemas a la hora de nombrar objetos, personas, etc. La anomia no es consecuencia de un problema a la hora de encontrar la palabra correcta, sino una muestra de que el conocimiento subyacente está deteriorado; por ello, no suele servir de ayuda proporcionar pistas (por ejemplo, la primera sílaba de la palabra) para que el paciente trate de recuperar el nombre. El déficit semántico de estos pacientes resulta evidente independientemente de cómo intentemos evaluar el conocimiento. Por ejemplo, si el paciente tiene problemas con el concepto de *serrucho*, será incapaz de nombrarlo tanto si le presentamos un dibujo como si le damos su definición; tampoco será capaz de explicar cómo se utiliza ni de decir qué objeto está fuera de lugar si le enseñamos una lámina con el dibujo de un serrucho, un martillo y una piña. El deterioro se manifiesta primero para las cosas menos familiares y prototípicas. En la Figura 9.3, por ejemplo, se muestra el rendimiento a lo largo del tiempo de un paciente con demencia semántica en una tarea de nombrado de dibujos (el signo + quiere decir que el paciente nombra correctamente el dibujo). Se puede observar cómo los problemas comienzan con los objetos menos familiares y menos prototípicos de su categoría, como *avestruz* (*ostrich*), o *pavo real* (*peacock*). Progresivamente, se van extendiendo a lo más familiar y prototípico (ojo: los datos pertenecen a un paciente inglés para el que los cisnes son bastante más familiares de lo que son para nosotros.). En la Figura 9.4 se puede ver el resultado de otra tarea en la que se pedía a pacientes con demencia semántica que reprodujeran unos dibujos de animales tras un pequeño intervalo de retención. Se puede ver cómo, en esas reproducciones, desaparecieron algunos elementos (como la joroba del dromedario o las aletas de la foca) y se incluyeron otros (como el rabo de la rana y la foca), lo que se explica por el hecho de que la memoria semántica de estos pacientes había perdido información sobre las características menos frecuentes y familiares de los animales representados, disponiendo solo de un conocimiento esquemático de lo que es un animal estándar (algo con cuatro patas y un rabo).

Item	Sept 1991	Mar 1992	Sept 1992	Mar 1993
Bird	+	+	+	Animal
Chicken	+	+	Bird	Animal
Duck	+	Bird	Bird	Dog
Swan	+	Bird	Bird	Animal
Eagle	Duck	Bird	Bird	Horse
Ostrich	Swan	Bird	Cat	Animal
Peacock	Duck	Bird	Cat	Vehicle
Penguin	Duck	Bird	Cat	Part of animal
Rooster	Chicken	Chicken	Bird	Dog

Figura 9.3: Rendimiento de un paciente con demencia semántica en una tarea de nombrado de dibujos (tomado de Patterson et al., 2007).

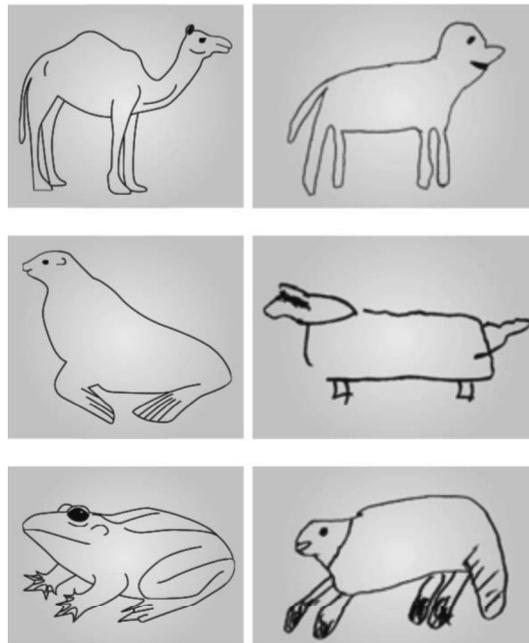


Figura 9.4: Rendimiento de un paciente con demencia semántica en una tarea de reproducción de dibujos (tomado de Patterson et al., 2007).

La demencia semántica es consecuencia de la degeneración de la porción anterior de los lóbulos temporales. Esto ha llevado a Patterson y colaboradores a proponer el *MODELO DISTRIBUTED PLUS HUB*, el cual establece la existencia de un centro o *HUB CONCEPTUAL* localizado en esta región de los lóbulos temporales (Figura 9.5), y que incluiría representaciones amodales (no ligadas a ningún aspecto sensorial o motor concreto).

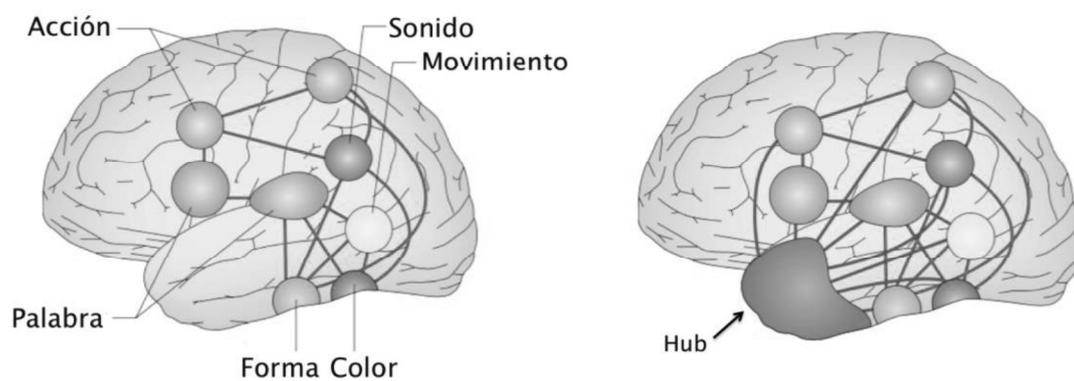


Figura 9.5: A la izquierda, representación de un modelo de memoria semántica basado exclusivamente en representaciones modales distribuidas. A la derecha, el modelo *distributed plus hub* de Patterson, que incluye, además de las representaciones distribuidas, un centro o *hub* conceptual en el polo temporal.

Déficits semánticos específicos de categoría

Otro tipo de paciente neurológico con deterioro de la memoria semántica diferente a la demencia semántica es el que muestra DÉFICITS SEMÁNTICOS ESPECÍFICOS DE CATEGORÍA, esto es: un deterioro desproporcionado para una categoría específica de conceptos (por ejemplo, animales, frutas o herramientas) (Mahon y Caramazza, 2009). Un ejemplo de este tipo de déficit lo podemos encontrar en pacientes con la enfermedad de Alzheimer, que pueden mostrar un déficit acusado para objetos naturales en comparación con objetos manufacturados (Grossman et al., 2013).

Desde las primeras descripciones de este tipo de pacientes en los años 80 por parte de Elizabeth Warrington y colaboradores, se han planteado diversas propuestas para explicar el patrón de déficits observado en ellos. Según una primera familia de explicaciones, cuyo origen sería la TEORÍA FUNCIONAL-SENSORIAL (propuesta inicialmente por Warrington), los déficits específicos de categoría serían consecuencia del deterioro del subsistema semántico que sustenta el conocimiento relativo a las características más importantes para esa categoría. Por ejemplo, un déficit semántico que afecte selectivamente a la categoría frutas podría ser consecuencia del deterioro de los subsistemas semánticos que almacenaran información sobre el color y el sabor, que son atributos centrales para los miembros de esa categoría. Estas características, sin embargo, no serían importantes para otras categorías, como animales o herramientas, lo que explica que no se vean afectadas (este ejemplo se corresponde con una visión avanzada de la teoría funcional sensorial, ya que, en la formulación original de esta teoría, solo se distinguían dos subsistemas semánticos: el subsistema sensorial y el subsistema funcional).

Una observación en contra de esta visión es que, cuando un paciente tiene un déficit específico de una categoría, este déficit se manifiesta para todo tipo de información sobre los conceptos de esa categoría, y no solo para la información relacionada con las características consideradas clave. Por ejemplo, un paciente con un déficit para la categoría frutas tendría dificultades para responder a preguntas como ¿crecen las fresas de los árboles?, aunque esa pregunta no esté relacionada con el color o el sabor.

Una explicación alternativa de los déficits semánticos específicos de categoría es la HIPÓTESIS DE DOMINIO ESPECÍFICO DISTRIBUIDO (Mahon y Caramazza, 2011). Según esta hipótesis, existen distintas redes cerebrales especializadas en diferentes dominios de conocimiento o categorías de objetos. Estas diferentes redes serían el resultado de la evolución filogenética del cerebro, y, por lo tanto, las diferentes categorías de objetos que cuentan con una red especializada son las categorías que tienen especial significado e importancia desde el punto de vista evolutivo. Ese sería el caso de las categorías animales (cosas vivas que se mueven, que pueden ser peligrosas y servir de alimento), frutas y vegetales (cosas vivas que no se mueven y se pueden recolectar y comer), herramientas (cosas que se pueden coger con la mano y que, moviéndolas de una forma específica, permiten realizar algunas tareas) y congéneres (cosas como uno mismo que hay que reconocer y cuyos gestos y actitudes se han de saber interpretar). Esas redes conectan diferentes regiones cerebrales especializadas en trabajar con un determinado tipo de información (sensorial, motora, afectiva o conceptual); el conocimiento, por lo tanto, estaría distribuido. Cada red vendría definida por un patrón de conectividad entre las diferentes regiones especialmente adaptado a una categoría de objetos.

Por ejemplo, en la red para la categoría congéneres y animales, sería especialmente importante la conexión entre las regiones relacionadas con la información afectiva, el movimiento biológico y la información visual sobre la forma. Por su parte, la red para la categoría herramientas destacaría la especial conexión entre las regiones motoras y las regiones relacionadas con la información visual. Desde este punto de vista, cuando una lesión cerebral afecta a un elemento importante dentro de una red especializada en una categoría, todo el conocimiento relacionado con esa categoría puede verse comprometido.

Referencias

- Binder, J. R. (2016). In defense of abstract conceptual representations. *Psychonomic Bulletin and Review*, *23*, 1096-1108.
- del Prado Martín, F. M., Hauk, O. y Pulvermüller, F. (2006). Category specificity in the processing of color-related and form-related words: An ERP study. *Neuroimage*, *29*, 2937.
- González, J., Barros-Loscertales, A., Pulvermüller, F., Meseguer, V., Sanjuán, A., Belloch, V. y Ávila, C. (2006). Reading cinnamon activates olfactory brain regions. *Neuroimage*, *32*, 906-912.
- Grossman, M., Peelle, J. E., Smith, E. E., McMillan, C. T., Cook, P., Powers, J., ... y Camp, E. (2013). Category-specific semantic memory: converging evidence from bold fMRI and Alzheimer's disease. *Neuroimage*, *68*, 263-274.
- Hauk, O., Johnsrude, I. y Pulvermüller, F. (2004). Somatotopic representation of action words in human motor and premotor cortex. *Neuron*, *41*, 301-307.
- Kiefer, M. y Pulvermüller, F. (2012). Conceptual representations in mind and brain: theoretical developments, current evidence and future directions. *Cortex*, *48*, 805-825.
- Mahon, B. Z. y Caramazza, A. (2009). Concepts and categories: A cognitive neuropsychological perspective. *Annual Review of Psychology*, *60*, 27.
- Mahon, B. Z. y Caramazza, A. (2011). What drives the organization of object knowledge in the brain? *Trends in Cognitive Sciences*, *15*, 97-103.
- Martin, A. (2016). GRAPES—Grounding representations in action, perception, and emotion systems: How object properties and categories are represented in the human brain. *Psychonomic Bulletin and Review*, *23*, 979-990.
- Patterson, K., Nestor, P. J. y Rogers, T. T. (2007). Where do you know what you know? The representation of semantic knowledge in the human brain. *Nature Reviews Neuroscience*, *8*, 976-987.
- Pecher, D., Zeelenberg, R. y Raaijmakers, J. G. (1998). Does pizza prime coin? Perceptual priming in lexical decision and pronunciation. *Journal of Memory and Language*, *38*, 401-418.
- Reilly, J., Peelle, J. E., Garcia, A. y Crutch, S. J. (2016). Linking somatic and symbolic representation in semantic memory: the dynamic multilevel reactivation framework. *Psychonomic Bulletin and Review*, *23*, 1002-1014.
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *4*, 232-243.

- Squire, L. R., y Zola-Morgan, J. T. (2011). The cognitive neuroscience of human memory since H.M. *Annual Review of Neuroscience*, 34, 259-288.
- Tulving, E. (1972). *Episodic and semantic memory*. En E. Tulving y W. Donaldson (Eds.), *Organization of Memory* (pp. 381-402). New York: Academic Press.
- Yee, E., Ahmed, S. Z. y Thompson-Schill, S. L. (2012). Colorless green ideas (can) prime furiously. *Psychological Science*, 23, 364-369.
- Yee, E. y Thompson-Schill, S. L. (2016). Putting concepts into context. *Psychonomic Bulletin and Review*, 23, 1015-1027.

10. La memoria no declarativa

Como vimos en el Tema 1, los sistemas de memoria a largo plazo se pueden clasificar en dos categorías: sistemas de memoria declarativa y sistemas de memoria no declarativa (Squire, 1992, 2004). Como sabemos, los sistemas de memoria declarativa se caracterizan porque sus contenidos se pueden recuperar de manera explícita (conscientemente) y se pueden transmitir verbalmente (se pueden declarar); este es el caso de la memoria episódica y la memoria semántica. La información contenida en los sistemas no declarativos, por el contrario, no puede recuperarse conscientemente por mucho que lo intentemos, y su existencia solo puede demostrarse indirectamente a través de la ejecución. Este es el caso de la memoria procedimental y el sistema de representación perceptiva.

Comoquiera que la información contenida en los sistemas no declarativos no puede recuperarse conscientemente, no tiene sentido que tratemos de evaluar estos sistemas mediante medidas directas de memoria, esto es: medidas que implican la recuperación explícita de esa información. En su lugar, debemos emplear las llamadas medidas indirectas de memoria. Como la cuestión de las medidas es importante para comprender los estudios que vamos a describir en este tema, vamos a comenzar tratando este asunto en mayor profundidad. Posteriormente, veremos algunos ejemplos representativos de los diversos estudios que sostienen la diferenciación entre memoria declarativa y no declarativa.

Medidas directas e indirectas de memoria

Como acabamos de mencionar, las MEDIDAS DIRECTAS DE MEMORIA son aquellas en las que pedimos al participante explícitamente que recupere una información de la memoria. Imaginemos, por ejemplo, que presentamos una lista de 30 palabras y, una hora después, aplicamos una de las siguientes tres medidas de memoria:

1. Pedimos a los participantes que traten de recordar, oralmente o por escrito, todas las palabras de la lista en cualquier orden (medida de RECUERDO LIBRE).

2. Presentamos las 30 palabras de la lista entremezcladas con otras palabras no presentadas anteriormente (llamadas DISTRACTORES en este contexto) y pedimos a los participantes que determinen cuáles de las palabras que ahora le presentamos estaban incluidas en la lista inicial (medida de RECONOCIMIENTO).

3. Presentamos una pequeña pista que pueda servir de guía para recordar cada una de las palabras de la lista (por ejemplo, las primeras letras o su categoría semántica) y pedimos que utilicen esas pistas o indicios (denominadas claves de recuperación) para recordar todas las palabras de la lista (medida de RECUERDO CON CLAVES).

Estos tres procedimientos son medidas directas de memoria porque estamos pidiendo a los participantes explícitamente que recuperen una información de su memoria y utilicen conscientemente esta información. El sistema evaluado con estas tres medidas directas sería la memoria episódica.

Como ya hemos comentados, medidas directas de memoria como las que acabamos de ver no pueden ser aplicadas para evaluar los sistemas de memoria no declarativos porque, por definición, los contenidos de estos sistemas no pueden recuperarse conscientemente. Para evaluar los sistemas de memoria no declarativos estamos obligados a emplear medidas indirectas de memoria, en las que pedimos a los participantes que realicen una tarea cuya ejecución depende de la información disponible en la memoria, pero sin pedir explícitamente la recuperación de esa información. Imaginemos de nuevo que presentamos una lista de 30 palabras y, una hora después, pedimos a los participantes que realicen una de las siguientes tareas:

1. Que lean en voz alta lo más rápidamente posible unas palabras (entre las que se encuentran las 30 presentadas anteriormente), las cuales se presentan de una en una en la pantalla de un ordenador.

2. Que traten de identificar unas palabras (entre las que se encuentran las 30 de la lista), las cuales presentamos de una en una durante tiempos de exposición tan breves que casi no se pueden ver.

3. Que completen las 30 sílabas que les presentamos (que son las sílabas por las que comienzan las 30 palabras de la lista) con la primera palabra que se les venga a la cabeza (TAREA DE COMPLECIÓN DE PALABRAS).

En todos estos tres casos estaremos aplicando una medida indirecta que permitirá evaluar la presencia del efecto de *PRIMING DE REPETICIÓN*, el cual depende del sistema de representación perceptiva. En las tareas 1 y 2, este efecto se manifestaría, respectivamente, por una mayor rapidez en la lectura (un menor tiempo de reacción) y una mayor proporción de identificaciones correctas para las palabras que habían aparecido anteriormente en comparación con las palabras nuevas. En la tarea 3, el efecto de *priming* de repetición se pondría de manifiesto por la tendencia a utilizar palabras de la lista inicial durante la compleción. Lógicamente, con las tres medidas deberíamos utilizar procedimientos de control experimental que permitan confiar en que el efecto se debe al hecho de que las palabras para las que se encuentra un mejor rendimiento se han presentado anteriormente, y no a que esas palabras tengan características especiales. En las tareas 1 y 2, un procedimiento de control podría ser elaborar dos listas de palabras (lista A y lista B) procurando que las palabras de una y otra lista sean equivalentes en algunas dimensiones importantes (por ejemplo, longitud, número de sílabas, familiaridad, frecuencia, etc.). En la primera fase del experimento, presentaríamos la lista A al grupo 1 y la lista B al grupo 2. Posteriormente, en la fase de medida, las palabras de ambas listas se presentarían a todos los participantes. Si el experimento sale bien, deberíamos encontrar menores tiempos de lectura y mayor proporción de identificaciones correctas para las palabras de la lista A en comparación con las de la lista B en el grupo 1, y mejor rendimiento para las palabras de la lista B en comparación con las de la lista A en el grupo 2 (véase la Tabla 10.1). Al haber contrabalanceado la asignación de las palabras a las dos condiciones (con presentación previa, sin presentación previa), el mejor rendimiento con palabras presentadas previamente no puede atribuirse a características peculiares de las palabras.

Tabla 10.1: Esquema de un posible procedimiento de control en un experimento de *priming* de repetición.

Participantes	Fase de codificación	Fase de medida	<i>Priming</i> de repetición
Grupo 1	Palabras de la lista A	Palabras de las listas A y B	Mejor rendimiento con palabras de la lista A en comparación con las de la lista B
Grupo 2	Palabras de la lista B	Palabras de las listas A y B	Mejor rendimiento con palabras de la lista B en comparación con las de la lista A

En relación con la tercera tarea (la de compleción de palabras), el procedimiento de control podría consistir, simplemente, en pedir a un grupo de control al que no se le ha presentado la lista anteriormente que complete las sílabas con la primera palabra que se les venga a la cabeza. Luego, deberíamos comprobar que, durante la compleción, las personas a las que sí se les presentó la lista tienden a utilizar las palabras de esa lista en mayor proporción que el grupo control.

Memoria procedimental

Como ya sabemos, la memoria procedimental es el sistema de memoria que permite adquirir y poner en marcha habilidades que solo se pueden adquirir mediante la práctica y que no pueden comunicarse con palabras (podemos comunicar conocimientos semánticos sobre la habilidad, pero no podemos transmitir el conocimiento que realmente subyace a la habilidad misma).

En el laboratorio, la memoria procedimental se ha investigado con diferentes tareas. En la TAREA DE ESCRITURA EN ESPEJO, por ejemplo, se evalúa la capacidad para adquirir una habilidad sensoriomotora. En su versión clásica, se proporciona el contorno de una estrella y el participante debe tratar de dibujarla sin salirse de los contornos, siempre mirando su reflejo en un espejo (Figura 10.1, panel de la izquierda). Se cuenta un error cada vez que se toca uno de los contornos. La adquisición normal se pone de manifiesto por el descenso en el número de errores con la práctica.

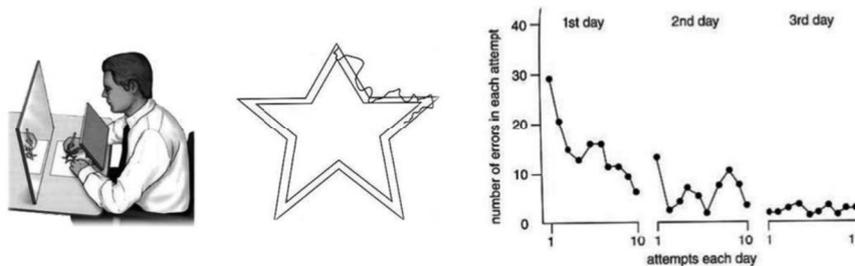


Figura 10.1: Tarea de escritura en espejo y resultados obtenidos por el paciente amnésico HM (Milner, 1962).

En la Figura 10.1 (derecha), se representan los resultados obtenidos en la tarea de escritura en espejo por el paciente amnésico HM (Milner, 1962). El entrenamiento constaba de 30 ensayos distribuidos en tres días (10 ensayos por día). Los resultados mostraron una clara reducción del número de errores a lo largo de los ensayos, a pesar de que HM no era capaz de recordar que había realizado la tarea previamente. En su momento, este resultado fue sorprendente y permitió demostrar que la memoria procedimental no depende de los mismos sistemas cerebrales que subyacen a lo que hoy conocemos como memoria declarativa. Este patrón de resultados constituye una disociación neuropsicológica entre memoria declarativa y no declarativa.

En la TAREA DE LECTURA EN ESPEJO, por su parte, se evalúa la capacidad del participante para adquirir la habilidad de leer palabras presentadas como si estuvieran reflejadas en un espejo (Figura 10.2). La variable dependiente suele ser el tiempo de reacción (TR), esto es: el tiempo que pasa desde que se presenta la palabra hasta que el participante la nombra. Una adquisición normal de la habilidad se pone de manifiesto por la reducción progresiva de los TR con la práctica.

livòmotus
olliliscod
manulactura
esleupea

Figura 10.2: Ejemplo del tipo de estímulos empleado en la tarea de lectura en espejo.

Hay que tener en cuenta que, con esta tarea, la memoria procedimental solo se puede evaluar adecuadamente si los estímulos se van renovando ensayo a ensayo. Si se repite alguno de los estímulos presentados en ensayos previos, parte de la reducción del TR puede ser consecuencia de la memoria episódica o del priming de repetición. Esto es lo que ocurre en el experimento cuyos resultados se representan en la Figura 10.3. En esta gráfica, se representa el rendimiento en la tarea de lectura en espejo de unos pacientes amnésicos en comparación con un grupo control (Cohen y Squire, 1980). La parte de la izquierda muestra las medias de los TR con estímulos nuevos, no presentados en ensayos previos. Los resultados muestran claramente que los pacientes amnésicos desarrollan la habilidad al mismo nivel que los controles sanos a pesar de su déficit de memoria. La parte de la derecha, se representa el rendimiento cuando se presentaban estímulos que ya habían aparecido en ensayos previos. En este caso, se observa una diferencia entre el grupo control y el de amnésicos, la cual puede ser explicada por el hecho de que los controles sí han podido beneficiarse de su memoria episódica en este caso. Además, los tiempos de lectura son globalmente menores para los dos grupos cuando los estímulos son repetidos, lo que podría atribuirse al priming de repetición (el priming podría reducir el tiempo de lectura tanto para los amnésicos como para los controles sanos).

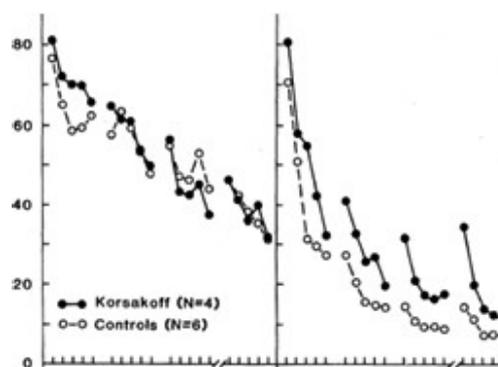


Figura 10.3: Resultados del experimento de Cohen y Squire (1980).

Una tarea de memoria procedimental de naturaleza algo diferente es la del aprendizaje de categorías. En cada ensayo de esta tarea, se presenta un determinado estímulo (o conjunto de estímulos) y los participantes han de clasificar ese estímulo eligiendo entre dos respuestas posibles, proporcionándose, acto seguido, retroalimentación acerca de si la respuesta fue correcta o incorrecta. Los participantes deben aprender a dar una u otra respuesta en función de las características de la información presentada, pero han de hacerlo con la práctica, ya que no se informa explícitamente de cuáles son las reglas que determinan qué respuesta ha de darse en cada caso. Además, esas reglas son complejas, son difíciles de describir verbalmente e implican considerar e integrar diferentes tipos de información contenida en los estímulos. Eso hace muy difícil descubrir la regla conscientemente (si la regla es sencilla y fácil de describir verbalmente, el aprendizaje de la tarea de categorización dependería de la denominada memoria de trabajo en vez de la memoria procedimental; trataremos la memoria de trabajo en el próximo tema).

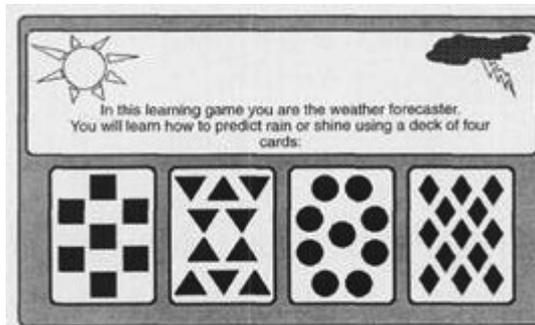


Figura 10.4: Tarea de aprendizaje probabilístico de Knowlton et al. (1996).

En un estudio con diferentes tipos de pacientes (Knowlton, Mangels y Squire, 1996), los participantes realizaron una tarea de aprendizaje de categorías consistente en pronosticar el tiempo meteorológico (soleado o lluvioso) a partir de cuatro cartas proporcionadas al principio de cada ensayo (véase la Figura 10.4). Las reglas que determinaban la respuesta correcta en función de las cartas presentadas eran complejas y probabilísticas, de manera que las respuestas no pudieran basarse en el recuerdo de los resultados de ensayos previos ni en el descubrimiento consciente de las reglas. Tras la realización de esta tarea, se midió el recuerdo explícito acerca de lo ocurrido durante la fase de aprendizaje (disposición de los estímulos en la pantalla, etc.). En el estudio, participaron tres grupos de pacientes: doce pacientes amnésicos (con amnesia tanto hipocampal como diencefálica -sobre los diferentes tipos de amnesia, véase el Tema 2); veinte pacientes con enfermedad de Parkinson, la cual causa daño cerebral en la sustancia negra y el neostriado (ganglios basales); y veinte controles sanos de edad y nivel educativo similares a los pacientes de los dos grupos anteriores. Los resultados del estudio, resumidos en la Figura 10.5, mostraron una DOBLE DISOCIACIÓN NEUROPSICOLÓGICA, esto es: un patrón opuesto de capacidades conservadas y deterioradas en función de cuál de dos áreas cerebrales se encuentre dañada. En este caso concreto, la doble disociación se manifestó porque las lesiones subyacentes a la amnesia mermaron el recuerdo explícito, pero no la adquisición de la habilidad, mientras que las lesiones subyacentes a la enfermedad de Parkinson mermaron la adquisición de la habilidad, pero no el recuerdo explícito.

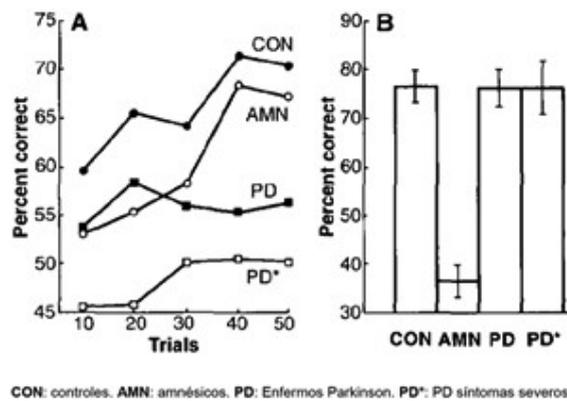


Figura 10.5: Resultados en la tarea de aprendizaje de categorías (panel de la izquierda) y en la prueba de recuerdo explícito (panel de la derecha)

Sistema de representación perceptiva

Como sabemos, el sistema de representación perceptiva se pone de manifiesto por la facilitación en la identificación o procesamiento perceptivo de un estímulo como consecuencia de la exposición previa a ese estímulo e independientemente del recuerdo explícito de esa exposición. Este efecto facilitador se denomina *priming* de repetición.

El efecto de priming de repetición se puede encontrar, por ejemplo, en tareas de identificación de imágenes degradadas. En esta tarea, se presenta una serie de dibujos en diferentes niveles de degradación, empezando por las imágenes más degradadas (Figura 10.6, panel izquierdo). La tarea de los participantes consiste en tratar de identificar el objeto representado tras la presentación de cada dibujo. Transcurrido cierto tiempo desde la primera presentación, se repite el mismo procedimiento. En esta segunda presentación, el efecto de priming de repetición aparece cuando, en comparación con lo ocurrido en la primera presentación, los participantes son capaces de identificar los objetos cuando estos se presentan con mayores niveles de degradación.

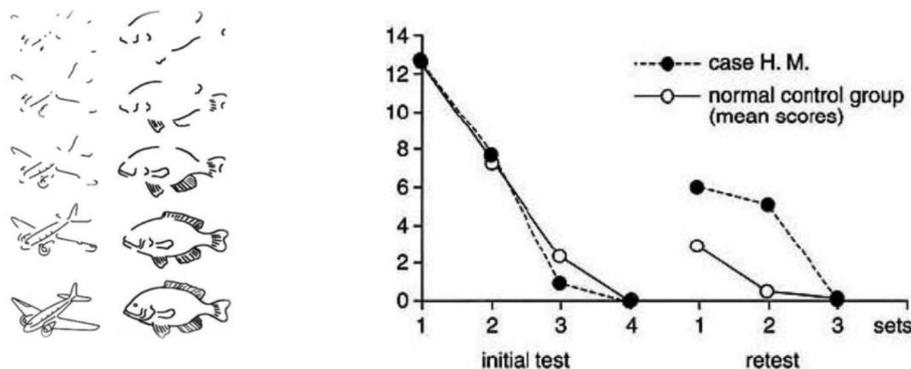


Figura 10.6: A la izquierda, ejemplo de estímulos utilizados en una tarea de identificación de imágenes degradadas. A la derecha, resultados obtenidos con el paciente amnésico HM en esta tarea en comparación con un grupo control.

En la Figura 10.6 (panel de la derecha), se representan los resultados obtenidos por el paciente amnésico HM en la tarea de identificación de imágenes degradadas (Milner, Corkin y Teuber, 1968). El eje de ordenadas representa el número de imágenes que no pudieron ser correctamente identificadas de un total de 20. Los valores del eje de abscisas representan los posibles niveles de degradación de los dibujos, siendo 1 el mayor nivel de degradación posible. Si comparamos el número de fallos en la identificación cometidos por HM durante la primera presentación (*inicial test*) con lo ocurrido durante la segunda presentación (*retest*) se puede observar que, a pesar de su incapacidad para adquirir nuevos contenidos declarativos, HM mostró evidentes efectos de *priming* de repetición (esto es, una mayor capacidad para identificar las imágenes con mayores niveles de degradación). Cuando comparamos los resultados de HM con los obtenidos por un grupo control de personas sanas, se advierte que este grupo control mostró un mejor rendimiento en el *retest*. Esta diferencia entre HM y el grupo control puede ser atribuida al hecho de que, además del sistema de representación perceptiva, los controles pudieron hacer uso de su memoria episódica durante la segunda presentación de las imágenes.

Una tarea muy similar es la de identificación de palabras degradadas, en la que, como estímulos experimentales, se utilizan palabras degradadas como la representada en la Figura 10.7 (panel de la izquierda). En el panel de la derecha de esta misma figura, se representa el resultado de un experimento con cuatro pacientes amnésicos y un grupo control en un experimento con este tipo de estímulos. A los participantes se les presentaron las palabras sin degradar en una primera fase. Tras un intervalo de un minuto, se aplicaron dos posibles medidas: una de recuerdo libre (medida directa de memoria episódica) y otra de identificación de palabras degradadas (medida indirecta de *priming* de repetición). Los pacientes amnésicos mostraron un recuerdo libre sensiblemente deteriorado en comparación con el grupo control a pesar de que el intervalo entre la presentación de las palabras y el recuerdo fue solo de un minuto. Sin embargo, amnésicos y controles obtuvieron el mismo resultado en la tarea de identificación.

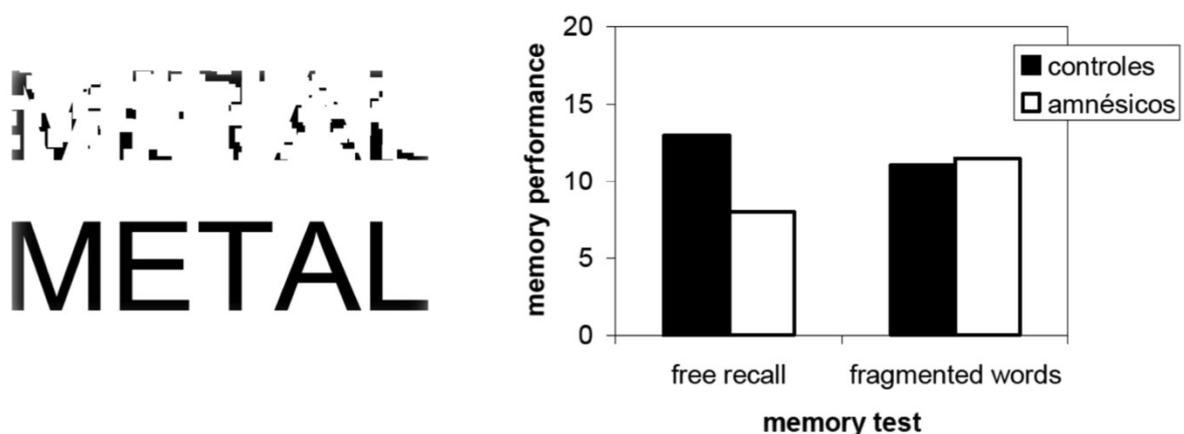


Figura 10.7: A la izquierda, ejemplo de estímulos utilizados en una tarea de identificación de palabras degradadas. A la derecha, resultados obtenidos por un grupo de pacientes amnésicos y un grupo de control en una medida posterior de recuerdo libre y de identificación de palabras degradadas.

Otra tarea muy utilizada para estudiar el *priming* de repetición es la tarea de compleción de palabras que vimos anteriormente (página 102). En la primera fase, se presenta a los participantes una lista de palabras. Tiempo después, se presenta las primeras letras de cada una de estas palabras y se pide a los participantes que las completen con la primera palabra que les venga a la cabeza. El efecto de *priming* de repetición se materializa en la tendencia a usar, durante esta fase de compleción, las palabras presentadas inicialmente. Obsérvese que, si se pidiera a los participantes que completaran las raíces presentadas con las palabras de la lista en vez de con la primera palabra que se les ocurriera, la tarea dejaría de ser una medida indirecta de memoria para convertirse en una medida directa de memoria episódica.

Referencias

- Cohen, N. J. y Squire, L. R. (1980). Preserved learning and retention of pattern-analyzing skill in amnesia: Dissociation of knowing how and knowing that. *Science*, 210, 207-210.
- Knowlton, B. J., Mangels, J. A. y Squire, L. R. (1996). A neostriatal habit learning system in humans. *Science*, 273, 1399-1402.
- Milner, B. (1962). *Les troubles de la mémoire accompagnant des lésions hippocampiques bilatérales*. En P. Passouant (Ed.), *Physiologie de l'hippocampe* (pp. 257-272). Paris: Editions du Centre National de la Recherche Scientifique.
- Milner, B., Corkin, S., y Teuber, H. L. (1968). Further analysis of the hippocampal amnesic syndrome: 14-year follow-up study of HM. *Neuropsychologia*, 6, 215-234.
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: Multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 232-243.
- Squire, L. R. (1992). Declarative and Nondeclarative Memory: Multiple Brain Systems Supporting Learning and Memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 232-243.
- Squire, L. R. (2004). Memory Systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171-177.
- Squire, L. R. (2004). Memory Systems of the brain: A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82, 171-177.
- Squire, L. R., y Zola-Morgan, J. T. (2011). The cognitive neuroscience of human memory since H. M. *Annual Review of Neuroscience*, 34, 259-288.
- Tulving, E. y Schacter, D. L. (1990). Priming and human memory systems. *Science*, 247, 301-306.

11. Memoria de trabajo

La MEMORIA DE TRABAJO (*WORKING MEMORY, WM*) es el sistema cognitivo que nos proporciona la capacidad de mantener un pequeño conjunto de representaciones mentales en un estado de máxima accesibilidad para ser empleadas en la tarea mental en curso (Oberauer, 2009). En algunas ocasiones, la memoria de trabajo participa en situaciones sencillas en las que, prácticamente, solo se requiere el mantenimiento de información. Tradicionalmente, la expresión de la memoria de trabajo en estas tareas sencillas se denomina MEMORIA A CORTO PLAZO (MCP). En otras situaciones, sin embargo, la memoria de trabajo participa en tareas complejas que, además del mantenimiento de un pequeño número de representaciones, requieren manipular estas representaciones, realizar otras tareas de procesamiento concurrentes, lidiar con información interfiriente y/o actualizar los contenidos de la memoria de trabajo durante el intervalo de retención. La principal diferencia entre las tareas simples de MCP y las más complejas de memoria de trabajo es que las últimas dependen en mayor medida de la participación de mecanismos de control atencional relacionados con las funciones ejecutivas, los cuales son necesarios para alternar eficazmente entre actividades de mantenimiento y de procesamiento, inhibir activamente contenidos para liberar a la memoria de trabajo de información que no es relevante, etc. Es por esto que las tareas de memoria de trabajo se utilizan con mucha frecuencia para evaluar las funciones ejecutivas. En este tema, utilizaremos el término memoria de trabajo para hacer referencia al sistema implicado en tareas más complejas.

En ocasiones, resulta relativamente sencillo transformar una tarea de MCP en una tarea de memoria de trabajo a través de las instrucciones que damos a nuestros participantes. Imaginemos que presentamos conjuntos de letras y números (por ejemplo, G49M2P) y pedimos el recuerdo serial inmediato, esto es: la reproducción de los números y letras en el mismo orden (recuerdo serial) y justo tras su presentación (recuerdo inmediato). En este caso, estaríamos ante una tarea típica de MCP. Imaginemos ahora que lo que pedimos a nuestros participantes es que nos digan los números y las letras ordenados numéricamente y alfabéticamente (por ejemplo, si presentamos G49M2P, la respuesta correcta sería 249GMP). En este caso, la tarea exige el mantenimiento de la misma información que antes (tres letras y tres números), pero también requiere que se pongan en marcha diferentes procesos mentales orientados a ordenar los números y las letras, y todo eso a la vez que se trata de evitar que el resto de la información se pierda (mientras nuestra atención se focaliza en las letras para ordenarlas, debemos evitar olvidarnos de los números y viceversa). En esta segunda situación, estaríamos ante una tarea de memoria de trabajo porque no implica el mero mantenimiento de la información, sino también su manipulación.

Relación de la memoria de trabajo con otras capacidades cognitivas

La memoria de trabajo ha suscitado y sigue suscitando un enorme interés entre investigadores de áreas muy diversas. La principal razón de este interés es que este tipo de mantenimiento de información a corto plazo resulta clave para múltiples actividades cognitivas complejas que consideramos especialmente importantes. Pensemos, por ejemplo, en actividades como comprender una idea compleja que acabamos de leer en un libro, planificar cómo vamos a realizar una serie de tareas para poder completarlas todas rápida y eficientemente, determinar la mejor manera de

redistribuir los muebles de nuestra habitación para hacerle sitio a un nuevo escritorio, encontrar la forma de abordar un problema complejo o realizar mentalmente una pequeña operación aritmética. En todas estas situaciones necesitamos trabajar sobre unos determinados contenidos mentales y la probabilidad de que tengamos éxito dependerá en gran medida de que seamos capaces de mantener accesibles todos los contenidos relevantes hasta la finalización de la tarea. Por otro lado, la memoria de trabajo depende en gran medida de mecanismos de control cognitivo (o control ejecutivo) necesarios para orientar y mantener la atención de forma que se focalice en el objetivo de la tarea y, consecuentemente, en la información relevante y las operaciones necesarias para su consecución. Estos mismos mecanismos de control pueden jugar un papel fundamental en una amplia variedad de tareas cognitivas que no requieren mantenimiento de información a corto plazo, y que, por lo tanto, no son tareas de memoria de trabajo. Como consecuencia de todo lo anterior, ya sea directamente (porque la tarea depende en parte de la memoria de trabajo) o indirectamente (porque la tarea depende en parte de los mismos mecanismos de control cognitivo implicados en las tareas de memoria de trabajo), numerosos estudios han mostrado que el rendimiento de las personas en pruebas de memoria de trabajo está relacionado con su desempeño en multitud de tareas diversas, como tareas de comprensión lectora, resolución de problemas, razonamiento, cálculo mental o test de inteligencia general fluida (Cain, Oakhill y Bryant, 2004; Conway, Kane y Engle, 2003; Daneman y Carpenter, 1980; Gignac, 2014; Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O. y Sander, N., 2007).

Evaluación de la memoria de trabajo

Para evaluar la memoria de trabajo, debemos emplear tareas que incluyan el mantenimiento a corto plazo de pequeñas cantidades de información en combinación con alguna otra actividad de procesamiento. Esa actividad adicional de procesamiento puede ser de tres tipos. En primer lugar, puede implicar la manipulación de la información que se mantiene en la memoria de trabajo; es el caso del ejemplo que hemos visto antes, en el que había que recordar una serie de números y letras ordenando las letras por orden alfabético y los números de menor a mayor. Una segunda posibilidad implica simultaneizar la presentación de la información que hay que mantener en la memoria de trabajo con otra actividad diferente que, además de requerir atención, supone la presentación de información que puede interferir con los contenidos que se deben mantener en la memoria. Esto es lo que se hace en las TAREAS COMPLEJAS DE AMPLITUD (*COMPLEX SPAN TASKS*). En una tarea de este tipo, denominada *SYMMETRY SPAN TASK* (Figura 11.1), los participantes deben recordar, por orden, la posición de unos cuadraditos de color rojo que se presentan, de uno en uno, dentro de las casillas de una cuadrícula. Además, durante la presentación de los cuadraditos, los participantes deben indicar si unas imágenes que se presentan entre cuadradito y cuadradito son simétricas o no. Es esta tarea de simetría la que hace que la tarea sea de memoria de trabajo (en su ausencia, se trataría meramente de una tarea de memoria visoespacial a corto plazo). A lo largo de la tarea, se presentan series de diferente longitud (por ejemplo, de entre tres y siete cuadraditos rojos). Al final, se cuenta el número de secuencias correctamente recordadas, obteniendo una puntuación que representa la capacidad de memoria de trabajo de la persona (Conway, Kane, Bunting, Hambrick, Wilhelm, Engle, 2005).

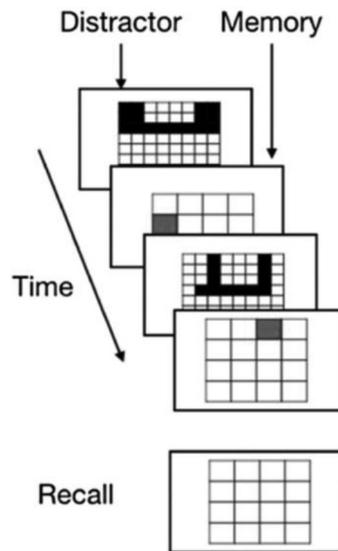


Figura 11.1: Ejemplo de un ensayo en la *symmetry span task*. Durante la fase de presentación, los participantes deben prestar atención a la localización de los cuadraditos rojos y hacer juicios de simetría sobre las imágenes que aparecen entre cuadradito y cuadradito. Al final, deben recordar, por orden, la posición en la que aparecieron los cuadraditos.

En la tarea que acabamos de ver se evalúa la MEMORIA DE TRABAJO VISOESPACIAL, ya que lo que hay que recordar es la localización de cuadraditos rojos dentro de una cuadrícula. Un ejemplo de una tarea de este tipo empleada para evaluar la MEMORIA DE TRABAJO VERBAL es la denominada *READING SPAN TASK*, en la que se pide a los participantes que recuerden (en orden) secuencias de letras, las cuales se presentan entremezcladas con frases que deben leer (la lectura de las frases sería la tarea adicional). En ocasiones, los participantes no solo deben leer las frases, sino que también deben decir si la frase tiene sentido o no (Figura 11.2).

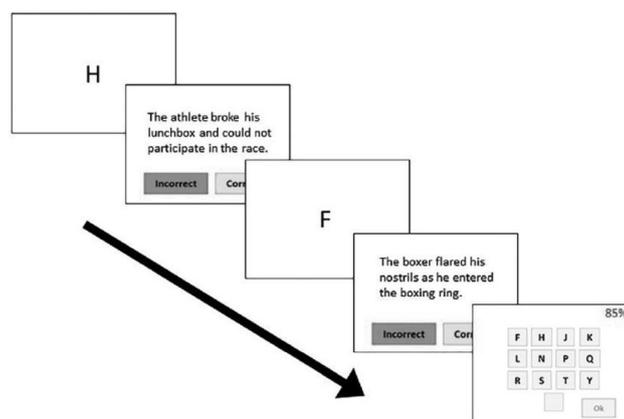


Figura 11.2: Ejemplo de un ensayo en la *reading span task*. Durante la fase de presentación, se presentan series de letras que los participantes deben recordar por orden al final. Como tarea adicional, los participantes deben leer frases (en el ejemplo representado aquí, también deben evaluar si esas frases tienen sentido o no).

El tercer tipo de tarea adicional es el que encontramos en tareas de ACTUALIZACIÓN DE LA MEMORIA DE TRABAJO. En estas tareas, como en todas las tareas de memoria de trabajo, los participantes deben mantener una pequeña cantidad de información; la diferencia está en que esta información va cambiando a lo largo de cada ensayo, de forma que, antes del recuerdo, parte de la información (que, inicialmente, era importante) debe descartarse a la vez que se incorporan nuevos contenidos. Por ejemplo, en una tarea denominada *KEEP-TRACK TASK* (Morris y Jones, 1990; Miyake et al., 2000; Yntema, 1963), se presentan palabras o dibujos de diferentes categorías y los participantes deben recordar el último ítem presentado de cada categoría (en realidad, no tiene por qué ser solo el último; pueden ser los dos o los tres últimos de cada categoría, si queremos hacer la tarea más difícil). Por ejemplo, imaginemos que presentamos la siguiente lista de palabras a un ritmo de una cada dos segundos: *silla, manzana, pera, destornillador, naranja, cama, mesilla, serrucho, cereza, martillo, butaca*. Antes de presentar la lista, informamos a los participantes de que, justo tras la presentación, deben decirnos el último mueble, la última fruta y la última herramienta de la lista. Para poder realizar la tarea, los participantes deben mantener tres palabras en su memoria de trabajo (una por categoría) a la vez que van procesando cada una de las nuevas palabras presentadas para determinar su categoría, eliminar de su memoria de trabajo la palabra de esa categoría mantenida hasta ese momento (que ha dejado de ser relevante) e incorporar la nueva. Otra tarea de este tipo, denominada *MEMORY UPDATING TASK* (Salthouse, Babcock y Shaw, 1991), consiste en ir aplicando una serie de operaciones (habitualmente, operaciones matemáticas sencillas) sobre los elementos conservados en la memoria de trabajo, los cuales deben ser sustituidos por el resultado de cada operación (Figura 11.3). De nuevo, los participantes deben ir actualizando la información que mantienen en su memoria de trabajo eliminando contenidos que han dejado de ser relevantes y sustituyéndolos por otros.

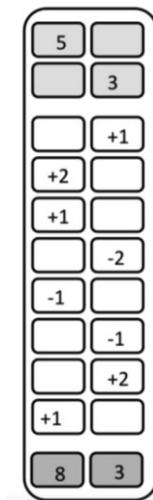


Figura 11.3: Ejemplo de un ensayo en la *memory updating task*. Los participantes deben mantener inicialmente en su memoria de trabajo dos números (el 5 y el 3) asociados a dos casillas (izquierda y derecha). Con cada presentación, deben actualizar el contenido de su memoria de trabajo en función de la operación matemática presentada y de la casilla en la que aparece esa operación.

Entrenamiento de la memoria de trabajo

En los últimos años, numerosos estudios han investigado la posibilidad de que los programas de entrenamiento de la memoria de trabajo puedan ser efectivos para mejorar ciertas habilidades cognitivas y el rendimiento académico. También se ha estudiado la utilidad de este tipo de entrenamiento como tratamiento de algunos trastornos, sobre todo, del trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH).

A la hora de analizar los posibles efectos de este entrenamiento, es muy importante diferenciar entre los efectos de transferencia cercana y los de transferencia lejana. Se dice que un entrenamiento ha tenido EFECTOS DE TRANSFERENCIA CERCANA (*NEAR-TRANSFER EFFECTS*) cuando, tras el entrenamiento, se observa una mejora en el rendimiento de tareas que, aunque no sean exactamente las mismas que se han entrenado, sí pertenecen al mismo dominio. En nuestro caso, esto es lo que ocurriría si empleamos unas determinadas tareas de memoria de trabajo para las sesiones de entrenamiento y observamos una mejora en el rendimiento en otras tareas diferentes, pero que también evalúan la memoria de trabajo. Por su parte, hablamos de EFECTOS DE TRANSFERENCIA LEJANA (*FAR-TRANSFER EFFECTS*) cuando se encuentra una mejora en tareas que pertenecen a un dominio diferente al de las empleadas durante el entrenamiento. En el caso de los programas de entrenamiento de la memoria de trabajo, es lo que ocurriría, por ejemplo, si se observa un efecto beneficioso en test de inteligencia o en el rendimiento académico. Por otra parte, hay algunas cuestiones metodológicas que hay que tener muy en cuenta en este tipo de estudios. En concreto, para la adecuada interpretación de los resultados, es importante que disponer de un grupo de control adecuado, algo de lo que, desafortunadamente, no ocurre en muchos estudios. En concreto, se considera necesario contar con un GRUPO DE CONTROL ACTIVO, esto es, un grupo que realiza alguna actividad alternativa durante el mismo tiempo en el que el grupo experimental está realizando las sesiones de entrenamiento.

En cuanto a los resultados de estos estudios, podemos decir que, en general, parece claro que los programas de entrenamiento de la memoria de trabajo pueden resultar en efectos de transferencia cercana (mejora en el rendimiento en tareas de memoria de trabajo no entrenadas). Con respecto a la transferencia lejana, algunos estudios han mostrado mejora en la inteligencia general fluida (Jaeggi, Buschkuhl, Jonidas y Perrig, 2008), reducción de los síntomas del TDAH (Beck, Hanson, Puffenberger, Benninger y Benniger, 2010; Klingberg, Forssberg y Westerberg, 2002), mejora en el control de impulsos (Houben, Wiers y Jansen, 2011) y en el rendimiento académico (Sánchez-Pérez et al., 2019), entre otros efectos. Sin embargo, la cuestión de si el entrenamiento de la memoria de trabajo produce efectos de transferencia lejana es un asunto muy controvertido y la postura mayoritaria hoy en día es estos efectos son, en todo caso, muy pequeños y limitados (Pappa, Biswas, Flegal, Evans y Baylan, 2020; Sala y Gobet, 2017; Schwaighofer, Fischer y Böhner, 2015).

Sustrato representacional de la memoria de trabajo

Vamos a terminar este tema tratando la cuestión de lo que podríamos denominar sustrato representacional de la memoria de trabajo, y si este es o no diferente al de la memoria a largo plazo (MLP). Por sustrato representacional nos referimos al soporte de las representaciones mentales/neuronales que contienen la información almacenada en la memoria. Por ejemplo, imaginemos

que participamos en una tarea de recuerdo serial inmediato de listas de dígitos y que, en un ensayo, nos presentan auditivamente una lista de cinco números. Obviamente, es imposible retener el contenido que nos han presentado en su formato original (una serie de ondas propagadas por el aire). Lo que mantenemos en nuestra memoria es un conjunto de representaciones que se corresponden a cada uno de esos números (que representan mentalmente esos números). Pues bien, de una manera un poco tosca pero clarificadora, la cuestión del sustrato representacional podría resumirse en la pregunta: ¿dónde están esas representaciones?

Tradicionalmente, se ha considerado que la memoria de trabajo y la MLP difieren en cuanto a su sustrato representacional porque el mantenimiento de información depende de diferentes almacenes de memoria. Según esta visión, memoria de trabajo y MLP funcionarían de manera similar a como lo hace la memoria de un ordenador, en el que una gran cantidad de información se almacenada en el disco duro (equivalente a la MLP) mientras que una pequeña cantidad de información, aquella que es importante para las operaciones que se están llevando a cabo en este preciso momento, se mantiene en la memoria RAM (equivalente a la memoria de trabajo)¹. Cuando hacemos doble clic en uno de nuestros archivos, la información pertinente es leída del disco duro (un proceso que tarda un poco de tiempo) y se crea una copia en la memoria RAM (a cuya información podemos acceder muy rápidamente). Cuando el contenido del archivo está en la memoria RAM podemos trabajar sobre él; mientras lo hacemos, de vez en cuando le damos al botón guardar para que el contenido actual de nuestro archivo se transfiera al disco duro. Si antes de hacerlo hay un apagón eléctrico, los cambios introducidos se perderán, de la misma forma en que, si nos ponemos a pensar en otra cosa durante un rato, la información que previamente estaba contenida en nuestra memoria de trabajo será irrecuperable si no la hemos transferido a la MLP.

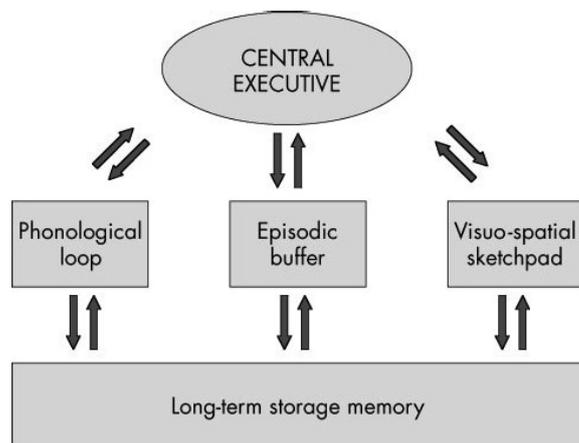


Figura 11.4: Modelo multicomponente de memoria de trabajo (Baddeley y Hitch 1974; Baddeley, 2000).

¹ Esta analogía se está quedando obsoleta porque la tendencia actual es que los ordenadores tengan memorias RAM de gran capacidad y discos duros SSD pequeños pero rápidos. Para comprender bien la idea, es mejor tener en mente un ordenador de finales del siglo pasado, con una RAM muy pequeña (de unos pocos megas) y un disco duro mecánico (de gran capacidad, pero lento).

Los dos modelos de memoria más influyentes de la segunda mitad del siglo XX, el modelo modal, que vimos en el Tema 1, y el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974; Baddeley, 2000), comparten esta visión multialmacén. El modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (Figura 11.4), conocido ahora como *MODELO MULTICOMPONENTE DE MEMORIA DE TRABAJO*, propone la existencia de diferentes componentes para el mantenimiento de diferentes tipos de información (de ahí el nombre). El mantenimiento de información verbal sería responsabilidad del *BUCLE FONOLÓGICO (PHONOLOGICAL LOOP)*, el mantenimiento de información visual y espacial dependería de la *AGENDA VISOESPACIAL (VISUO-SPATIAL SKETPAD)*, mientras que el *RETÉN EPISÓDICO (EPISODIC BUFFER)* permitiría el mantenimiento de información en formato multidimensional. Todo el sistema estaría controlado por el *EJECUTIVO CENTRAL (CENTRAL EXECUTIVE)*. El modelo, por lo tanto, propone la existencia de diferentes componentes para el mantenimiento de la información de diferente naturaleza. Además, estos componentes están diferenciados de la MLP; en otras palabras, se asume que el sustrato representacional de la memoria de trabajo y de la MLP es diferente (la información está en sitios diferentes).

En los últimos años, sin embargo, cada vez más autores sostienen la noción de que la memoria de trabajo y la MLP comparten el mismo sustrato representacional, diferenciándose ambos sistemas de memoria en el estado en que se encuentran las representaciones (Cowan, 2001; Oberauer, 2002; McElree, 2006). La diferencia, por lo tanto, no sería el *dónde*, sino el *cómo* están esas representaciones. Según estos autores, las representaciones de la memoria de trabajo se encuentran en un estado que les proporciona máxima accesibilidad para las actividades de procesamiento que están teniendo lugar en un momento determinado, es decir, que hace que estén disponibles con mayor facilidad y rapidez para las operaciones mentales en curso. Usualmente, para aludir al hecho de que unas representaciones se encuentran en un estado de accesibilidad privilegiada se suele decir que están activas. Por eso, con frecuencia se dice que, según estos modelos, la memoria de trabajo es la parte activa de la MLP. La ventaja principal de esta visión es que resulta más plausible biológicamente (más compatible con lo que sabemos sobre el cerebro) y, además, permite explicar con facilidad las múltiples interacciones existentes entre memoria de trabajo y MLP, algo que resulta problemático para los modelos multialmacén. En el contexto de esta nueva concepción sobre la memoria de trabajo, los dos modelos más influyentes son el modelo de Cowan (1999) y, más recientemente el modelo de Oberauer (2002, 2009), que puede considerarse como una sofisticación del primero. Al modelo de Oberauer se le denomina en ocasiones *MODELO DE LOS TRES ESTADOS* (Nee y Jonides, 2013), porque propone que las representaciones de la memoria de trabajo pueden encontrarse en tres estados diferentes, los cuales difieren en cuanto a la inmediatez con que se puede acceder a estas representaciones. Estos tres estados se suelen describir metafóricamente como regiones (aunque no son regiones, sino estados diferentes). Estas tres regiones son el *FOCO DE ATENCIÓN (FOCUS OF ATTENTION, FA)*, la *REGIÓN DE ACCESO DIRECTO (DIRECT-ACCESS REGION, DAR)* y la *MEMORIA A LARGO PLAZO ACTIVADA (ACTIVATED LONG-TERM MEMORY, ALTM)*. Estas tres regiones o estados del modelo de Oberauer pueden entenderse fácilmente con un ejemplo. Imaginemos que nos piden que realicemos la siguiente operación matemática mentalmente: tres más dos más cinco, dividido entre cuatro, más uno. Para conseguirlo, tendremos que ser capaces de mantener todos esos números en nuestra memoria de trabajo, pero lo más probable es que empecemos por centrarnos en

la primera parte de la operación (tres más dos más cinco) y dejemos algo abandonada la segunda parte (aunque no podemos olvidarnos del todo de ella porque tendremos que utilizar esa información posteriormente). Según el modelo, esa información que dejamos apartada de momento mientras que realizamos la primera parte de la operación quedaría relegada a la región más periférica (la aLTM), mientras que la primera parte de la operación (la información necesaria en este primer momento) se mantendría en la región de acceso directo. Como su nombre indica, los elementos que se mantienen en esta región pueden ser seleccionados directamente por el foco de atención, que contendría generalmente un solo elemento a la misma vez. La información que ocupa el foco de atención en un momento determinado es la que se encuentra disponible de manera inmediata para las operaciones mentales en curso en ese preciso instante.

Como hemos comentado anteriormente, el modelo de Oberauer es muy similar al de Cowan, propuesto algunos años antes. La principal diferencia entre ambos modelos es que Oberauer distingue entre la DAR y el FA, que en el modelo de Cowan serían considerados globalmente como el FA (Figura 11.5). Gracias a esa distinción, el modelo de Oberauer puede explicar la observación de que, en ciertos experimentos, los participantes parezcan ser capaces de acceder especialmente rápido a un solo elemento de entre los mantenidos en su memoria de trabajo (McElree, 2001). Para Oberauer, ese elemento sería el que se encuentra en el FA en el momento de la medida.

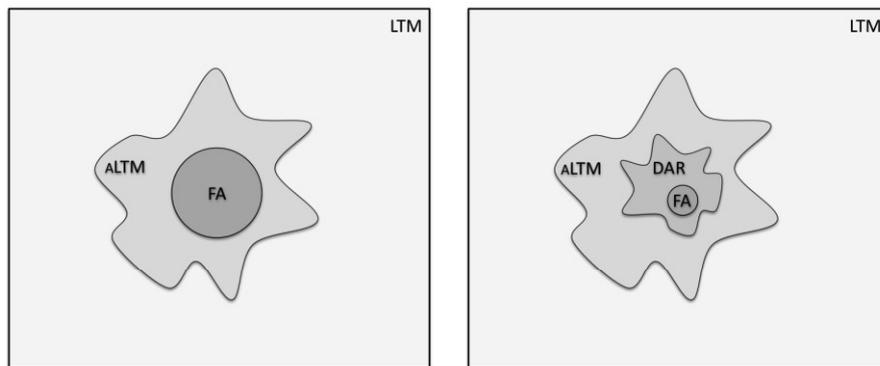


Figura 11.5: Representación esquemática del modelo de Cowan (izquierda) y del modelo de Oberauer (derecha).

Referencias

- Baddeley, A. D. y Hitch, G. J. (1974). Working memory. En G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 8 (pp. 47-90). New York: Academic.
- Beck, S. J., Hanson, C. A., Puffenberger, S. S., Benninger, K. L. y Benniger, W. B. (2010). A controlled trial of working memory training for children and adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child and Adolescent Psychology*, 39, 825–836.
- Cain, K., Oakhill, J. y Bryant, P. (2004). Children's reading comprehension ability: Concurrent prediction by working memory, verbal ability, and component skills. *Journal of Educational Psychology*, 96, 31–42.

- Conway, A. R., Kane, M. J. y Engle, R. W. (2003). Working memory capacity and its relation to general intelligence. *Trends in Cognitive Sciences*, 7, 547-552.
- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O. y Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic Bulletin and Review*, 12, 769-786.
- 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: Cambridge University Press.
- Daneman, M. y Carpenter, P. A. (1980). Individual differences in working memory and reading. *Journal of Memory and Language*, 19, 450.
- Gignac, G. E. (2014). Fluid intelligence shares closer to 60% of its variance with working memory capacity and is a better indicator of general intelligence. *Intelligence*, 47, 122-133.
- Houben, K., Wiers, R. W. y Jansen, A. (2011). Getting a grip on drinking behavior: training working memory to reduce alcohol abuse. *Psychological Science*, 22, 968-975.
- Jaeggi, S. M., Buschkuhl, M., Jonidas, J. y Shah, P. (2011). Short- and long-term benefits of cognitive training. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*, 108, 10081–10086.
- Kane, M. J., Hambrick, D. Z., Tuholski, S. W., Wilhelm, O., Payne, T. W. y Engle, R. W. (2004). The generality of working memory capacity: a latent-variable approach to verbal and visuospatial memory span and reasoning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 133, 189-217.
- Klingberg, T., Forssberg, H. y Westerberg, H. (2002). Training of working memory in children with ADHD. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24, 781–791.
- McElree, B. (2001). Working memory and focal attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 817-835.
- Nee, D. E. y Jonides, J. (2013). Neural evidence for a 3-state model of visual short-term memory. *Neuroimage*, 74, 1-11.
- Oberauer, K. (2002). Access to information in working memory: Exploring the focus of attention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 28, 411-421.
- Oberauer, K. (2009). Design for a working memory. In B. H. Ross (Ed.), *Psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, Vol. 51 (pp. 45-100). San Diego, CA: Academic Press.
- Oberauer, K., Süß, H. M., Wilhelm, O. y Sander, N. (2007). Individual differences in working memory capacity and reasoning ability. En A. R. A. Conway, C. Jarrold, M. J. Kane, A. Miyake y J. N. Towse (Eds.), *Variation in working memory* (pp. 49-75). New York: Oxford University.
- Sala, G. y Gobet, F. (2017). Working memory training in typically developing children: A meta-analysis of the available evidence. *Developmental Psychology*, 53, 671-685.

- Sánchez-Pérez, N., Inuggi, A., Castillo, A., Campoy, G., García-Santos, J. M., González-Salinas, C. y Fuentes, L. J. (2019). Computer-based cognitive training improves brain functional connectivity in the attentional networks: A study with primary school-aged children. *Frontiers in Behavioral Neuroscience, 13*, 1-12.
- Schwaighofer, M., Fischer, F. y Bühner, M. (2015). Does working memory training transfer? A meta-analysis including training conditions as moderators. *Educational Psychologist, 50*(2), 138-166.
- Pappa, K., Biswas, V., Flegal, K., Evans, J. y Baylan, S. (2020). Working Memory Updating Training Promotes Plasticity & Behavioural Gains: A Systematic Review & Meta-Analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 118*, 209-235.
- Shipstead, Z., Redick, T. S. y Engle, R. W. (2012). Is working memory training effective? *Psychological Bulletin, 138*, 628.

12. Memoria sensorial

Como vimos en el Tema 1, los modelos de memoria más populares en los años 60 del siglo pasado, cuyo máximo exponente es el modelo modal de memoria de Atkinson y Shiffrin (1968), consideraban la existencia de tres estructuras: el registro sensorial, el almacén a corto plazo y el almacén a largo plazo. En este último tema, vamos a considerar la primera de estas estructuras y el tipo de memoria que esta estructura sustenta: la memoria sensorial.

Memoria sensorial visual

Quizá haya pocas situaciones en las que resulte más evidente la existencia de la memoria sensorial como la que tiene lugar cuando vemos una película en una sala de cine. Como sabemos, lo que se está proyectando sobre la pantalla son una serie de imágenes separadas unas de otras por breves intervalos durante los que la pantalla permanece en negro. ¿Por qué los espectadores no son conscientes de este hecho? La respuesta a esta pregunta es que la memoria sensorial mantiene la última imagen presentada durante unas décimas de segundo tras su presentación, de tal forma que la experiencia subjetiva es que la imagen sigue estando presente. La situación que acabamos de describir ejemplifica el funcionamiento de la memoria sensorial para la modalidad visual. Esta forma de memoria sensorial se denomina MEMORIA ICÓNICA.

Memoria icónica y enmascaramiento visual

En el laboratorio, la existencia de la memoria sensorial visual o memoria icónica puede demostrarse utilizando procedimientos de ENMASCARAMIENTO VISUAL. Imaginemos que presentamos una palabra en una pantalla de ordenador durante un periodo de tiempo muy breve, por ejemplo, 10 ms. A pesar de la brevedad de la exposición, la mayoría de las personas no tendrán problema alguno para reconocer la palabra presentada. ¿Podemos concluir entonces que 10 ms es tiempo suficiente para que se completen los procesos que conducen a la percepción consciente de una palabra?

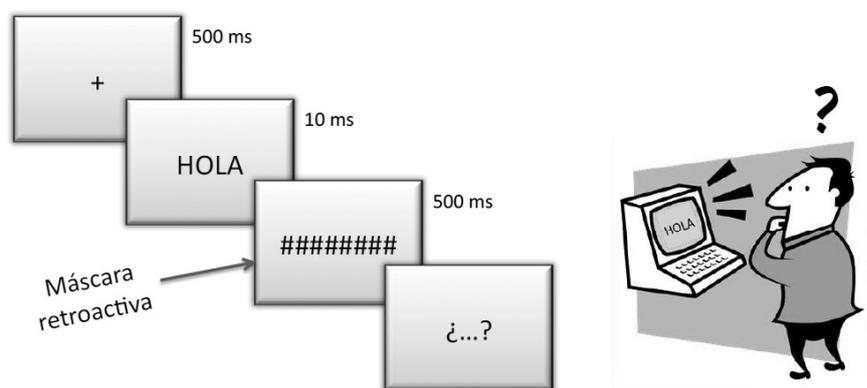


Figura 12.1: La técnica del enmascaramiento retroactivo impide identificar estímulos presentados durante tiempos de exposición muy breves.

Aunque parezca contradictorio, la respuesta a la pregunta anterior es no. En realidad, si la podemos percibir es porque la memoria sensorial ha permitido mantener la imagen de la palabra durante algún tiempo extra más allá de la duración física de la estimulación, dando tiempo a que se complete la identificación consciente. Esto lo podemos demostrar exponiendo la misma palabra durante el mismo tiempo, pero presentando a continuación otro estímulo (por ejemplo, una fila de símbolos de sostenido). Lo normal en esta situación es que ni siquiera se pueda advertir que se ha presentado una palabra antes de los sostenidos (Figura 12.1). Una explicación para este fenómeno es que la fila de sostenidos ha sobrescrito el contenido de la memoria icónica, impidiendo que la palabra disfrute de ese tiempo extra que antes permitió su identificación consciente. En este contexto, decimos que los símbolos de sostenido han actuado como MÁSCARA RETROACTIVA (retroactiva porque enmascara a un estímulo que ha aparecido con anterioridad).



Figura 12.2: Taquistoscopio de la Facultad de Psicología de la Universidad de Murcia.

Los experimentos de Sperling (1960)

Al hablar de la memoria sensorial (y, en concreto, de la memoria icónica), es imposible no hacer referencia al famoso estudio de Sperling (1960) que supuso el punto de partida de la investigación en este terreno. El procedimiento básico en este estudio consistía en presentar brevemente conjuntos de letras en un TAQUISTOSCOPIO (el instrumento utilizado en aquellos tiempos para presentar estímulos visuales durante periodos de tiempo muy precisos –Figura 12.2) y pedir a los participantes que trataran de identificar y comunicar al experimentador el mayor número de letras que fueran capaces. Una presentación podría incluir, por ejemplo, 12 letras dispuestas en tres filas, con cuatro letras en cada fila. En un primer experimento, las letras fueron presentadas durante 50 ms, y los participantes pudieron informar correctamente de entre cuatro y cinco letras. ¿Podríamos concluir que los participantes solo habían podido identificar entre cuatro y cinco letras porque la presentación había sido demasiado breve? La respuesta es no, según se pudo comprobar en un segundo

experimento en el que las letras se presentaron durante periodos de tiempo comprendidos entre 15 ms y 500 ms. Los resultados en ese segundo experimento mostraron que los participantes seguían siendo capaces de informar de entre cuatro y cinco letras, sin que el tiempo de exposición afectara mucho al rendimiento. La interpretación contemporánea a los resultados de estos dos primeros experimentos sería que el hecho de que los participantes solo recordaran cuatro o cinco letras fue consecuencia de la limitación de capacidad de la memoria a corto plazo, que es el sistema de memoria responsable del mantenimiento las letras durante el tiempo suficiente como para que los participantes pudieran comunicárselas al experimentador.

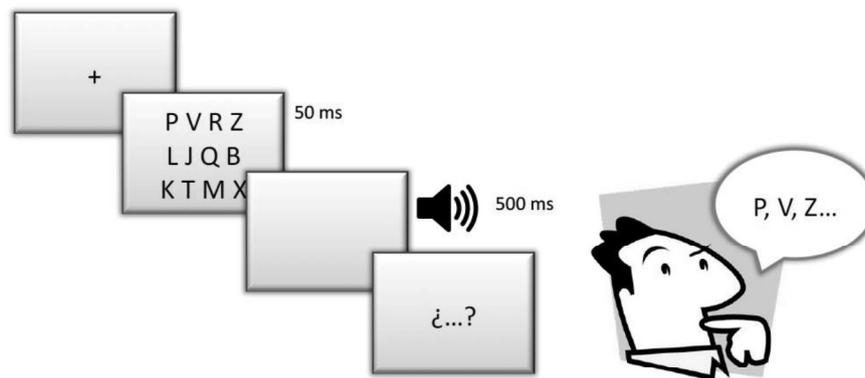


Figura 12.3: Procedimiento de informe parcial (Sperling, 1960).

El experimento clave que permitió evidenciar la existencia de la memoria icónica fue el Experimento 3, en el cual se utilizó una estrategia que Sperling denominó TÉCNICA DEL INFORME PARCIAL (Figura 12.3). En este experimento, las letras se presentaban durante 50 ms dispuestas en tres filas, como en el primer experimento. Sin embargo, a los participantes no se les pidió que trataran de informar de todas las letras presentadas, sino solo de parte de ellas (por eso el término informe parcial). Para ello, un sonido presentado justo después de las letras indicaba a los participantes cuáles eran las letras de interés en cada ensayo. Si el sonido era agudo, los participantes tenían que informar de las letras presentadas en la fila superior; si era grave, de las letras de la fila inferior; y si era un tono intermedio, de la fila central. Los resultados mostraron que, cuando la presentación consistía en 12 letras dispuestas en tres filas de cuatro letras, los participantes eran capaces de informar de tres letras por término medio. Para apreciar la importancia de este dato hay que tener en cuenta que el sonido aparecía una vez que las letras ya no estaban físicamente presentes, y que los participantes no sabían de antemano cuál de las tres filas de letras iba a ser la fila clave. Si los participantes podían informar de tres letras tras oír el sonido sea cual fuera ese sonido, se puede concluir que, al menos, tres letras de cada fila estaban disponibles una vez finalizada la presentación de las letras. En otras palabras, se podría estimar que al menos 9 (3×3) letras estaban disponibles, el doble de las letras de las que los participantes habían sido capaces de informar en los dos primeros experimentos. El almacén de memoria en el que se supone se mantenían esas letras es el que luego se denominó memoria icónica.

Memoria sensorial auditiva y los efectos de modalidad y de sufijo

Los defensores del modelo modal de memoria generalmente asumían la existencia de un registro sensorial para cada modalidad sensorial. Hasta ahora, hemos hablado de la memoria icónica, que sería el resultado de la existencia de un registro sensorial para la modalidad visual. Otro tipo importante de memoria sensorial es el correspondiente al registro sensorial para la modalidad auditiva: la memoria sensorial auditiva o MEMORIA ECOICA.

La existencia de la memoria ecoica se puso de manifiesto, inicialmente, empleando la misma estrategia de informe parcial utilizada por Sperling, pero adaptada a la modalidad auditiva (Darwin, Turvey y Crowder, 1972). El procedimiento empleado en este caso implicaba presentar diferentes secuencias de letras y números simultáneamente por diferentes canales que el participante interpretaba como provenientes de diferentes localizaciones espaciales (izquierda, centro, derecha). En la condición de informe total, los participantes debían tratar de recordar todos los ítems; en la condición de informe parcial, sin embargo, los participantes debían recordar solo los estímulos presentados a través de uno de los canales, el cual se indicaba con una señal visual tras la presentación de las secuencias de letras y números. Los resultados en esta condición de informe parcial demostraron que los participantes eran capaces de retener mucha más información de lo que podían demostrar en la condición de informe total.

Un aspecto interesante de la memoria ecoica es el papel que puede jugar en tareas de memoria verbal a corto plazo. Por ejemplo, cuando pedimos el recuerdo serial inmediato de listas de palabras, el recuerdo de las últimas palabras de la lista es mejor (el efecto de recencia es mayor) cuando las palabras se presentan auditivamente en comparación con cuando la presentación es visual (Crowder y Morton, 1969). Esta observación recibe el nombre de EFECTO DE MODALIDAD, y podría explicarse por el hecho de que, cuando la presentación es auditiva, las últimas palabras de cada lista pueden estar disponibles aún en la memoria sensorial en el momento del recuerdo, cosa que no ocurre si la presentación es visual. Congruentemente con esta idea, numerosos estudios han mostrado que el efecto de modalidad desaparece o se reduce en gran medida si, tras la presentación auditiva inicial, se añade algún estímulo verbal adicional irrelevante (denominado sufijo en este contexto) que desplace las últimas palabras de la lista de la memoria ecoica. Esta eliminación o reducción del efecto de modalidad como consecuencia de la presentación de un estímulo verbal irrelevante tras la presentación del último ítem de la lista se denomina EFECTO DE SUFIJO (Watkins y Watkins, 1980).

Referencias

- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs*, 74, 1–29.
- Darwin, C. J., Turvey, M. T. y Crowder, R. G. (1972). An auditory analogue of the Sperling partial report procedure: Evidence for brief auditory storage. *Cognitive Psychology*, 3, 255–267.
- Watkins, O. C. y Watkins, M. J. (1980). The modality effect and echoic persistence. *Journal of Experimental Psychology: General*, 109, 251–278.

Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. En K. W. Spence and J. T. Spence (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory* (Vol. 2, pp. 89-195). New York: Academic Press.

