

---

# Los sistemas de la memoria

---

PID\_00267013

Javier de la Fuente Arnanz  
Modesta Pousada Fernández

---

Tiempo mínimo de dedicación recomendado: 6 horas

---



**Javier de la Fuente Arnanz**

Profesor titular del Departamento de Psicología básica de la UB. Se dedica a la docencia de las asignaturas de Memoria y representación del lenguaje y Memoria de testimonios. Desarrolla su investigación fundamentalmente en dos ámbitos: los problemas de memoria relacionados con la edad y los procesos de memoria implicados en el testimonio.

**Modesta Pousada Fernández**

Doctora en Psicología. Profesora del Departamento de Psicología básica de la UB (1995-2001) y, en la actualidad, profesora coordinadora del área de Psicología básica de la UOC. Investiga en el campo de la memoria humana y, fundamentalmente, en los cambios en los procesos de memoria vinculados al envejecimiento.

La revisión de este recurso de aprendizaje UOC ha sido coordinada por la profesora: Modesta Pousada Fernández

Tercera edición: septiembre 2019  
© Javier de la Fuente Arnanz, Modesta Pousada Fernández  
Todos los derechos reservados  
© de esta edición, FUOC, 2019  
Av. Tibidabo, 39-43, 08035 Barcelona  
Realización editorial: FUOC

*Ninguna parte de esta publicación, incluido el diseño general y la cubierta, puede ser copiada, reproducida, almacenada o transmitida de ninguna forma, ni por ningún medio, sea este eléctrico, mecánico, óptico, grabación, fotocopia, o cualquier otro, sin la previa autorización escrita del titular de los derechos.*

# Índice

<b>Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<b>1. Descripción general de los sistemas de la memoria.....</b>	<b>7</b>
1.1. Qué entendemos por sistemas de memoria .....	7
1.1.1. El concepto de sistema de memoria .....	9
1.1.2. Funciones de la memoria: lo regular y lo excepcional ..	10
1.2. Descripción general de los sistemas de la memoria .....	14
<b>2. La memoria sensorial.....</b>	<b>16</b>
2.1. La memoria icónica .....	17
2.2. La memoria ecoica .....	20
<b>3. La memoria de trabajo.....</b>	<b>22</b>
3.1. Introducción al concepto de <i>memoria de trabajo</i> .....	22
3.1.1. La aparición del modelo de memoria de trabajo .....	22
3.1.2. El procedimiento experimental de la tarea secundaria .....	25
3.2. La memoria de trabajo: el bucle fonológico .....	29
3.2.1. Evidencia empírica relacionada con el bucle fonológico .....	31
3.2.2. ¿Para qué sirve el bucle fonológico? .....	37
3.3. La memoria de trabajo: la agenda visoespacial .....	39
3.3.1. La investigación de las imágenes mentales .....	41
3.3.2. Imágenes y memoria de trabajo .....	43
3.3.3. ¿Para qué sirve la agenda visoespacial? .....	47
3.4. La memoria de trabajo: el ejecutivo central y la atención .....	48
3.4.1. Ejecutivo central, funciones ejecutivas y lóbulo frontal .....	49
3.4.2. El ejecutivo central y la atención .....	50
3.4.3. Dando forma al ejecutivo central .....	50
3.4.4. Fallos en el ejecutivo central: lapsus de acción y síndrome frontal .....	58
3.4.5. Para qué sirve el ejecutivo central .....	59
3.5. El modelo de Baddeley (2000) .....	60
3.5.1. Algunas dificultades con el modelo de Baddeley y Hitch (1974) .....	61
3.5.2. El búfer episódico .....	62
3.5.3. El modelo de memoria de trabajo de Baddeley (2000) .....	63
3.5.4. Cuestiones no resueltas .....	63

<b>4. La memoria a largo plazo</b> .....	65
4.1. La memoria a largo plazo: la memoria declarativa .....	65
4.1.1. Memoria declarativa .....	66
4.2. La memoria a largo plazo: la memoria no declarativa .....	73
4.2.1. Preparación ( <i>Priming</i> ) .....	75
4.2.2. Adquisición de destrezas .....	76
 <b>Bibliografía</b> .....	 79

## Objetivos

1. Entender la multiplicidad de funciones que cumple la memoria.
2. Tener una visión general del conjunto integrado que conforman los diferentes sistemas de memoria.
3. Entender la función que cumplen los registros sensoriales.
4. Entender las funciones generales que cumple la memoria de trabajo en la cognición humana.
5. Entender el funcionamiento del bucle fonológico.
6. Entender el funcionamiento de la agenda visoespacial.
7. Entender el funcionamiento del ejecutivo central.
8. Entender los distintos procesos del ejecutivo central y sus relaciones con las funciones de la atención.
9. Entender la distinción entre los sistemas de memoria declarativa y no declarativa y sus relaciones.
10. Entender la distinción entre los sistemas de memoria semántica y episódica y sus relaciones.
11. Entender algunos de los fenómenos que nos demuestran que existe memoria no declarativa.



# 1. Descripción general de los sistemas de la memoria

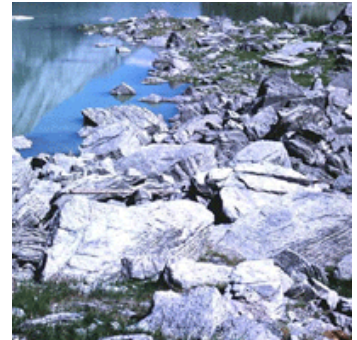
## 1.1. Qué entendemos por sistemas de memoria

A lo largo de la historia del pensamiento, los filósofos explicaron la memoria entendiéndola como una facultad humana **única e indivisible**.

Hoy día, los investigadores de la memoria han llegado a la conclusión de que la memoria humana constituye un sistema tan extraordinariamente complejo que es difícil entenderlo y, por tanto, explicarlo desde una única perspectiva que integre todos los aspectos que están relacionados.

### Ejemplo

Imaginemos a una persona ciega que pide a su compañero vidente que le explique cómo es una gran montaña que tienen delante, a muy pocos kilómetros. Una montaña es un sistema bastante complejo, aunque, sin duda, no tanto como la memoria humana. Pensad un poco. Si la persona vidente debe ofrecer información a la persona ciega de manera que ésta tenga una comprensión completa del objeto que pretende conocer (en este caso, la montaña) debería proporcionar descripciones desde puntos de vista muy diferentes. Por ejemplo, descripciones generales del perfil de la montaña desde distintos puntos de vista. Asimismo, sería conveniente acercarse a la montaña de manera que pudiera ver elementos que la caracterizan como la fauna, la flora y la composición de las rocas que la conforman. Sería preciso que se alejara más para describir cómo aquel objeto se relaciona con otros de su entorno (otras montañas, ríos, poblaciones, etc.). Debería proporcionar datos sobre la montaña a lo largo de las diferentes estaciones. Fijaos en que la descripción que podría darse desde un único punto de vista no podría generar una comprensión completa del objeto a la persona invidente.



### ¿Por qué pensamos que la memoria es un sistema muy complejo?

En primer lugar, podemos pensar que, si la memoria humana fuera un sistema simple, probablemente, en estos momentos, dispondríamos de una explicación completa y satisfactoria sobre su funcionamiento que nos permitiría comprenderla y predecirla. Evidentemente, hoy día eso no es así. Pensamos en dos cuestiones relacionadas que nos ayudarán a percibir la magnitud del problema con que nos enfrentamos a la hora de explicar la memoria:

- Lo que denominamos *memoria* es, en realidad, un **conjunto de funciones y tareas** muy diferentes.

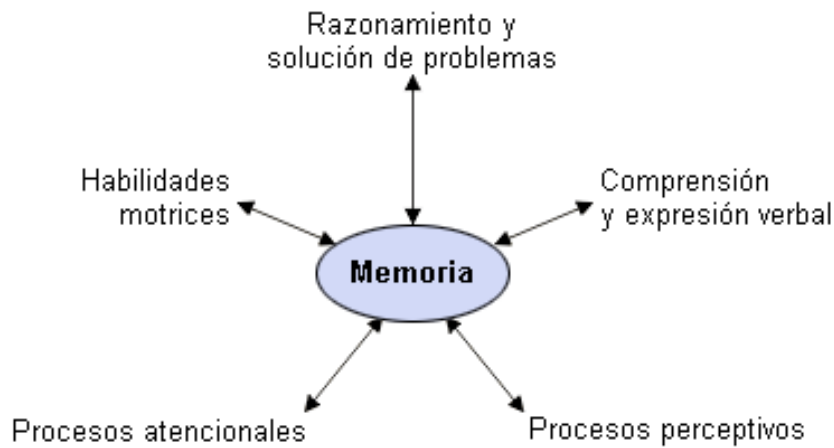
Cuando hablamos de funciones o tareas de memoria, siempre nos referimos a procesos de adquisición, retención y recuperación de información. Sin embargo, reflexionad un poco en lo diferentes que pueden llegar a ser los procesos siguientes:

- Recuperar de nuestro léxico mental las palabras necesarias para el discurso que estamos elaborando en un momento determinado cuando hablamos con alguien.
- Recordar cuál es la secuencia de acciones adecuada en una situación social estereotipada (por ejemplo, ir a comer a un restaurante) y adecuar nuestra conducta a esta secuencia.
- Responder a una pregunta de tipo tema en un examen.

- Las tareas de la memoria están constantemente **interactuando** con otras tareas cognitivas.

Los procesos de memoria están relacionados con la ejecución de otros procesos, en función de la tarea que nuestro sistema cognitivo esté haciendo en cada momento.





Atendiendo a la complejidad de la memoria humana, se han desarrollado diferentes explicaciones que han puesto el énfasis en aspectos diferentes. Éstas básicamente podemos agruparlas en los dos tipos siguientes:

- Las que se han preocupado principalmente por la explicación de los diferentes componentes o **sistemas** que conforman la memoria.
- Las que se han preocupado principalmente por explicar los **procesos** o actividades que se producen en lo que denominamos *memoria*.

Esta división entre explicaciones de la memoria que ponen el énfasis en los sistemas componentes de la memoria o en los procesos que ejecutan estos sistemas es bastante **arbitraria** y, asimismo, ambos tipos de explicaciones deben considerarse **complementarias**. Podéis leer una explicación más detallada al respecto en el libro siguiente:

M. de Vega (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva* (p. 59-61). Madrid: Alianza.

A lo largo de este módulo desarrollaremos la explicación de los **sistemas** de la memoria y posteriormente se tratarán las explicaciones de los **procesos** principales.

### 1.1.1. El concepto de sistema de memoria

Con anterioridad hemos mencionado varias veces el concepto de **sistema de memoria**, que da título a este módulo. Sin embargo,

**¿qué es un sistema de memoria?**

Es difícil pensar que la memoria que debe cumplir funciones tan diferentes, manejando distintas informaciones de modalidades sensoriales, pueda tener un carácter unitario. Por consiguiente, pensamos que lo que denominamos memoria es, de hecho, un **conjunto de entidades** que podemos distinguir porque se diferencian en una serie de **parámetros** que las definen y porque ejecutan distintos **procesos** que sirven para cumplir diferentes **funciones**.

## Ejemplo

En este apartado, empezaremos a pensar en la memoria como en una máquina compleja. De la misma manera que las máquinas constituyen conglomerados de piezas que ejecutan distintos procesos, los sistemas que componen la memoria serían las piezas y conjuntos de piezas que conforman aquello que denominamos *memoria* y que ejecutan los procesos que, habitualmente, relacionamos con la memoria. Esta última sería como una máquina compleja que ejecuta diferentes funciones y los sistemas de piezas que la componen no funcionan de la misma manera dependiendo de lo que esté haciendo la máquina en cada momento.

Lo que acabamos de decir no nos debe hacer pensar que cada sistema funciona de manera independiente de los otros para desarrollar unas funciones. Más bien, aquello que debemos pensar es que todos los sistemas de memoria **operan coordinadamente** para desarrollar cualquier función, aunque, dependiendo de ésta, la participación de cada sistema será diferente.

En términos generales, un sistema de memoria es un sistema capaz de registrar, almacenar y utilizar con posterioridad un conjunto de información y que podemos definir determinando algunos de los parámetros que lo caracterizan y las funciones que cumple.

## Reflexión

La noción de sistema de memoria puede **entenderse de diferentes maneras**. Es interesante que, para comprenderlas, se reflexione sobre ello. Diferentes autores han definido el concepto de sistema de memoria de distintas maneras. Pensad qué implicaciones tiene cada una de las definiciones siguientes y con cuál de éstas estáis más de acuerdo:

### Definición estructural:

- Tulving (1985): los sistemas de memoria son las grandes subdivisiones de la organización global de la memoria y constituyen "estructuras organizadas de componentes operantes más elementales, siendo éstos **estructuras neurales** y, sus correlatos, conductuales y cognitivos".

### Definición funcional:

- Sherry y Schacter (1987): un sistema de memoria es una "interacción entre mecanismos de adquisición, retención y recuperación que se caracteriza por ciertas **reglas de funcionamiento**".

A lo largo de este módulo, trataremos los sistemas que componen la memoria humana desde un **enfoque funcional**. Es decir, describiremos cómo son estos sistemas sin preocuparnos demasiado de qué estructuras nerviosas son las que se relacionan en éstos.

### 1.1.2. Funciones de la memoria: lo regular y lo excepcional

Una manera de aproximarnos a la multiplicidad de los sistemas que componen la memoria humana es empezar por pensar **qué funciones debe cumplir** la máquina de la memoria como conjunto. Como pudisteis ver en el módulo 1:

## Bibliografía

Para acabar de entender el concepto de sistema de memoria, podéis leer las páginas siguientes:

J.M. Ruiz Vargas (1991). *Psicología de la memoria* (p. 57-75). Madrid: Alianza.

En los sistemas naturales, la función primordial y básica de la memoria consiste en posibilitar la adaptación de los organismos a su entorno manteniendo información sobre cómo reaccionar ante los cambios externos que se producen.

**Adaptarse al entorno es predecirlo**, anticipar lo que puede ocurrir para adaptar la conducta. Nos detendremos un poco a reflexionar sobre los problemas que ello plantea en la memoria de cualquier organismo.

### La captación de la regularidad del entorno

Por norma general, el entorno se comporta con **regularidad**. Sin embargo, esta última no siempre suele ser simple y fácil de aprender.

#### Ejemplo

Un ejemplo de **regularidad simple** es que los objetos caen al suelo cuando no los sostiene nada, o que en verano, en nuestro entorno, hace calor. Son fenómenos determinados por muy pocas variables y, por tanto, casi siempre se producen de la misma manera.

Otras veces, los patrones de regularidad son tan complejos que, a primera vista, puede parecernos que el entorno se comporta de **manera caótica**.

Para adaptarse al entorno, un organismo debe **poderlo predecir**. La memoria nos permite representar cómo se ha comportado el entorno con anterioridad y, basándonos en aquella representación, poder predecir cómo se comportará en el futuro.

La memoria debe incorporar un potente sistema de captación de la regularidad del entorno que le permita realizar predicciones fiables que ayuden a la adaptación.

Probablemente, los **sistemas más básicos y primitivos** de memoria son sistemas que registran la regularidad. Son aquellos sistemas que encontramos prácticamente en todos los organismos y que, en primer lugar, se desarrollan en el ser humano. Son sistemas que actúan de manera bastante automática, sin demasiada conciencia por parte del sujeto.

Aquí nos estamos refiriendo a **mecanismos básicos del aprendizaje y la memoria** (algunos de éstos, si no todos, los habréis estudiado en la asignatura de aprendizaje), desde los **aprendizajes preasociativos** como la *habituación*, en los **aprendizajes asociativos** como los fenómenos relacionados con el *condicionamiento*. Asimismo, existen procesos y sistemas de memoria de este tipo. En concreto, nos referimos a los sistemas de memoria "no declarativa" que veremos al final de este módulo cuando hablamos de memoria a largo plazo.

Así como en ciertos organismos simples estos mecanismos de captación de la regularidad y el cambio en el entorno pueden ser los únicos procesos que les permiten aprender, en el ser humano a éstos se **superponen** otros sistemas probablemente **más complejos y tardíos en su desarrollo**.

#### Ejemplo

Un ejemplo de **regularidad compleja** puede constituirlo la misma conducta humana. Son patrones que se determinan por medio de infinidad de variables y, como casi siempre muchas de éstas se escapan, las predicciones son realmente difíciles.

## La captación del excepcional

Sin embargo, **la excepción y el hecho aislado** también pueden ser extraordinariamente importantes para la adaptación.

### Ejemplo

Imaginad a un hombre primitivo que conoce el camino desde su cueva hasta un lugar donde abundan árboles que proporcionan buenos y abundantes frutos. Ha hecho el camino muchas veces sin ningún problema. Sin embargo, un día, en su camino hacia los árboles, es atacado por una manada de lobos y, gracias al encuentro fortuito de un palo, consigue salir vivo del apuro. Para un mecanismo de memoria basado exclusivamente en la regularidad, este episodio no tendría demasiada relevancia puesto que se confrontaría con muchos otros episodios en que no ha pasado nada de peligroso. Sin embargo, un mecanismo que permita aprender también a partir de lo excepcional y raro concedería bastante importancia al episodio para que, a partir de entonces, el hombre tomara la precaución de llevar un palo cada vez que se encamina hacia los árboles, aumentando así sus posibilidades de supervivencia en el caso de que volviera a repetirse un ataque.

La posibilidad de aprender no sólo a partir de la repetición de la experiencia, sino a partir **de una única experiencia** es primordial porque nos permite captar la excepción y, desde ésta, entender las regularidades complejas del entorno. Asimismo, nos permite servirnos del lenguaje como medio para aprender, en una sola experiencia comunicativa, cosas para las cuales otras personas han necesitado muchas.

En consecuencia, otra de las funciones a que debe atender la memoria es el registro de la excepcionalidad.

Los sistemas de memoria **más recientes desde el punto de vista filogenético y ontogenético** son estos sistemas especializados en el registro del excepcional.

Cuando repasando la memoria a largo plazo en este módulo, hablamos de ciertos aspectos de la **memoria semántica** y, sobre todo, de la **memoria episódica**, estaremos haciendo referencia a este tipo de sistemas de memoria especializados en la captación del excepcional y en el aprendizaje a partir de experiencias únicas.

Captar y representar la regularidad y el excepcional son funciones que probablemente no pueden ser ejecutadas por el mismo sistema. Así, en la especie humana se han desarrollado sistemas especializados en ambas funciones. Estos sistemas no actúan aisladamente, sino en continua interacción.

## El entorno social y la memoria

En la especie humana, como en algunas otras especies, **una parte importantísima del entorno** al que debemos adaptarnos se encuentra en el **resto de los miembros de nuestra especie** con los que interactuamos continuamente.

La importancia del entorno social en la especie humana ha modulado la misma configuración de nuestros sistemas de memoria.

No sólo el individuo con su memoria influye en el grupo, sino que este último **ha modulado constantemente las formas de la memoria** en el individuo:

- El **lenguaje**, instrumento compartido socialmente, **modula la configuración de la memoria** del sujeto. Veremos cómo varios de los sistemas de memoria que describiremos con posterioridad están íntimamente relacionados con el lenguaje; por ejemplo, el **bucle fonológico**, que veréis al repasar la memoria de trabajo, y ciertos aspectos de la **memoria semántica** y la **memoria episódica**, que veremos dentro de un apartado sobre memoria a largo plazo.
- El **recuerdo como actividad social** está sujeto a un aprendizaje regulado socialmente.

Además de las influencias del entorno social sobre la memoria que hemos mencionado, muchos procesos de la memoria están condicionando y siendo condicionados por el hecho de vivir en sociedad.

### Reflexión

Reflexionad y discutid con vuestros compañeros qué aspectos de la memoria condicionan y están siendo condicionados por nuestro entorno social. Algunos temas que pueden servir de guía para la reflexión o la discusión son los siguientes:

- Para predecir la conducta del otro, además de observar su comportamiento, resulta extraordinariamente útil **conocer el porqué de mi propio comportamiento**. ¿Qué procesos relacionados con la memoria permiten al individuo explicar su comportamiento? ¿Qué consecuencias debe explicar el propio comportamiento?
- ¿Cómo contribuye la memoria a generar el **sentimiento de identidad individual**?
- Además de entender la memoria como un sistema individual de registro de información, también podemos hablar de una **memoria colectiva**, en el sentido de que los individuos que componen las sociedades registran, almacenan y comparten información. ¿Qué manifestaciones tiene esta memoria colectiva? ¿Qué consecuencias tiene para los sujetos y para las sociedades la formación de una memoria colectiva?

Para acabar, os volvemos a mencionar las lecturas complementarias que han aparecido en este apartado:

J. M. Ruiz Vargas, (1991). *Psicología de la memoria* (p. 57-75). Madrid: Alianza.

M. de la Vega (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva* (p. 59-61). Madrid: Alianza.

### Resumen

**La memoria humana desarrolla tareas muy diferentes relacionadas con otras tareas cognitivas; por ello, no puede ser un sistema simple.**

Un sistema de memoria, desde un punto de vista funcional, constituye uno de los componentes de la memoria que tiene unas características determinadas y cumple ciertas funciones.

Los sistemas que componen la memoria no pueden entenderse sin saber qué funciones cumple la memoria.

La captación y representación de la regularidad y la excepcionalidad son las formas principales de conocimiento del entorno.

El hecho de que una parte importantísima de nuestro entorno sea un entorno social configura en gran medida nuestra memoria.

## 1.2. Descripción general de los sistemas de la memoria

Este apartado es **capital**, dado que debe proporcionar una **visión clara y de conjunto del funcionamiento global de los sistemas de memoria**. En él describiremos de manera rápida los aspectos más importantes de cada uno de los sistemas que conforman la memoria humana y los procesos por medio de los cuales unos se relacionan con los demás.

Aunque las explicaciones sobre los **procesos** que ejecutan los sistemas de memoria se tratarán en profundidad en el **módulo "Procesos de la memoria"**, no podemos evitar en este módulo hacer referencia a los mismos, aunque sea de manera superficial, para proporcionar una visión general del funcionamiento de la memoria humana.

Este apartado recoge y resume prácticamente todos los contenidos que en el resto de los apartados de este módulo se desarrollarán con más detenimiento.

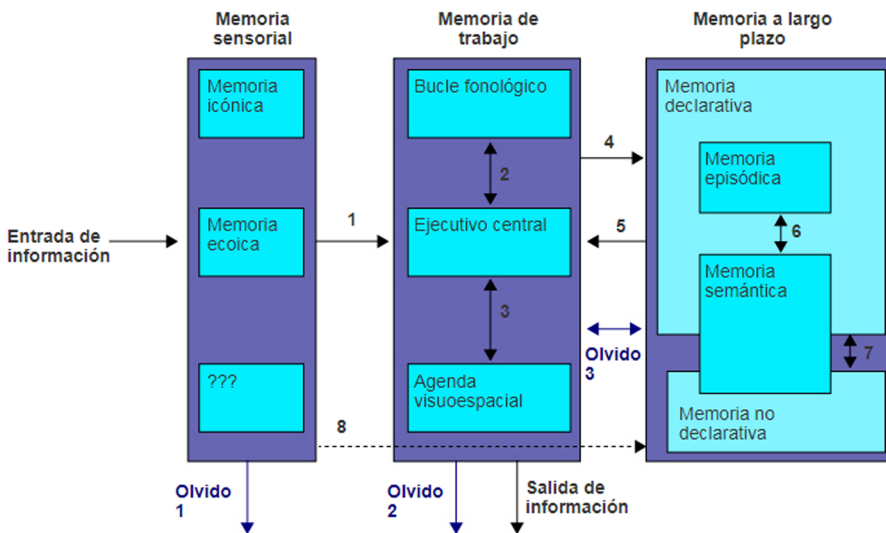
Dicho de otra manera, este apartado es el **mapa que no deberá perderse nunca de vista al navegar por el resto del módulo**. Sin esta visión de conjunto, las cuestiones que iremos viendo sobre cada uno de los sistemas que conforman la máquina de la memoria no tendrían sentido pleno.

Desarrollaremos los contenidos de este apartado a partir del análisis de un **esquema interactivo**. No obstante, en primer lugar leed algunas recomendaciones<sup>1</sup> que os ayudarán a interpretar y aprender adecuadamente el esquema. A continuación, abrid este último.

<sup>(1)</sup>Leed con atención estas recomendaciones antes de intentar comprender el esquema general de los sistemas de memoria.

- En general, las **cajas** se refieren a **sistemas**, las **flechas negras** a **flujos de información** entre sistemas y las **flechas rojas** a procesos de olvido que veréis en el módulo sobre los procesos de memoria.
- Si os situáis encima de cada caja o flecha, se abrirá una ventana con una **explicación breve** correspondiente a este sistema o proceso.
- Es preferible que vayáis interpretando el esquema **de izquierda a derecha y de arriba abajo**, empezando por la entrada de información.

- Pese al hecho de que las explicaciones las iréis recibiendo de manera secuencial (no puede ser de otra manera), conviene que **hagáis un esfuerzo de imaginación**: debéis conseguir **imaginaros la máquina en funcionamiento aunque la veamos parada y por partes**. Es decir, debéis imaginaros todos los procesos actuando de manera cooperativa para resolver las tareas tan variadas que lleva a cabo la memoria.
- Por último, cuando hablamos de que la información **pasa de un sistema a otro (flechas negras)**, en lugar de pensar que la información abandona un sistema para ingresar en otro, es preferible **pensar que un sistema envía a otro una copia para que trabaje**. Después, esta información se perderá, transformará o se conservará inalterada en cada uno de los sistemas.



 recurso interactivo

Todo lo que veremos en el resto de este módulo está resumido en este apartado. De aquí debéis obtener la visión general que os oriente, puesto que lo que sigue es lo mismo, visto con más detalle y precisión. Si en algún momento perdéis la visión general, repasad el esquema interactivo de este apartado.

### Resumen

La memoria humana está formada por tres grandes sistemas que interactúan: la memoria sensorial, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo.

En cualquier tarea que realice nuestro sistema cognitivo siempre están implicados los tres sistemas, aunque no de la misma manera, sino que depende del proceso de que se trate.

El resto de este módulo no es sino una visión más detallada de lo que hemos expuesto en este apartado.

## 2. La memoria sensorial

La mente humana actúa de una manera **global** y es difícil determinar inequívocamente dónde acaban unos procesos y empiezan los otros. Los procesos cognitivos no actúan unos independientemente de los demás, sino que, según la tarea que estemos haciendo en cada momento, actúan de manera diferente, pero todos cooperativamente.

### Ejemplo

Cuando estoy escribiendo lo que ahora estáis leyendo, estoy percibiendo los estímulos visuales que entran en mi campo visual: fundamentalmente, la pantalla del ordenador; estoy oyendo vagamente la conversación que se desarrolla unos metros más allá de donde estoy y siento el frío del aire acondicionado. Desarrollo procesos de recuperación de información de mi memoria a largo plazo para encontrar la información que pretendo exponer aquí. Estoy ejecutando procesos de razonamiento que me permitan ordenar esta información recuperada. Estoy poniendo en juego programas motrices que me permiten escribir con el teclado, mover compulsivamente la pierna y fumar (mientras pienso que no debería hacerlo) al mismo tiempo.

Los **límites** entre los procesos que englobamos bajo el concepto de *percepción* y los que denominamos *memoria no están claros*. Lo mismo puede decirse entre los procesos atencionales y los de memoria (como veréis en el apartado en que se describe el ejecutivo central). Sucede lo mismo con el lenguaje, con el razonamiento y con el aprendizaje. Todos están relacionados con todos.

Cuando hablamos de memoria sensorial, nos encontramos en un terreno fronterizo entre los procesos perceptivos y los de memoria.

En términos generales, la **función primordial** de los sistemas que componen la memoria sensorial es retener durante un espacio de tiempo muy breve los estímulos sensoriales que recibamos, de tal manera que pueda completarse la ejecución de los procesos perceptivos.

Son sistemas muy **básicos y primitivos** y, por consiguiente, no son sistemas que dependan de procesos de aprendizaje por parte del sujeto para funcionar mejor o peor.

En el apartado anterior de conocimiento ya habéis visto que la memoria sensorial no es un único sistema, sino que, de hecho, hasta ahora se han identificado **dos sistemas** parecidos especializados en el tratamiento de la información que entra por nuestras dos vías sensoriales principales: **la visual y la auditiva**. De momento, no sabemos si hay sistemas equivalentes para las otras modalidades sensoriales.



En lo que queda de este apartado, nos detendremos un poco a repasar los aspectos principales de la **memoria icónica** (que es el sistema más conocido) y trataremos con gran brevedad la **ecoica**.

## 2.1. La memoria icónica

**¿Dónde acaba la percepción visual y empieza la memoria?** O, dicho de otra manera, ¿dónde finalizan los procesos perceptivos cuando vemos un objeto y en qué momento la estimulación visual deja una huella que nuestro sistema cognitivo puede manipular?

Estas preguntas no tienen una respuesta clara, precisamente porque estas fronteras que establecemos cuando hablamos de percepción, memoria u otro proceso cognitivo no constituyen límites claros, sino bastante arbitrarios. **Establecer límites nos sirve para poder explicar las cosas, para comprenderlas y para investigarlas**; sin embargo, igual que en las fronteras entre los países, poniendo un pie a cada lado de la raya y mirando a un lado y al otro, en general, no veremos cosas muy diferentes. Comprender la memoria icónica nos servirá para entender los vínculos y la interacción entre la percepción visual y los procesos de memoria.

El primer fenómeno que debemos entender para aproximarnos a la memoria icónica es que la **duración subjetiva** de los estímulos visuales no se corresponde exactamente con la presencia de los estímulos frente a los ojos. Podemos imaginarlo o deducirlo por medio de experiencias y experimentos; sin embargo, no tenemos ninguna experiencia introspectiva.

### Reflexión

Seguramente, habréis visto que, cuando una persona mueve con rapidez un cigarrillo o un palo encendido en un lugar oscuro, en lugar de percibir la punta encendida del cigarrillo como un punto que se mueve en el espacio, se perciben las líneas que describen su trayectoria. Esto ocurre porque la imagen del punto en cada lugar del espacio por donde transcurre permanece (para nosotros), deja una huella en la memoria durante un breve espacio de tiempo antes de desvanecerse y unir así la imagen de un punto con la que se genera en el punto contiguo del espacio.

Pensad solos, o comentad con los compañeros y vuestro consultor, en otras experiencias, más o menos cotidianas, que nos pongan de manifiesto que los estímulos visuales permanecen un tiempo más allá de lo que, en realidad, los tenemos frente a los ojos.



Dicho de otra manera y con mayor precisión: para nosotros, los estímulos visuales tienen una presencia un poco más larga del tiempo que, en realidad, se encuentran ante nuestros ojos.

Este fenómeno se conoce desde hace bastante tiempo. Sin embargo, antes de hablar de éste como la consecuencia de la actuación de la memoria icónica, se hablaba del fenómeno de las *postimágenes*.

### ¿Para qué sirve la memoria icónica?

Sabiendo que los estímulos visuales duran para nosotros un tiempo más allá de lo que, en realidad, están ante los ojos, lo primero que podríamos preguntarnos es lo siguiente: **¿Por qué?** ¿Qué necesidad tiene nuestro sistema cognitivo de generar una huella del estímulo que permanezca más allá de lo que el estímulo está realmente presente?

Aunque nuestro sistema perceptivo actúa de una manera extraordinariamente eficiente y rápida, si habéis hecho la asignatura de percepción, sabréis que, para que podamos percibir visualmente nuestro entorno, es preciso que se desarrolle una serie de procesos, que, aunque son considerablemente eficientes y rápidos, **consumen un poco de tiempo**. El elemento clave en que debéis pensar es el siguiente: ¿qué sucedería si un estímulo fuera tan breve que los procesos perceptivos no pudieran desarrollarse en presencia del estímulo? Probablemente, no podríamos procesar estos estímulos tan breves de manera adecuada. Asimismo, pensad que, a veces, estos estímulos tan breves pueden ser importantes desde el punto de vista de la adaptación.

Por tanto, desde el punto de vista adaptativo, la función de la memoria icónica consiste en alargar la duración de los estímulos visuales de manera que se puedan completar los procesos perceptivos en ausencia del estímulo.

La **huella icónica** que produce y mantiene la memoria icónica también se produce en los estímulos que tienen una cierta permanencia o duración y que, por consiguiente, no generan problemas para su procesamiento perceptivo. Sin embargo, en este caso, la importancia de la participación de la memoria icónica en el procesamiento global sería mucho más pequeña.

### ¿Cuánto dura la huella icónica?

Teniendo en cuenta que cualquier estímulo visual genera en la memoria icónica una huella que dura un tiempo, la cuestión que podríamos plantearnos es la siguiente: **¿cuánto dura la huella icónica?**

### Bibliografía

La investigación sobre la memoria icónica fue iniciada y desarrollada por Sperling. Podéis leer uno de sus artículos originales traducido en el libro siguiente:

M. V. Sebastián (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.

### Reflexión

Pensad en situaciones en que sea capital, desde el punto de vista de la adaptación y la supervivencia, el procesamiento completo y adecuado de algunos estímulos visuales muy breves.

Una primera aproximación al problema de la duración de la huella icónica puede dárnosla el hecho de pensar cómo son los **movimientos sacádicos oculares**. Cuando leemos o vemos algo, nuestros ojos se fijan con brevedad en una parte del estímulo y, a continuación, dan un salto (durante el cual no se produce ninguna entrada de información) para fijarse durante otro periodo breve en otro punto. Y así, sucesivamente. Éstos son los que se denominan *movimientos sacádicos oculares*. Fijaos en que, si durante el salto el ojo no transmitiera información, tendríamos que ver con discontinuidad, como *flashes*. Es precisamente la conservación de la huella icónica de una fijación hasta la siguiente lo que nos permite ver con sensación de continuidad. Sin embargo, la huella icónica debe durar, como mínimo, tanto como lo que el ojo tarda en cada salto.

En 1740, un investigador sueco llamado Segner se preocupó de medir la duración de la huella icónica. Sin duda, entonces no se hablaba de *huella icónica*, sino de *postimagen*. Para ello, ideó un método ingenioso que consistía en poner un carbón encendido en un punto de una rueda giratoria. Girando la rueda con el carbón en una habitación oscura, se percibía (como en la experiencia del cigarrillo) una línea que describía un arco de circunferencia. Cuanto más rápido giraba la rueda, más largo era el arco de circunferencia percibido.

Segner midió el tiempo en que justo se empezaba a percibir la circunferencia completa. En aquel momento, el punto de luz originada por el carbón al pasar por un punto se mantenía hasta que el carbón volvía a pasar por aquél, reactivando la imagen. Segner calculó que la duración de las postimágenes era de una décima de segundo, lo que, con los instrumentos de la época, no era un mal cálculo.

Hoy día, se estima que la duración de la huella icónica se encuentra en torno a los doscientos cincuenta milisegundos.

Los **métodos que se han utilizado recientemente** para estimar la duración de la huella icónica son bastante sofisticados y un poco largos de explicar. Por ello, os recomendamos que leáis con detenimiento los apartados correspondientes de la lectura recomendada:

J.M. Ruiz Vargas (1991), *Psicología de la memoria* (cap. 3), Madrid: Alianza.

### ¿Cómo es la huella icónica?

Sabemos que dura doscientos cincuenta milisegundos, pero **¿cómo es la huella que mantiene la memoria icónica?**

Por lo que se sabe hoy día, la huella icónica parece ser un registro isomórfico del estímulo visual.



Es decir, es una **réplica del estímulo**. De hecho, desde una perspectiva subjetiva, no distinguimos el momento en que cesa la presencia real del estímulo y la presencia de la huella icónica. Sin embargo, aquella imagen que mantenemos cuando cesa el estímulo visual probablemente **se degrada** a lo largo de los doscientos cincuenta milisegundos de permanencia.

Ahora bien, existe un aspecto un poco difícil de comprender:

La huella icónica es una réplica estrictamente física del estímulo visual a la que todavía no se ha dotado de significado.

Se hace difícil comprender por qué nuestra **sensación subjetiva** cuando vemos un estímulo determinado es que inmediatamente sabemos lo que es.

Trabajando sobre el estímulo presente, o sobre la huella icónica durante el tiempo adicional que proporciona, nuestro sistema cognitivo codifica parte de la información que estamos viendo (la que interesa a la tarea de cada momento). Este proceso de codificación al que nos referimos no es nada más que la **atribución de significado**; es decir, **la conexión entre el estímulo que entra y alguna representación que ya está en nuestra memoria a largo plazo**. Como veremos, este trabajo es función de la memoria de trabajo que conecta la información que entra en cada momento con la que ya tenemos.

La información visual de la que **no se ocupa la memoria de trabajo** (en presencia del estímulo o sobre la huella icónica) se pierde al desaparecer esta última. Por este motivo, a veces, pese a que un elemento determinado haya estado en nuestro campo visual, no lo hemos percibido en absoluto.

## 2.2. La memoria ecoica

La memoria ecoica constituye un sistema de características similares a la icónica, especializado en el procesamiento temprano de la información auditiva que recibamos.

Es un sistema **menos conocido que la memoria icónica**, puesto que, probablemente, no se han desarrollado métodos experimentales de estudio igual de eficaces que los utilizados para investigar la memoria icónica.

Muchos de los estímulos auditivos que recibimos (pensemos, por ejemplo, en el habla o en la música) tienen una **naturaleza secuencial**. Se componen de unidades discretas que necesitamos unir para dotar de significado lo que esta-

mos escuchando. Por ejemplo, los fonemas deben unirse para componer sílabas que, a su vez, precisan unirse para completar palabras y así sucesivamente. Lo mismo podemos decir de las notas musicales.

Se piensa que la función primordial de la memoria ecoica sería la de mantener brevemente el estímulo auditivo, de tal manera que nuestro sistema cognitivo disponga de un tiempo adicional para procesarlo.

Los datos que tiene sobre la duración de la huella ecoica son menos claras que las obtenidas en los experimentos sobre memoria icónica. Sin embargo, parece que **la duración de la huella ecoica es un poco superior**.

Si repasáis los contenidos sobre memoria ecoica en las lecturas recomendadas, podréis observar que las técnicas experimentales utilizadas hasta ahora en su investigación todavía no han proporcionado resultados igual de claros y concluyentes que las que se han aplicado para investigar la memoria icónica. Sin embargo, parece fuera de toda duda la existencia de este registro primario de la información auditiva.

Lo mejor es empezar por leer la lectura recomendada: J.M. Ruiz Vargas (1991), *Psicología de la memoria* (cap. 3), Madrid: Alianza.

Asimismo, podéis leer un artículo original de Crowder y Morton (1969) en el libro: M.V. Sebastián (1983), *Lecturas de psicología de la memoria*, Madrid: Alianza.

### **Resumen**

La memoria sensorial ocupa un terreno fronterizo entre los procesos que denominamos *percepción* y los que llamamos *memoria*.

La función de la memoria icónica consiste en alargar la duración de los estímulos visuales para que puedan procesarse.

La huella icónica es una réplica completa del estímulo visual que todavía no se ha interpretado semánticamente.

La función de la memoria ecoica consiste en alargar la duración de los estímulos auditivos para que puedan procesarse.

### 3. La memoria de trabajo

#### 3.1. Introducción al concepto de *memoria de trabajo*

En primer lugar, conviene que sepáis que el término *memoria de trabajo* es la traducción del término original inglés de *working memory*. Además de traducirse por *memoria de trabajo*, en la literatura sobre la memoria lo encontraréis traducido por otros términos como el de *memoria operativa* o *memoria en funcionamiento*. Es indiferente cuál de estos términos se utilice, dado que todos ellos significan lo mismo.

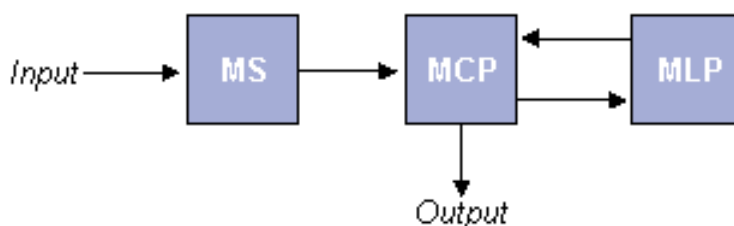
##### 3.1.1. La aparición del modelo de memoria de trabajo

El concepto de **memoria de trabajo**, que desarrollaron Baddeley y Hitch (1974) es **heredero de otros conceptos** que se utilizaron a lo largo de la historia de la Psicología para referirse a un tipo de entidad psicológica que **mantiene y maneja temporalmente la información** relevante para lo que se está haciendo en cada momento.

A principios del siglo xx, ya **William James** introduce el concepto de *memoria primaria* para referirse a la información de que el sujeto es consciente en cada momento y constituye el presente psicológico del sujeto.

Durante los **años cincuenta y sesenta** surge el concepto de *memoria o almacén a corto plazo* (Broadbent, 1958; Atkinson y Shiffrin, 1968) dentro de los primeros modelos que intentan dar una explicación global de los diferentes sistemas o estructuras que componen la memoria humana. Estos modelos (los denominados *modelos modales* o *modelos multialmacén*) ya recogen la división de la memoria humana en tres grandes sistemas: memoria sensorial (MS), memoria a corto plazo (MCP) y memoria a largo plazo (MLP).

##### Ejemplo



El modelo modal o multialmacén de la memoria humana de Atkinson y Shiffrin (1968) encuadra la memoria a lo largo de dos grandes dimensiones:

a) **Los componentes o características estructurales**, que son los aspectos fijos e inmutables, y que ya recoge una división de la memoria humana en tres grandes sistemas: un sistema de memoria sensorial, más o menos en los mismos términos en que la habéis visto explicada en el apartado anterior de conocimiento; un sistema de memoria sensorial; un sistema de memoria a corto plazo encargado del almacenamiento durante unos cuantos segundos de un número limitado de elementos de información; y un sistema de memoria a largo plazo en que la información puede permanecer de manera ilimitada en el tiempo y de capacidad de almacenamiento virtualmente ilimitada.

b) **Los procesos de control** que representan el elemento dinámico. Son procesos transitorios bajo el control del sujeto, que dependen de factores como las instrucciones, las características de la tarea o del sujeto y que consisten en procesos o procedimientos de codificación, operaciones de repaso y estrategias, que son seleccionados, contruidos y utilizados opcionalmente por el sujeto y que pueden variar de una tarea a otra.

Como podéis apreciar, aunque Atkinson y Shiffrin aluden a los procesos de control, el modelo se desarrolló, principalmente, en sus componentes estructurales y describió el hipotético flujo de la información a lo largo de sus tres diferentes estructuras, que es lo que queda representado en el diagrama de flujo de su modelo.

Al hablar de memoria a corto plazo, conviene que distingáis entre la referencia a un **sistema de memoria**, que mantiene la información durante un periodo breve de tiempo, pero que puede participar en otros procesos que hacen que la información se mantenga durante periodos muy largos, y la referencia a un tipo de **tarea de memoria**, que exige del sujeto la retención a corto plazo de una información, pero en la que seguro que están implicados los otros sistemas, además del almacén a corto plazo.

Fijaos en que la MCP tiene un papel análogo a la memoria de trabajo en el esquema general que habéis visto en el apartado en que estudiasteis el esquema general de los sistemas de la memoria. Sin embargo, entre la concepción del MCP que se tenía en los años sesenta del s. XX y el concepto actual de *memoria de trabajo* existen **dos diferencias notables**, que son las siguientes:

- En los años sesenta se concibe el MCP fundamentalmente como un **sistema de almacenamiento** temporal de la información y no como un sistema de procesamiento (manipulación) de la información.
- En los años sesenta, se concibe el MCP como una **entidad global y única** y no como un conjunto de diferentes subsistemas que funcionan coordinadamente.

Durante los años cincuenta y sesenta existen un número ingente de estudios de laboratorio que investigan el MCP, que cristalizan en una **explicación general** que es el modelo modal o multialmacén de Atkinson y Shiffrin (1968). Sin embargo, el desarrollo de la investigación del MCP durante aquel tiempo acumuló una serie de **problemas graves**, que son los siguientes:

Algunos de aquellos trabajos tuvieron una repercusión extraordinaria, dado que contribuyeron a la aparición y al impulso de la conocida como *Psicología cognitiva* o del *procesamiento de información*, además del conocimiento empírico de la memoria humana. Por ejemplo, el trabajo de Miller sobre la capacidad de la MCP, el trabajo de los Peterson sobre la persistencia temporal de la información en la MCP, o los trabajos de Sternberg sobre los procesos de recuperación de información en la MCP. Si leéis cualquier manual sobre memoria humana, seguro que encontraréis referencias a estos trabajos.

- Aunque se da por descontada la participación del almacén o memoria a corto plazo en todas las tareas cognitivas que el ser humano lleva a cabo, no se investiga, de hecho, esta participación.

- Aunque a la MCP se le atribuyen funciones de almacén y de procesamiento de información, la investigación de esta última no se trata.
- La investigación experimental se fraccionó en ámbitos cada vez más específicos, carentes de validez ecológica y, sobre todo, para los que una explicación excesivamente simple como la que proporciona el modelo modal de Atkinson y Shiffrin (1968) es claramente insuficiente.
- Aparecen datos neuropsicológicos que ponen en duda la participación del MCP en las tareas cognitivas.

Aparece un estudio de Shallice y Warrington (1970) con el paciente K.F., que sufría un grave déficit de almacenamiento a corto plazo y, sin embargo, no presentaba una alteración significativa en habilidades cognitivas complejas como la comprensión, la memoria y el aprendizaje. Por tanto, la realización de las tareas cognitivas necesita más cosas que el almacenamiento a corto plazo.

A principios de los setenta, la investigación sobre MCP parecía que se fragmentaba en vez de ser capaz de integrar muchos resultados que la investigación experimental estaba generando en una teoría global.

Baddeley y Hitch (1974) consideraron que la vía adecuada para dar una visión coherente sobre el MCP es preguntarse lo siguiente:

¿Para qué sirve el MCP?

Una buena manera de aproximarse al concepto de memoria de trabajo y sus funciones es pensar que durante la ejecución de múltiples tareas cognitivas necesitamos **tener representados y manejar al mismo tiempo** diferentes tipos de información, como la siguiente:

- Los productos de los análisis perceptivos de la información exterior que entra.
- Fragmentos de información recuperados del MLP que son relevantes para la tarea que se lleva a cabo.
- Productos parciales de los procesos que se ejecutan que requieren más procesamiento a partir de información posterior.
- Los planes de respuesta que se elaboran para las salidas verbales o motrices.

### **Reflexión**

Pensad actividades cognitivas como las siguientes:

- Multiplicar mentalmente  $43 \times 25 =$  (sin el apoyo del bolígrafo y el papel, y mirando sólo unos instantes la operación que debe hacerse).
- Comprender lo que nos está diciendo una persona que habla con nosotros.



Ahora, teniendo en cuenta lo que hemos dicho sobre los diferentes tipos de información que debemos representar y manejar temporalmente, pensad qué tipos de información utilizamos temporalmente para llevar a cabo estas tareas. Escribir vuestra reflexión en una hoja os servirá para aclarar las ideas. Compartid vuestra reflexión con los compañeros.

Baddeley y Hitch desarrollaron un procedimiento experimental denominado **método de la tarea secundaria**, que se demostró que, en un primer momento, era muy útil para determinar algunas cualidades de la memoria de trabajo y, con posterioridad, para profundizar en el conocimiento de los subsistemas que la componen.

### 3.1.2. El procedimiento experimental de la tarea secundaria

Baddeley y Hitch (1974) partieron del supuesto de que el almacén a corto plazo funciona como una memoria de trabajo temporal que, al mismo tiempo, nos ayuda a llevar a cabo una serie de tareas cognitivas.

La idea básica de Baddeley y Hitch es que el MCP es un sistema de recursos limitados y que estos últimos se distribuyen continuamente entre dos tipos de funciones: almacén y procesamiento (manipulación de la información).

#### Ejemplo

Para entender por qué decimos que la MCP o la memoria de trabajo (como la llamamos ahora) constituye un sistema de **recursos limitados**, pensad que nuestras capacidades de almacenamiento y procesamiento temporal a corto plazo son muy limitadas. Por ejemplo, podemos retener durante un tiempo un número de teléfono que nos acaban de decir, o que hemos leído, porque tiene siete o nueve cifras. Si los números de teléfono tuvieran quince o veinte números, la mayoría no podríamos llevar a cabo esta tarea como lo hacemos ahora. Podemos multiplicar "mentalmente"  $43 \times 25$ . En cambio, sería bastante más complicado si tuviéramos que multiplicar  $2.481 \times 3.420$ . Podemos repetir, al cabo de unos segundos, de manera literal una frase relativamente corta que hemos oído. Si la frase fuera muy larga, probablemente, al cabo de unos segundos, podríamos decir el sentido general de la frase pero no podríamos repetirla literalmente. Podemos conducir y hablar con nuestro compañero de viaje al mismo tiempo; sin embargo, si la situación del tráfico se vuelve complicada (por ejemplo, llegamos a un cruce complicado o peligroso), probablemente deberemos abandonar la conversación momentáneamente.

Baddeley y Hitch (1974) decidieron investigar el rendimiento de los sujetos al ejecutar tareas que se supone que dependen del MCP y que requieren un cierto **procesamiento** de información, mientras que, al mismo tiempo, están **reteniendo** series de dígitos.

Siguiendo la lógica de los recursos limitados, se plantearon la **hipótesis** siguiente, que define la **lógica de este experimento**: si el MCP es un sistema de recursos limitados que se distribuyen cuando se precisa entre funciones de almacenamiento y funciones de procesamiento, entonces cuantos más recursos requiera una de estas funciones, menos recursos podrán dedicarse a la otra. Si las dos tareas dependen de sistemas diferentes, entonces podrán ejecutarse sin interferencia de una sobre la otra.

## El experimento de la doble tarea

**Procedimiento experimental** en cada ensayo:

1) En primer lugar, se presentaba a los sujetos una serie de dígitos (al azar entre cero y ocho) para que los recordaran. A continuación, se les pedía que, justo después de la presentación, los empezaran a repetir en voz alta. Por ejemplo:

4 9 5 6 1 2

2) Inmediatamente después, se les proponía a los sujetos una tarea de razonamiento simple consistente en juzgar la verdad o falsedad de la relación entre una frase y un ejemplo que se les presentaba. Por ejemplo:

**Frase:** "A sigue a B" **Ejemplo:** AB

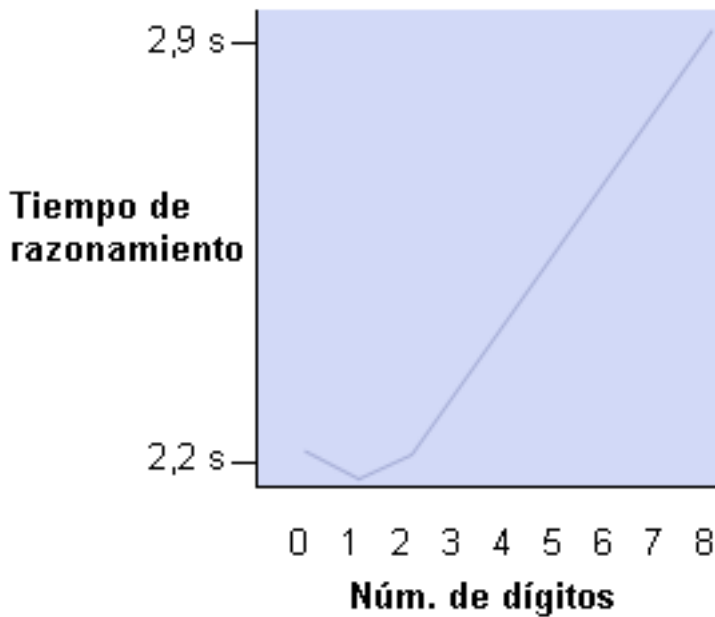
3) Los sujetos respondían lo más rápido posible a la tarea de razonamiento. En el ejemplo anterior, responderían *falso*.

4) Por último, inmediatamente después de la respuesta anterior, los sujetos recordaban en voz alta y por última vez la lista de dígitos del principio (para asegurarse que todavía la conservan en su MCP).

Este procedimiento se repetía a lo largo de muchos ensayos en los que, al azar, el sujeto debía mantener listas de números de longitud variable: entre cero (es decir, ensayos en que no había lista y los sujetos sólo debían hacer la tarea de razonamiento y, por consiguiente, tenía plenos recursos para realizarla) y ocho dígitos (una cantidad que se imaginaba que "llenaba" el MCP y que, por tanto, dejaba pocos recursos o ninguno para la tarea de razonamiento).

### Resultados del experimento:

Juzgados, **a primera vista**, veis que el tiempo de verificación de las frases, en general, aumenta sistemáticamente según la carga de dígitos.



Sin embargo, los resultados de los experimentos no tienen que juzgarse a primera vista, y esta vez hay **dos cuestiones** en estos resultados que **no permiten una interpretación simple**:

- **Cuando la carga era de uno o dos dígitos, no se producía ninguna perturbación.** Dicho de otra manera: no se obtuvieron diferencias significativas desde un punto de vista estadístico, entre las condiciones en las cuales la carga de dígitos era de cero, uno y dos. Fijaos que, si estuviéramos hablando de un sistema único de recursos limitados, debería producirse la interferencia entre las dos tareas desde el primer momento. Es decir, desde que la carga de dígitos que el sujeto debe retener es de uno.
- **Cuando la carga es de ocho dígitos, no se colapsa la tarea,** sino que sólo aumenta el tiempo que invierten los sujetos en dar respuesta a la tarea de razonamiento.

Daos cuenta de que, tomados en conjunto, estos resultados **son inconsistentes con un concepto unitario de MCP**, dado que, por un lado, las dos tareas deberían interferirse desde el principio y no a partir de tres dígitos; y por el otro, con una carga de ocho dígitos basta para ocupar toda la capacidad del MCP e impedir la tarea de razonamiento.

Éstos y, sin duda, muchos otros resultados llevaron a Baddeley y Hitch a pensar que el MCP no podía considerarse un sistema único, sino que debía empezarse a pensar en un conjunto de sistemas especializados al que denominaron *memoria de trabajo*.

## El modelo de memoria de trabajo

Es una **explicación multicomponente del MCP** en que encajan mejor todos los datos obtenidos, no sólo en los experimentos de doble tarea, sino gran parte de la investigación desarrollada en los años sesenta y setenta.

La memoria de trabajo estaría compuesta por tres sistemas separados pero interactuantes: **el ejecutivo central, el bucle articulatorio y la agenda visoespacial**.

El ejecutivo central es el responsable del procesamiento y el almacenamiento temporal de los productos de sus procesos. Este componente puede **delegar funciones de almacenamiento** en los otros **dos sistemas dependientes**: el **bucle fonológico**, para el mantenimiento de la información verbal y la repetición subvocal, y la **agenda visoespacial**, para mantener las imágenes visuales y los componentes espaciales.

¿Cómo se interpreta, desde el modelo de memoria de trabajo, los resultados del experimento de la doble tarea? Fijaos que, hasta que la lista de números que los sujetos deben retener no es de tres o más dígitos, no se producía interferencia. Ello se debe a que el ejecutivo central de la memoria de trabajo, cuando la carga es pequeña (uno o dos dígitos), delega la función de retener estos dígitos al bucle fonológico o a la agenda visoespacial y, por consiguiente, tiene plenos recursos de almacén y procesamiento para llevar a cabo la tarea de decisión sobre la frase. Es decir, en aquel momento las tareas se están ejecutando por sistemas diferentes y, por ello, no se molestan la una a la otra. Cuando la carga empieza a ser de tres o más números, el ejecutivo central debe empezar a dividir sus recursos limitados entre las dos tareas (la de almacenar la lista de números y la de decidir sobre la frase) y, por ello, empieza a haber cierta interferencia entre sí. Entonces, la interferencia es mayor cuanto mayor es la longitud de la lista que el sujeto precisa retener. Por último, ved que, incluso cuando la lista es de ocho números, el ejecutivo central todavía conserva recursos como para poder ejecutar la tarea con la frase. Sin duda, si aumentáramos la longitud de las listas de números por encima de ocho, o bien incrementáramos la complejidad de la tarea que el sujeto debe hacer al mismo tiempo, podríamos llegar a colapsar los recursos limitados del sistema y, por tanto, hacer imposible la ejecución al mismo tiempo de las dos tareas.

Podéis encontrar la transición del modelo de MCP al modelo de memoria de trabajo descrita con mayor detenimiento al estudiar las páginas siguientes:

A. Baddeley (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica* (cap. 4, p. 57-60). Madrid: McGraw-Hill.

En los próximos apartados de este módulo iremos viendo con **más detalle** cada uno de los subsistemas componentes de la memoria de trabajo.

### Resumen

Durante los años sesenta se concebía el MCP como un sistema unitario cuya función primordial era el almacenamiento temporal de la información.

Un procedimiento experimental muy fructífero para demostrar las funciones de almacén y de procesamiento del MCP fue el método de la tarea secundaria.

Los resultados con el método experimental de la tarea secundaria, junto con la reinterpretación de muchos experimentos desarrollados hasta entonces, llevaron a Baddeley y Hitch a reinterpretar el MCP como un sistema formado por tres componentes, que denominaron *memoria de trabajo*.

### 3.2. La memoria de trabajo: el bucle fonológico

El bucle fonológico es un subsistema de especial importancia en la codificación de los aspectos fonético-articulatorios del lenguaje en la memoria de trabajo.

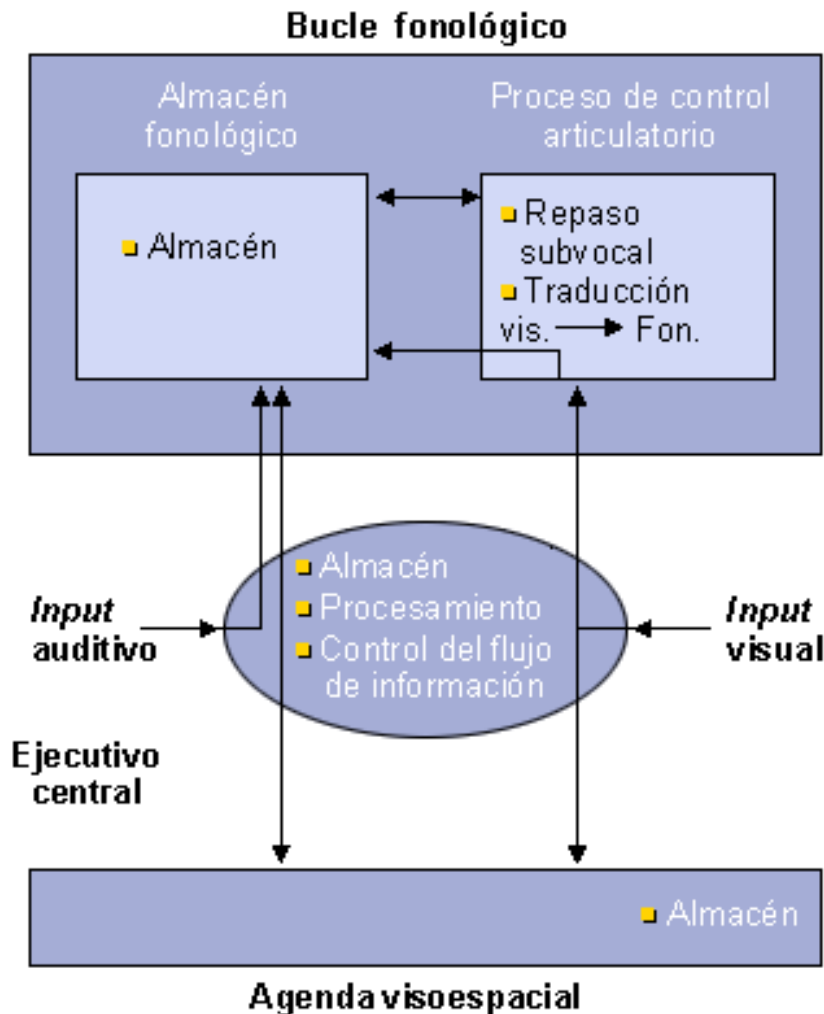
El bucle fonológico constituye el componente **más conocido y mejor desarrollado** del modelo de memoria de trabajo, probablemente, porque es el más simple y porque había una gran cantidad de datos experimentales obtenidos previamente.

En ocasiones, el **bucle fonológico** también se denomina ***bucle articulatorio***, puesto que es un sistema que no sólo representa la información lingüística que recibamos en códigos fonéticos (en su sonido), sino que también maneja los programas motrices que posibilitan la articulación de lenguaje (los programas que hacen que, cuando hablamos, movamos adecuadamente los órganos fonatorios). Aquéllos se manifiestan en la ejecución de dos funciones: el repaso vocal o subvocal de la información verbal.

**El bucle fonológico consta de dos componentes** o subsistemas:

- 1) Un **almacén fonológico** con capacidad para retener información basada en los códigos fonológicos del lenguaje.
- 2) Un **proceso de control articulatorio** basado en el habla interna o subvocal, que cumple las dos funciones siguientes:
  - a) Refrescar, mediante el repaso, las huellas fonéticas del almacén fonológico.
  - b) Traducir la información verbal que entra por la vía visual cuando leemos en un código fonológico.

## Representación detallada de la memoria de trabajo



Las huellas producidas por la información verbal que recibimos (vía auditiva o visual), representadas en un código fonológico y mantenidas en el almacén fonológico, **se desvanecen** y se hacen irrecuperables después de **un segundo y medio** aproximadamente.

Sin embargo, estas huellas **pueden reactivarse** por un proceso de lectura dentro del **proceso de control articulatorio**, el cual vuelve a realimentar el almacén fonológico. Éste es el proceso que subyace bajo el repaso subvocal, que puede hacer que la información se mantenga todo el tiempo que se esté ejecutando este proceso.

### Ejemplo

No penséis en nada extraño. Simplemente, nos referimos a lo que hacemos con gran asiduidad al repasar mentalmente una información para mantenerla temporalmente en nuestra memoria. Por ejemplo, cuando nos dicen un teléfono que no conocemos al que queremos llamar y vamos repitiéndolo mentalmente hasta que llegamos al teléfono y lo marcamos.

Estos procesos operan tanto con el lenguaje oral cuando escuchamos hablar, como con el lenguaje escrito que recibimos cuando leemos.

Cuando la información verbal nos llega por **vía auditiva**, se representa directamente e inevitablemente en el almacén fonológico; y, cuando la información verbal nos llega por **vía visual**, cuando leemos, el proceso de control articulatorio traduce esta información de un código gráfico a uno fonológico.

¡Alerta! Lo que acabamos de decir no implica que la información verbal que recibamos sólo se represente en estos códigos fonológicos. Cualquier información verbal que nos llega, escuchando o leyendo, **puede, asimismo, representarse de otras maneras**: puede activar significados más o menos abstractos y puede generar la formación de imágenes mentales. El tema de las imágenes mentales lo veréis en el apartado siguiente y en el módulo "La representación del conocimiento en la memoria".

### 3.2.1. Evidencia empírica relacionada con el bucle fonológico

Con anterioridad, hemos señalado que el bucle fonológico constituye el subsistema de la memoria de trabajo más conocido, entre otras cosas porque hay un gran volumen de trabajo experimental relacionado con este subsistema. Parte de la investigación desarrollada durante los años sesenta y setenta fue **reinterpretada** a la luz del concepto de bucle fonológico introducido por Baddeley y Hitch (1974) dentro de su modelo de memoria de trabajo.

En el resto de este apartado repasaremos con brevedad la investigación de una serie de **fenómenos muy relacionados** con el bucle fonológico. Ello os ayudará a entender mejor las características que definen este sistema.

#### El efecto de similitud fonológica

Antes de que sepáis en qué consiste el efecto de similitud fonológica, empecaremos a hacer un **pequeño experimento** de estar por casa. Decimos *de estar por casa* porque, sin duda, no podemos pretender que, sin el control experimental que hay cuando los experimentos se hacen en un laboratorio, los resultados nos salgan siempre como en aquéllos. En cualquier caso, también comentaremos cómo salieron los resultados en el experimento original para que podáis comparar.

## Actividad

Os presentamos dos listas de palabras en la pantalla, una detrás de la otra, para que las leáis e intentéis recordarlas. Inmediatamente después que desaparezca la primera lista, anotad todas las palabras que recordéis en una hoja. Haced lo mismo con la segunda lista. Si habéis entendido bien las instrucciones y tenéis a mano una hoja y un lápiz, pulsad el botón Continuar, si no repasadlas otra vez.

Continuar



El efecto de la similitud fonológica consiste en el hecho de que el recuerdo serial inmediato de elementos (letras, sílabas o palabras) similares fonéticamente es más difícil que el de elementos diferentes fonéticamente.

La cuestión de si el **aspecto decisivo** de la similitud son los sonidos, los fonemas o las instrucciones articulatorias todavía no está clara a partir de la investigación desarrollada.

Se supone que el efecto de similitud fonológica tiene lugar porque el almacén maneja un código fonológico y, por consiguiente, los elementos parecidos tendrán representaciones similares, con lo que serán más difíciles de discriminar y comportarán un nivel inferior de recuerdo.

En el experimento que habéis pasado, las listas de palabras se os presentaban visualmente. Sin embargo **¿qué habría sucedido si en lugar de leer las listas de palabras, se os hubieran presentado auditivamente? Lo mismo.** La lista de palabras similares habría sido más difícil de recordar que la de las palabras diferentes. Unos experimentos de Conrad y Hull (1964) demostraron que, cuando se presentaban visualmente a los sujetos listas de letras, las confusiones que se producían estaban relacionadas con letras de sonido similar y no letras de grafía similar. Con lo que se demuestra la **función del proceso de control articulatorio de traducción de códigos visuales a códigos acústicos.**

**El efecto del habla no atendida**



El efecto del habla no atendida se produce cuando el sujeto precisa retener una cantidad de elementos presentados visualmente y, al mismo tiempo, se le presenta material verbal hablado irrelevante al cual el sujeto no debe atender. Entonces su rendimiento en la tarea de memoria se deteriora.

### Actividad

Vosotros mismos podéis hacer de experimentadores para comprobar el efecto del habla no atendida utilizando la segunda lista de palabras del experimento anterior (las palabras diferentes desde un punto de vista acústico). Presentad la lista durante diez segundos a varios sujetos para que la lean (a cada uno por separado) y pedidles que la recuerden como habéis hecho vosotros. Intentad que estos sujetos lean y recuerden la lista en condiciones ambientales de silencio (no es preciso que sea absoluto). Haced lo mismo con otro grupo de sujetos, pero conectad una radio, en la que se oigan a personas hablando, que el sujeto pueda escuchar (no es necesario que el volumen sea muy alto pero que el habla sea claramente audible, mientras los sujetos leen la lista durante diez segundos). Antes de empezar, decid a este grupo de sujetos que no hagan nada de caso de la radio y se concentren en la tarea que deben hacer.

Si se produce el efecto del habla no atendida (como se produciría en condiciones de laboratorio), los sujetos que hagan la tarea con la radio puesta obtendrán un nivel de recuerdo más bajo que el otro grupo.

El efecto del habla no atendida se produce siempre que aquello que el sujeto reciba como información no atendida tenga **naturaleza verbal**. Es decir, el efecto del habla no atendida se produciría igual con habla que el sujeto entiende, como con habla en un idioma que el sujeto no entiende en absoluto, así como con un conjunto de sílabas sin sentido.

El efecto del habla no atendida se produce porque los elementos fonológicos de la información verbal, aunque no se preste atención a esta última, tienen acceso, directo e inevitable, al almacén fonológico desplazando e interfiriendo la información que hay allí.

En el caso del experimento del ejercicio, el habla que surge de la radio invadiría el almacén fonológico del sujeto interfiriendo con las palabras que el sujeto está intentando retener para llevar a cabo la tarea que le habéis propuesto. El efecto del habla no atendida es **indiferente a la intensidad de ésta**, siempre que sea claramente audible.

**¿Puede acceder cualquier sonido al almacén fonológico?** La evidencia empírica sugiere que no, dado que no se han conseguido demostrar efectos perturbadores equivalentes a las palabras con ruido no atendido. Ello no significa que el ruido no tenga ningún efecto perturbador, sino que éste no es tan grande como el del habla. Todos sabemos lo que puede estorbarnos el ruido cuando intentamos concentrarnos en alguna actividad.

**¿Tiene un efecto perturbador la música no atendida?** Esta pregunta es relevante porque muchas personas están acostumbradas a estudiar con música. La experimentación sobre este tema ha demostrado que, si la música va acompañada de habla, es decir, si a la música le acompaña el canto (sea o no comprensible), el efecto es equivalente al del habla no atendida. El efecto perturbador es muy inferior en el caso de la música estrictamente instrumental.

**¿Se debe evitar estudiar con la radio puesta?** Si nos atenemos exclusivamente a lo que acabamos de decir, la respuesta inequívoca sería que sí. Sin embargo, la cuestión es más compleja. El estudio constituye un hábito en el que están implicados muchos más factores, al margen del efecto de habla no atendida que nos "autoadministramos". Hay personas que están habituadas a estudiar con la radio puesta y serían incapaces de hacerlo si no es en estas condiciones. Por consiguiente, a no ser que estas personas estén dispuestas a sustituir este hábito (con el gasto de tiempo y esfuerzo que ello implica) por el hábito más aconsejable de estudiar en silencio, será mejor que estudien sometidos a efectos de habla no atendida que no que no estudien nada.

### El efecto de la longitud de las palabras

Como en el caso del efecto de similitud fonológica, empezaremos ahora por hacer un pequeño experimento que nos ponga de manifiesto el efecto de la longitud de las palabras.

#### Actividad

Escucharéis una lista de cinco palabras. Cuando acabéis de escucharla, escribid en un papel todas las que recordéis. Si estáis preparados y disponéis de papel y lápiz, tenéis que pulsar el botón Continuar.

Continuar



El efecto de la longitud de las palabras puede definirse diciendo que la cantidad de palabras que podemos recordar de manera inmediata disminuye a medida que aumenta la longitud de las palabras que debemos recordar.

Sin embargo, **¿cuánta información podemos recordar de manera inmediata?** Durante los años cincuenta y sesenta, los investigadores de la memoria acuñaron el término **amplitud de memoria** para referirse a la cantidad de información que la MCP podía retener y recuperar después de una presentación de manera inmediata. Según Miller (1956), la amplitud de memoria que el su-

jeto podía manejar como una unidad estaba en torno a los siete elementos de información (ya fueran letras, sílabas, palabras, ideas o cualquier cosa que el sujeto pudiera codificar como una unidad de información).

### **Bibliografía**

En el libro de M. V. Sebastián (1983), *Lecturas de psicología de la memoria*, Madrid: Alianza, se puede leer la traducción del artículo original de Miller (1956), El mágico número  $7 \pm 2$ . Algunas limitaciones en nuestra capacidad para el procesamiento de información.

En su artículo El mágico número  $7 \pm 2$ . Algunas limitaciones a nuestra capacidad para el procesamiento de información, Miller señala que la memoria inmediata o a corto plazo tiene una capacidad limitada a un número finito de elementos. Este número de elementos que el sujeto puede manejar oscila entre  $7 \pm 2$ . Mientras el número de unidades es fijo y limitado, la cantidad de información contenida en cada unidad variará según la codificación. Miller desarrolla así la noción del organismo como un aparato de procesamiento de la información, con *capacidad limitada*, pero superable gracias a la *codificación*. Miller introdujo el término *chunk* para referirse a la unidad de retención o de información de la memoria a corto plazo. Un *chunk* se definiría como 'una unidad de significado de acuerdo con alguna regla o patrón familiar'.

Así, por ejemplo, un número de teléfono como 9-7-2-2-5-2-0-0-1 tiene nueve unidades que estarían en el límite de la capacidad; sin embargo, se puede recodificar en unidades de información mayores, es decir, en un número más pequeño de *chunks* si procesamos 972 (prefijo de Gerona), 25 (número inicial de los teléfonos de Cadaqués), 20-01 (año del ataque a las torres gemelas de Nueva York). De esta manera, habría quedado reducido a tres unidades.

Los investigadores de los cincuenta y sesenta tenían una visión más simple de las cosas y, como hemos visto en el apartado anterior, consideraban el MCP como un sistema único y simple. Ahora acabamos de ver que la cantidad de palabras que las personas podemos recordar de manera inmediata después de una presentación depende, entre otras cosas, de la longitud de estas palabras. Asimismo, sabemos, a partir del concepto de *memoria de trabajo*, que el MCP es un conjunto de sistemas y que, por consiguiente, a esta capacidad que denominamos *amplitud de memoria contribuirán las capacidades de almacenamiento de los tres sistemas* que componen la memoria de trabajo.

De hecho, desde un punto de vista experimental, se ha demostrado que la cantidad de información que cabe en el almacén fonológico sería el número de elementos que pueden pronunciarse en dos segundos aproximadamente, con independencia de su longitud.

Fijaos que podemos mantener sin problemas la lista de palabras cortas del experimento del ejercicio, puesto que nuestro proceso de control articulatorio **puede pronunciarla subvocalmente** en menos de dos segundos. La segunda lista, la de las palabras largas, a menos que uno tenga unas extraordinarias dotes para la pronunciación rápida, es poco probable que la pronunciamos completa en dos segundos.

Se ha demostrado experimentalmente que hay una correlación positiva entre la velocidad con que habla el sujeto y su amplitud de memoria.

La variable crítica es la **duración de la pronunciación** más que el número de sílabas, puesto que la pronunciación de las diferentes sílabas es muy variable. Cuando se ha comparado la amplitud de memoria por palabras del mismo número de sílabas, pero con diferentes duraciones de pronunciación, se obtiene menos amplitud de memoria para las palabras que cuestan más tiempo en ser articuladas.

Ellis y Hennely (1980) observaron que en los resultados del subtest de amplitud de dígitos (una prueba en la que se le presentan al sujeto listas de números de diferente longitud, que el sujeto debe recordar de manera inmediata) de la escala de inteligencia de Wechsler los sujetos galeses obtenían resultados peores que los ingleses a causa de la duración de la pronunciación de los dígitos en un idioma y el otro. Es decir, los sujetos galeses recordaban listas de números de menos longitud que los ingleses, puesto que los números tardan más en pronunciarse en galés que en inglés.

Con posterioridad, se han comparado, en condiciones experimentales, la amplitud de dígitos en diferentes idiomas y se ha obtenido una clara relación inversa con la velocidad de pronunciación.

Otro aspecto que se ha comprobado es que la amplitud de dígitos tiende a aumentar sistemáticamente con la edad, porque los niños tienden a desarrollar su velocidad de pronunciación.

### El efecto de la supresión articulatoria

Aquí también empezaremos por hacer un pequeño experimento de estar por casa. Haced clic sobre el icono para empezar.

#### Actividad

De nuevo os presentamos, esta vez por escrito, una lista de palabras para que las recordéis de manera inmediata. Cuando estéis listos y tengáis en la mano un papel y un lápiz, pulsad el botón Continuar.

Continuar

El efecto de la supresión articulatoria consiste en el hecho de que la amplitud de memoria, para información presentada auditiva o visualmente, se reduce si, a su vez, se pide a los sujetos que articulen vocal o subvocalmente cualquier cosa.

Esto sucede porque la articulación de un elemento irrelevante, como en el caso del experimento del ejercicio con la sílaba *ta*, **ocupa el proceso de control articulatorio**, impidiendo que se utilice para mantener la información que se encuentra presente en el almacén fonológico, en nuestro caso la lista de palabras.

Asimismo, podría tener el **efecto colateral** de introducir información irrelevante (en el caso del experimento del ejercicio, la sílaba *ta*) en el almacén fonológico, y desplazar la información que el sujeto debe reproducir. Es decir, se produciría un efecto colateral de habla no atendida.

### 3.2.2. ¿Para qué sirve el bucle fonológico?

Hasta ahora, hemos visto toda una serie de fenómenos relacionados con el bucle fonológico que se han contrastado de manera consistente en los experimentos de laboratorio. Estos fenómenos nos informan de algunas de las cualidades de los dos componentes de aquél: el almacén fonológico y el proceso de control articulatorio. Sin embargo, **el bucle fonológico debe cumplir algún papel en la cognición cotidiana**, en las cosas que hacemos continuamente. Ya hemos señalado que, por sus características, debe estar muy relacionado con el lenguaje. Ahora repasaremos brevemente algunas cuestiones vinculadas con ello.

#### El bucle fonológico y el aprendizaje de la lectura

Parece que uno de los problemas comunes con que se encuentran los niños que tienen dificultades para leer (sin que se den otros problemas cognitivos) es una **amplitud de memoria disminuida**. Asimismo, estos niños rinden poco en tareas que implican manipulación fonológica, aunque no sean tareas de memoria.

Se ha demostrado una relación recíproca con el desarrollo de la lectura y el rendimiento en amplitud de memoria, así como entre el desarrollo de la lectura y el conocimiento fonológico. **Parece ser que aprender a leer mejora el rendimiento en la amplitud de memoria y el conocimiento fonológico, y viceversa.**

En cualquier caso, se ha demostrado que déficits fonológicos iniciales dificultan el inicio de la lectura. Ello nos lleva a pensar que el bucle fonológico es importante para aprender a leer.

## El bucle fonológico y la comprensión del lenguaje

Desde el **punto de vista evolutivo**, el bucle fonológico no es probable que surgiera para dar respuesta a las demandas del aprendizaje de la lectura, puesto que esta última es muy reciente desde el punto de vista filogenético. Lo más plausible es que el bucle fonológico surgiera en relación con la producción y comprensión del lenguaje.

De ello se deduciría que los animales, que no hablan, no habrían desarrollado un sistema tan sofisticado y especializado como el bucle fonológico. ¿Tendrá algo que ver con lo que dicen los expertos entrenadores de perros con respecto al hecho de que las instrucciones verbales que se transmiten a estos animales deben ser muy cortas?

Una posibilidad que se planteó en un principio fue que el bucle fonológico nos sirviera en la comprensión del lenguaje puesto que, cuando leemos o escuchamos, necesitamos retener literalmente la información inicial de las frases hasta que éstas concluyen y podemos analizarlas completas desde el punto de vista gramatical. Sin embargo, existen pacientes con lesiones neurológicas que afectan al bucle fonológico que **comprenden frases más largas de las que pueden almacenar**. Por consiguiente, puede ser que el bucle fonológico sirva para comprender el lenguaje a partir de almacenar los sonidos de la frase completa para después analizarla gramaticalmente.

Parece que la función fundamental que cumple el bucle fonológico sería ayudar a resolver el problema de la complejidad gramatical (interacción entre elementos sintácticos, semánticos y la carga de memoria).

Al margen de su longitud, cuando una frase es compleja desde el punto de vista gramatical, introduce una carga de memoria considerable y se ha demostrado que los pacientes con problemas en el bucle fonológico no pueden superarla.

### Ejemplo

Fijaos en estas dos frases:

- El perro persigue al niño mayor.
- El niño a quien persigue el perro es mayor.

Las dos frases significan exactamente lo mismo; sin embargo, la complejidad gramatical de la segunda y, por consiguiente, las demandas que nos haría su análisis en el bucle fonológico serían mayores.

## El bucle fonológico y la adquisición de vocabulario

Gathercole y Baddeley (1989) encontraron una relación entre los niños que tenían dificultades de lectura, vocabulario y ortografía, y su habilidad en una **prueba de repetición de pseudopalabras**. Esta prueba pondría de manifiesto el estado de **desarrollo del bucle fonológico de los niños**.

La prueba de repetición de pseudopalabras, como su nombre indica, consiste en ir diciendo al niño elementos que son conjuntos de sílabas pronunciables, que no se corresponden con ninguna palabra del idioma (por ejemplo, *casmeta* o *simbaco*), y pedirle al niño que repita inmediatamente la pseudopalabra.

Estos investigadores también constataron que en niños que **todavía no habían aprendido a leer** se observaba una clara relación entre un test de repetición de pseudo-palabras y su nivel de vocabulario medido por medio del señalamiento de dibujos.

Estos datos parecen indicar la importancia del bucle fonológico en la adquisición del vocabulario.

En este apartado hemos repasado con brevedad los contenidos relacionados con el bucle fonológico. Podéis **profundizar en el conocimiento** del bucle fonológico en:

A. Baddeley (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica* (cap. 4). Madrid: McGraw-Hill.

### Resumen

El bucle fonológico es un componente de la memoria de trabajo que, a su vez, está compuesto por otros dos subsistemas: el almacén fonológico y el proceso de control articulatorio.

Varios fenómenos ponen de manifiesto las cualidades de estos dos subsistemas: el efecto de la similitud fonológica, el del habla no atendida, el de la longitud de las palabras y el de la supresión articulatoria.

El bucle fonológico es un sistema muy relacionado con el procesamiento del lenguaje. En concreto, se ha demostrado su relación con la comprensión del lenguaje, la adquisición del vocabulario y el aprendizaje de la lectura.

### 3.3. La memoria de trabajo: la agenda visoespacial

En el apartado anterior hemos repasado las características fundamentales del bucle fonológico. De la misma manera que este último, la agenda visoespacial es un sistema de representación y mantenimiento temporal de la información especializado. La agenda visoespacial, como el bucle fonológico, es un sistema subordinado, según el modelo de memoria de trabajo, al funcionamiento del ejecutivo central, que veremos en el apartado siguiente.

La agenda visoespacial es un componente de la memoria de trabajo especializado en la representación de los componentes visuales y espacial de la información.

Las **imágenes mentales** han sido un tema fundamental dentro de la tradición de desarrollo de algunas técnicas de memoria que veréis en el apartado dedicado a la mejora de **los rendimientos de la memoria**. Muchas de estas técnicas basan su efectividad en el uso de imágenes mentales.

Las imágenes fueron un tema de investigación que interesó a los psicólogos desde la aparición misma de la Psicología científica. Sin embargo, durante la época de predominio del conductismo, el tema de las imágenes se dejó de considerar un ámbito de investigación interesante.

Durante la década de los sesenta; es decir, durante la época de aparición y desarrollo de la Psicología del **procesamiento de información**, resurge la investigación experimental de las imágenes mentales.

Por ejemplo, Paivio (1969) demuestra que uno de los indicadores de la facilidad de recuerdo de una palabra es el grado en que la palabra suscita una imagen. Veréis con mayor detenimiento el trabajo de Paivio en el módulo "La representación del conocimiento en la memoria".

Asimismo, durante estos años se empiezan a investigar, desde una perspectiva experimental, las reglas mnemotécnicas, algunas de ellas utilizadas desde la antigüedad clásica, que basan su efectividad en la creación y manipulación de imágenes mentales.

Una cuestión que suscitó una **gran polémica** entre los investigadores de las imágenes mentales es si los procesos subyacentes son de carácter **analógico o proposicional**. Esta polémica entra de pleno en el tema de la representación que veréis en el módulo "La representación del conocimiento en la memoria" y, por este motivo, aquí no entraremos y daremos por hecho que los seres humanos creamos y manipulamos imágenes mentales con unas cualidades similares a las que tienen las imágenes que percibimos.

Un sistema de representación analógico es aquél en que la representación es continua (por ejemplo, un reloj de esfera y agujas, o uno de los antiguos discos de vinilo), mientras que, en un sistema proposicional, la representación la conforman una serie de pasos discretos (por ejemplo, un reloj digital en que el tiempo se representa por números, o un CD-ROM actual en el que la música, la imagen o lo que sea se representa por secuencia de unos y ceros).

En el caso de las imágenes visuales, teóricos de lo analógico como Kosslyn y Shepard sostienen que el proceso de las imágenes, en sí mismo, está basado en procesos analógicos, mientras que teóricos de la representación proposicional como Pylyshyn argumentan que la sensación introspectiva de poseer imágenes mentales es un epifenómeno, un acompañante irrelevante de una serie de procesos subyacentes que manejan la información visual y espacial operando sobre representaciones proposicionales.

Si no acabáis de entender por completo estos conceptos, no os preocupéis, puesto que en el módulo "La representación del conocimiento en la memoria" se os explicarán extensamente. Por tanto, podéis continuar avanzando en este módulo.

#### Contenido complementario

Galton (1883) realizó un estudio sobre la viveza de las imágenes mentales pidiendo a varias personas que imaginaran su mesa durante el desayuno. Mientras que unos imaginaban la escena de una manera tan rica que parecía que la estuvieran viendo, otros afirmaban que no poseían ninguna imagen.



### 3.3.1. La investigación de las imágenes mentales

Para empezar a conocer las **cualidades** de la imágenes mentales que las personas procesamos hay que recurrir a la investigación experimental que han desarrollado los psicólogos en las últimas décadas. Haremos un repaso muy breve de algunas de las **investigaciones más importantes**. En primer lugar, veremos algunas investigaciones previas a la aparición del concepto de agenda visoespacial dentro del modelo de memoria de trabajo y, con posterioridad, veremos cómo se ha investigado la participación de la agenda visoespacial en procesamiento de la información.

#### Estudios sobre rotación mental

Shepard y Metzler (1971) hicieron una serie de experimentos en que presentaban a los sujetos, en cada ensayo, pares de figuras tridimensionales compuestas por cubos que podían ser idénticas, pero presentadas desde un ángulo diferente, o una podía ser la imagen especular de la otra. La tarea de los sujetos consistía, simplemente, en juzgar si el par de figuras que se les mostraba era la misma figura o no.

Los resultados demostraron que el tiempo que tardaban los sujetos en decidir si la figura era la misma o la imagen especular dependía de la relación angular entre las dos figuras. Es decir, **cuanto mayor era el ángulo en que se presentaban las figuras rotadas, más tiempo tardaban los sujetos en tomar su decisión**.

Estos resultados son coherentes con un proceso mental en que los sujetos rotaran mentalmente una imagen hasta hacerla coincidir, o no, con la otra.

Estudios posteriores demostraron que la rotación podía producirse tanto en profundidad como en un plano y, lo más sorprendente, que la velocidad de rotación **no dependía** de la complejidad de la figura.

#### Estudios de decisiones sobre imágenes mentales

Los estudios sobre rotación mental nos dan alguna indicación sobre cómo las personas somos capaces de manipular en nuestro sistema cognitivo ciertas representaciones con cualidades de imagen. Sin embargo, los estudios que veremos a continuación nos muestran la **similitud entre las imágenes mentales y las imágenes reales** que percibamos.

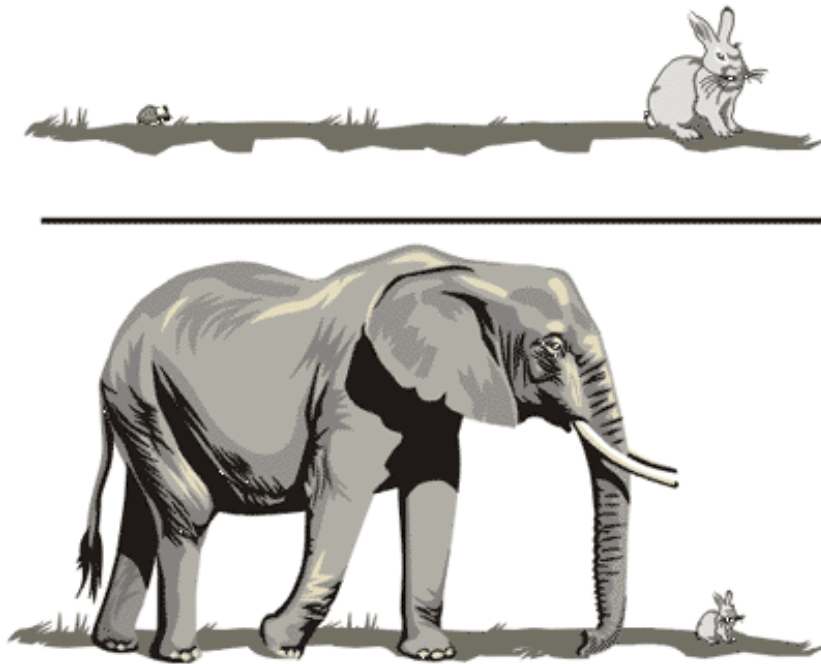
Kosslyn y otros investigadores han desarrollado una serie de estudios en que se pedía a los sujetos que interpretaran información o **tomaran decisiones sobre imágenes mentales** que se les pedía que formaran. Por ejemplo, se re-

quería a los sujetos que imaginaran un edificio de la forma y tamaño que ellos quisieran. Cuando el sujeto decía que había formado una imagen mental del edificio, se les hacía una pregunta sobre la parte más alta del edificio y, seguidamente, se les planteaba otra sobre la parte más baja del edificio. Como es lógico, los sujetos experimentales se imaginaron edificios de altura muy diferente. Lo sorprendente de los resultados fue que el tiempo que invertían los sujetos entre las respuestas a la primera y a la segunda respuesta fue directamente proporcional a la altura, lógicamente estimada, del edificio que se habían imaginado. Los sujetos que había imaginado un edificio alto tendían a tardar más en responder a la segunda pregunta que los que habían imaginado un edificio bajo.



En la misma línea de investigación, Baum y Jonides (1979) pidieron a los sujetos que estimaran las distancias entre lugares de un campus universitario conocido y descubrieron que, cuanto más alejados estuvieran los lugares, más tiempo se invertía en la estimación. El mismo resultado se obtiene cuando los sujetos estiman distancias sobre puntos definidos en **mapas ficticios** que han memorizado, como también podréis ver en el módulo 4.

Los estudios sobre decisiones basadas en imágenes mentales también han demostrado que en las imágenes mentales se reproduce el **efecto de la escala**. En algunos experimentos se pedía a un grupo de sujetos que imaginaran un ratón junto a un conejo. Cuando el sujeto había formado la imagen mental solicitada, se le hacía cualquier pregunta sobre el ojo del conejo. A otro grupo de sujetos se le pedía que formara una imagen mental de un conejo junto a un elefante y se le hacía la misma pregunta. Las respuestas al ojo del conejo fueron más rápidas en el primer grupo que en el segundo.



### Actividad

Para que comprendáis qué queremos decir cuando hablamos de las similitudes entre las imágenes mentales y la percibidas podéis hacer el ejercicio siguiente.

En primer lugar, intentad formar una imagen mental de una mosca puesta sobre la oreja de un elefante. Después, intentad visualizar mentalmente la mosca con detenimiento y, al mismo tiempo, mantener en la imagen mental el elefante completo. Probablemente, os resultará imposible. O bien formaréis una imagen mental del elefante completo con algo parecido a un minúsculo punto en la oreja que representaría la mosca; o bien conseguiréis imaginar la mosca detalladamente, pero viendo sólo, al mismo tiempo, un trozo de la oreja del elefante. Justo lo que sucedería si estuviérais percibiendo realmente la escena.

Los resultados de los estudios sobre estimaciones a partir de imágenes mentales sugieren similitudes profundas entre la percepción y la manipulación en memoria de imágenes visuales.

### 3.3.2. Imágenes y memoria de trabajo

Los estudios sobre imágenes desde el ámbito de la memoria de trabajo intentan analizar los procesos que subyacen al uso de imágenes evaluando la interferencia que se produce cuando dos tareas se llevan a cabo simultáneamente. Es decir, se utiliza el procedimiento experimental de tarea secundaria que habéis visto en el apartado que os introducía en el modelo de memoria de trabajo.

Brooks (1967) fue quien llevó a cabo los primeros estudios en este sentido.

En estos experimentos se mostraba a los sujetos una matriz de  $4 \times 4$  casillas y se señalaba, poniendo el número uno, un punto de partida.

	1		

La **tarea de los sujetos** consistía en memorizar secuencias de instrucciones.

Los sujetos pasaron por las **dos condiciones experimentales** siguientes:

En la que llamaremos **condición espacial**, se les presentaba a los sujetos, para que las memorizaran, secuencias de instrucciones del tipo siguiente:

- En la casilla inicial poned un 1.
- En la casilla siguiente a la **derecha** poned un 2.
- En la casilla siguiente de **arriba** poned un 3.
- En la casilla siguiente a la **izquierda** poned un 4.
- En la casilla siguiente de **abajo** poned un 3.
- Etc.

Conviene que os percatéis de que, en esta condición, aunque las instrucciones que el sujeto debe memorizar se presentan verbalmente, el sujeto puede utilizar una representación espacial que le ayude a memorizar la secuencia de instrucciones. Es decir, el sujeto, sobre una imagen mental, puede rellenar la matriz con los números en su lugar correspondiente.

En la **otra condición**, la que llamaremos **condición verbal**, los sujetos debían recordar secuencias como las siguientes:

- En la casilla inicial poned un 1.
- En la casilla siguiente **buena** poned un 2.
- En la casilla siguiente **lenta** poned un 3.
- En la casilla siguiente **mala** poned un 4.
- En la casilla siguiente **rápida** poned un 3.
- Etc.

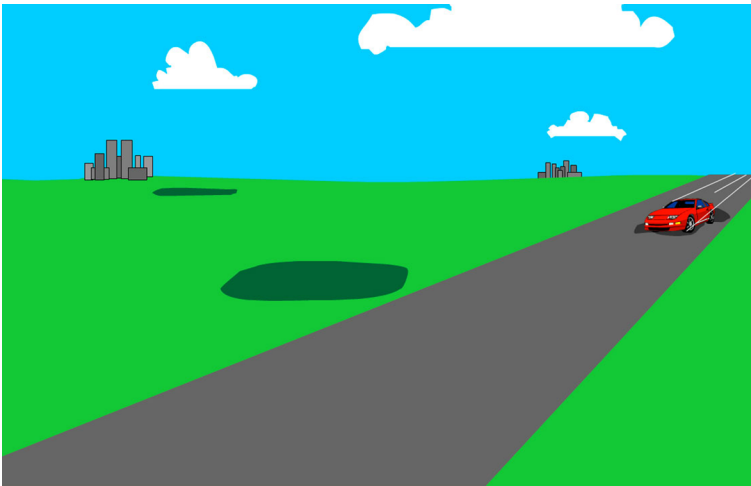
Fijaos en que, en esta condición, al utilizar los pares de adjetivos *buena-mala* y *rápida-lenta*, el sujeto **no puede utilizar una imagen mental** en la que pueda apoyar a la memorización de la secuencia de instrucciones, y la codificación debe llevarse a cabo exclusivamente en códigos verbales.

**¿En qué condición recordarán los sujetos secuencias de instrucciones más largas?**

Los resultados demostraron que **depende**: si la presentación de las secuencias de instrucciones se hacía visualmente, los sujetos recordaban más en la condición verbal. Sin embargo, si la presentación se hacía auditivamente, los sujetos recordaban más en la condición espacial.

Ello sugiere que en la presentación visual con la tarea espacial ambos procesos **consumirían recursos de un mismo sistema** de procesamiento: la agenda visoespacial. De la misma manera, la presentación auditiva y la representación verbal competirían por los recursos limitados del mismo sistema: el bucle fonológico.

Baddeley (1999) nos explica que se interesó por el tema de las imágenes mentales y la agenda visoespacial cuando, conduciendo por una carretera californiana, escuchaba en la radio un partido de fútbol americano. El hecho de representar visoespacialmente las jugadas que escuchaba hizo que los procesos de conducción se deterioraran hasta el punto que se sorprendió él mismo haciendo eses con el coche.



En un experimento, Baddeley utilizó la tarea de las matrices de Brooks, en sus condiciones verbales y espaciales y, como tarea secundaria concurrente, pedía a los sujetos que hicieran la tarea del **rotor de persecución**. Esta tarea consiste en intentar mantener la punta de una varita en contacto con un punto iluminado que gira en una pantalla. Los resultados revelaron que la tarea del rotor

de persecución no interfería con la condición verbal (los sujetos podían hacer la tarea del rotor sin que disminuyera su nivel de recuerdo de las instrucciones verbales), pero sí que produjo interferencia en la condición espacial.

Estos trabajos nos demuestran que, cuando dos tareas que tienen un componente visoespacial importante, si se ejecutan simultáneamente, tienden a interferirse.

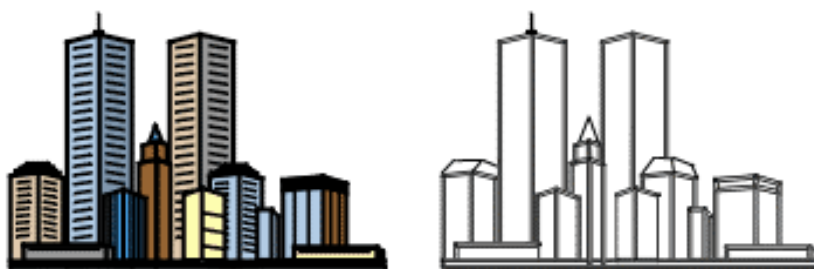
### Componente visual y componente espacial

Fijaos en que hemos estado hablando de representaciones visoespaciales y de un sistema que denominamos *agenda visoespacial*. El adjetivo *visoespacial* implica **dos componentes**, uno **visual** y otro **espacial**, puesto que no son lo mismo.

Podemos tener una representación mental fotográfica de un lugar determinado sin tener, al mismo tiempo, una buena representación espacial; es decir, sin tener muy representadas las relaciones espaciales que se producen entre los diferentes elementos representados. Por el contrario, en ocasiones, podemos tener una buena representación espacial de un entorno (saber dónde se encuentran las cosas, en qué direcciones y a qué distancias) y no disponer de una imagen completamente clara y detallada de este entorno.

Por otro lado, existen tareas que requieren un fuerte componente visual y poco componente espacial (por ejemplo, pintar un rostro sin el modelo presente) y, viceversa, tareas con un gran componente espacial y poco componente visual (por ejemplo, buscar en la ciudad una localización desconocida). Sin duda, también encontraríamos tareas que necesitan los dos componentes (por ejemplo, proyectar en arquitectura).

**Las imágenes mentales, ¿son visuales o espaciales?** O, dicho de otra manera, ¿pesa más el componente visual de la representación que el componente espacial o es al contrario?



Para investigar sobre esta cuestión, Baddeley replicó el experimento que hemos explicado con anterioridad de la tarea de Brooks, utilizando en este caso como tareas secundarias las siguientes:

- **Una que era visual, pero no espacial.** Pidió a los sujetos que estimaran en una escala el grado de luminosidad obtenido al proyectar una transparencia en blanco sobre una pantalla en la que se iban intercalando una o varias hojas de calcar.

- **Otra que era espacial, pero no visual.** Pidió a los sujetos que, con los ojos vendados y una linterna en la mano, intentaran mantener en contacto el haz de luz con el extremo del péndulo en movimiento. Éste incorporaba un dispositivo por el cual, cuando el sujeto lo iluminaba con la linterna, emitía una señal acústica que servía para guiarle.

Los resultados de este experimento demostraron que la primera interfería más con la condición verbal de Brooks y la segunda con la condición espacial. Esto concuerda con la idea de que **el componente espacial de algunas tareas con imágenes mentales es más importante que el puramente visual**, que ha sido corroborada al encontrar con personas ciegas efectos similares a los vistos hasta ahora con videntes.

Sin embargo, otros experimentos demuestran que ello no es siempre así y que, en ciertas tareas, el componente visual también puede ser importante.

Por tanto, en las representaciones que maneja la agenda visoespacial, la importancia del componente visual y el componente espacial es muy variable.

### 3.3.3. ¿Para qué sirve la agenda visoespacial?

Hace mucho que las tareas que implican manipulación visoespacial constituyen un componente de las baterías de **tests de inteligencia** y se han utilizado para la selección de profesionales en ocupaciones que requieren habilidades visoespaciales, como arquitectos o ingenieros.

Sin embargo, a diferencia de lo que hemos visto cuando hemos repasado el bucle articulatorio, se ha desarrollado **poca investigación** interesada en determinar para qué sirve la agenda visoespacial en la cognición cotidiana.

No puede decirse gran cosa que esté fundamentada empíricamente; sin embargo, puede imaginarse que la agenda visoespacial participa en todas las tareas que implican orientación geográfica o planificación espacial.

Conviene que complementéis el breve repaso que hemos hecho sobre los aspectos fundamentales de la agenda visoespacial con la lectura atenta de la bibliografía relacionada.

#### **Bibliografía**

Podéis encontrar otras **explicaciones más generales** sobre el tema de las imágenes mentales en las lecturas complementarias siguientes:

Mayor, J. y Pinillos, J. L. (1992). *Tratado de Psicología General*. Memoria y representación (vol. 4, cap. 10 y 11). Madrid: Alhambra.

Ruiz Vargas, J. M. (1991). *Psicología de la memoria* (cap. 9). Madrid: Alianza.

Podéis encontrar una **explicación más completa** que la que aquí hemos dado en la lectura siguiente:

A. Baddeley (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica* (Cap. 5). Madrid: McGraw-Hill.

### Resumen

La agenda visoespacial es un subsistema componente de la memoria de trabajo especializado en la representación temporal de los componentes visuales y espaciales de la representación.

Según el tipo de tarea en que participe la agenda visoespacial, tendrán más importancia los componentes espaciales o los componentes visuales de la representación.

Se infiere que la agenda visoespacial participa en todas las tareas cotidianas en las que se requiere la orientación geográfica o la planificación espacial.

### 3.4. La memoria de trabajo: el ejecutivo central y la atención

Con anterioridad, ya hemos descrito dos de los componentes de la memoria de trabajo especializados en el almacenamiento temporal de la información, tanto verbal como visual, y hemos señalado que estos subsistemas **trabajan subordinados** al tercer componente de la memoria de trabajo: el ejecutivo central.

En el libro de Baddeley (1999) se señalaba que el ejecutivo central es el componente de la memoria de trabajo más importante y, paradójicamente, sobre el que menos se sabe. Esta afirmación, que probablemente era cierta en 1997 (año de la edición original del libro) es más dudosa hoy en día (2007) pues la última década ha visto multiplicarse los estudios relacionados con el papel del ejecutivo central en la cognición.

Desde los primeros planteamientos del modelo de memoria de trabajo se atribuyó al ejecutivo central el papel de un **controlador atencional**. Su papel en ese momento del desarrollo teórico podía resumirse de la siguiente manera:

El ejecutivo central funciona como un sistema de atención; es decir, un sistema de procesamiento que distribuye sus recursos entre las diferentes tareas de procesamiento que se hacen en cada momento, controla el flujo de información entre los distintos sistemas de memoria y también cumple funciones de almacenamiento temporal de la información.

Estas tareas que tienen que ver con el reparto de los recursos entre procesos que estamos realizando simultáneamente (por ejemplo, conducir y escuchar la radio) o con el control del flujo de información entre los distintos sistemas



de memoria (por ejemplo, determinar qué información accede desde la memoria sensorial, o qué información es necesario activar de la MLP en función de lo que se está haciendo en cada momento) son operaciones mediante las que controlamos nuestro funcionamiento cognitivo y se les ha llamado "**funciones ejecutivas**".

### **3.4.1. Ejecutivo central, funciones ejecutivas y lóbulo frontal**

Vamos a dedicar un pequeño apartado a intentar clarificar las relaciones a menudo confusas entre el **ejecutivo central** y las **funciones ejecutivas**, que se suelen relacionar con el funcionamiento de los **lóbulos frontales** del cerebro.

Cuando Baddeley y sus colaboradores propusieron el ejecutivo central como uno de los componentes de la memoria de trabajo definieron este concepto en términos funcionales. Es decir, se preocuparon por proponer una entidad que realiza determinadas funciones pero sin preocuparse demasiado por "localizar" o relacionar esa entidad con algún elemento del sistema nervioso que fuese el responsable último de la ejecución de esas funciones.

Paralelamente a las investigaciones que se han venido desarrollando en los últimos años sobre el concepto de ejecutivo central, desde el ámbito de la neuropsicología también se ha venido investigando qué pasa con las personas que por cualquier motivo padecen lesiones en los lóbulos frontales del cerebro. A estas regiones cerebrales se han atribuido desde los inicios de la investigación neuropsicológica un conjunto de funciones, a las que se ha llamado "funciones ejecutivas", y que frecuentemente se han equiparado a las del ejecutivo central.

Si bien no es del todo correcto equiparar los lóbulos frontales del cerebro y el ejecutivo central de la memoria de trabajo (para una discusión sobre las relaciones entre ambos conceptos véase Miyake, Friedman, Emerson, Witzki y Howerter, 2000), pues el primero es un concepto fundamentalmente anatómico y el segundo es un concepto estrictamente funcional, frecuentemente las funciones atribuidas desde ambas perspectivas son las mismas y así las vamos a tratar en este apartado. Es decir, cuando hablemos de funciones ejecutivas estaremos describiendo lo que hace el ejecutivo central, cuyo sustrato nervioso último probablemente sean fundamentalmente los lóbulos frontales. Esta equiparación, repetimos, probablemente sea excesivamente simplista, pues además se ha demostrado que la relación entre lóbulos frontales y funciones ejecutivas no es absoluta, sin embargo nos servirá a efectos expositivos.

De todos modos, más adelante en este apartado estudiaremos brevemente el llamado **síndrome frontal** que padecen las personas que, por cualquier motivo, han sufrido lesiones en las áreas frontales del cerebro y que presentan una serie de alteraciones que nos dan una idea de que aspectos regula el ejecutivo central.

### 3.4.2. El ejecutivo central y la atención

Debido a la importancia de las funciones atencionales del ejecutivo central, es interesante tratar con cierta profundidad los estudios realizados sobre el tema de la atención. El tema de la atención ha venido investigándose en psicología mucho antes de que Baddeley y Hitch en 1974 desarrollaran su modelo de memoria de trabajo.

De hecho, desde los mismos inicios del paradigma de procesamiento de información surgen modelos como el de Broadbent (1958), en los que se aborda de manera conjunta aspectos relacionados con la atención y sus relaciones con la memoria. Sin embargo, a pesar de esos planteamientos iniciales, la memoria y la atención, como ámbitos de investigación científica, fueron distanciándose y se desarrollaron de manera independiente durante bastante tiempo.

Hoy en día, con el desarrollo teórico y el conocimiento más profundo de lo que constituye el ejecutivo central de la memoria de trabajo para el funcionamiento cognitivo, poco a poco se ha ido tomando conciencia de que muchos de los aspectos que se investigaron bajo el concepto de atención (desligado del de memoria) no son ni más ni menos que la plasmación sobre distintas tareas y situaciones de las distintas funciones y procesos de los que el ejecutivo central es el responsable.

Por este motivo, vamos a insertar en este punto un **módulo anidado** en el que vamos a hacer un repaso de los distintos temas que se investigaron bajo el concepto de atención. Después de hacer este repaso, concluiremos el apartado dedicado al ejecutivo central de la memoria de trabajo explicando la situación actual del concepto de ejecutivo central, derivada de la investigación más reciente, y reinterpretaremos algunas de las cuestiones planteadas en el módulo anidado de atención desde este punto de vista.

Así, el estudiante tiene en este punto **dos opciones**: la primera, embarcarse en la lectura y estudio del módulo anidado "La atención" y luego continuar para concluir el apartado sobre el ejecutivo central; o concluir ahora este apartado y abordar en otro momento el módulo de atención. El propio criterio e intereses del estudiante, junto con las recomendaciones del profesorado de la asignatura, deben determinar la opción seguida en cada caso.

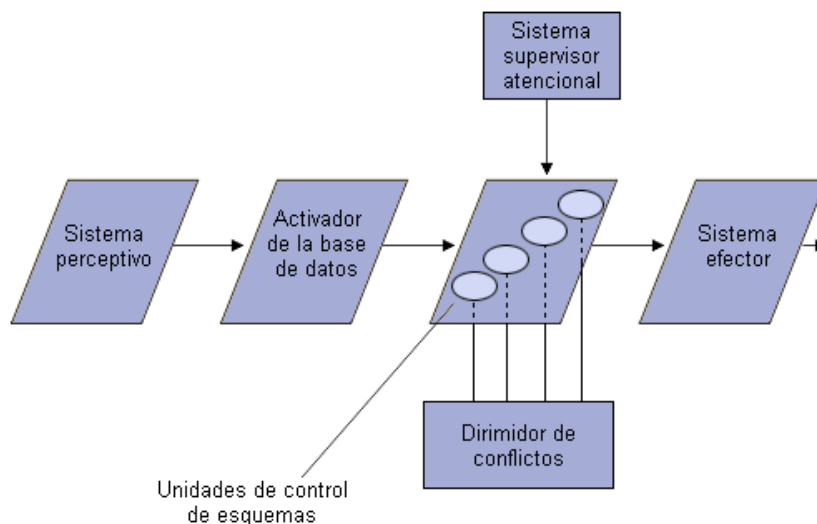
### 3.4.3. Dando forma al ejecutivo central

La primera conceptualización que realizó Baddeley del ejecutivo central se basó en un modelo elaborado por Norman y Shallice (1986), que pretendía dar una descripción general del control de la acción. Gran parte de la evidencia empírica que respalda este modelo procede de la observación cotidiana de los lapsus mentales que cometemos habitualmente y los errores en el control de su comportamiento que presentan algunos pacientes neuropsicológicos.

El modelo de Norman y Shallice es congruente con lo que explicamos en el apartado 5 del módulo de atención, ya que asume que las acciones continuadas que efectuamos pueden controlarse de dos maneras básicas:

1) En el caso de **destrezas bien aprendidas**, la actividad se desarrollaría de manera bastante **automática**. éstas podrían realizarse a la vez que otras actividades con poca interferencia entre sí. De vez en cuando, **dos actividades** continuas **entrarían en conflicto** y podría ser que se precisase priorizar una sobre la otra (por ejemplo, al conducir mientras se habla, podemos ver a un ciclista delante que se mueve con aparente inseguridad); el modelo sugiere que gran parte de las decisiones en este nivel podrían hacerse mediante un **procesorrelativamente automático** ejecutado por el **dirimidor de conflictos** en que se aplican algunas reglas simples sobre la importancia de la tarea (en el caso del ejemplo anterior, no necesitaríamos plantearnos un complejo proceso de decisión, sino que automáticamente nuestro dirimidor de conflictos decidiría que el sistema debe utilizar sus recursos en la conducción para evitar atropellar al ciclista e, inmediatamente, suspendería temporalmente la conversación).

2) Norman y Shallice incorporan un segundo componente, que sería algo parecido al que denominamos voluntad, el cual catalogaremos como **sistema supervisor atencional (SAS)**. Baddeley equipara este sistema al ejecutivo central. Este sistema actuaría sobre las diferentes posibilidades de acción cuando el dirimidor de conflictos no puede hacer que se resuelvan las prioridades de manera rápida y simple, de modo que el sistema supervisor atencional haría que unas sean más probables que las otras.



Sin embargo, desde que Baddeley hizo una primera aproximación teórica sobre el ejecutivo central, equiparándolo al concepto de sistema supervisor atencional de Norman y Shallice, la investigación empírica sobre este ámbito se ha desarrollado extraordinariamente y el conocimiento de las funciones que cumple este sistema de memoria se ha sofisticado notablemente.

El desarrollo del trabajo de investigación más reciente ha procedido de dos áreas distintas aunque muy relacionadas por los elementos teóricos sobre los que trabajaban. Unos estudios han tenido un carácter más neuropsicológico (ver p. ej. Tirapu-Ustaroz, 2005) y otros han abordado el objeto de estudio desde una perspectiva más psicológica y cognitiva (ver, p. ej. M. Pousada; J. de la Fuente; B. Gómez-Zúñiga; I. Armadans, 2004). Los primeros han abordado fundamentalmente los problemas en el funcionamiento ejecutivo que se producen a raíz de lesiones cerebrales y han hablado fundamentalmente de **funciones ejecutivas**, y los segundos se han preocupado por la caracterización de las **funciones del ejecutivo central** en sujetos normales a través de distintas tareas cognitivas que evalúan dichas funciones. Tanto en una como en otra

perspectiva, encontramos trabajos de corte evolutivo que nos dan una idea de cómo estas funciones relacionadas con el control cognitivo se desarrollan en la infancia y tienden a perder efectividad en la vejez.

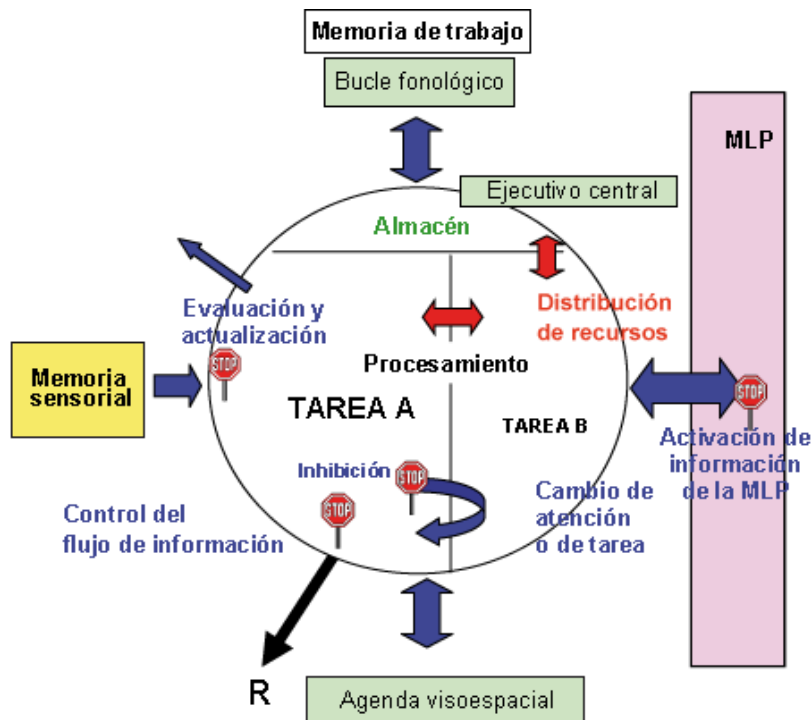
El denominador común de todas estas investigaciones es el intento por determinar con la mayor precisión posible cuáles son y en qué consisten los procesos del ejecutivo central que controlan gran parte del funcionamiento cognitivo de las personas. Un elemento importante de toda esta línea de investigación es el diseño de tareas que evalúen de la manera más precisa y específica posible cada uno de esos procesos.

Todos estos procesos están muy relacionados con las investigaciones sobre distintos aspectos de la atención. En concreto, los procesos de control ejecutivo son de especial relevancia para entender el porqué y el cómo de la atención selectiva, de la atención dividida y de todos los aspectos relacionados con el control voluntario y consciente del funcionamiento cognitivo.

De hecho, podríamos entender que cuando repasamos la investigación sobre atención estamos contemplando diversas "**funciones**" cognitivas que sirven a determinados objetivos de la cognición (seleccionar estímulos, ejecutar simultáneamente varias tareas, etc.) y debemos suponer que estas funciones se cumplen gracias a diversos "**procesos**" que se desarrollan en el ejecutivo central. Es decir, el concepto de proceso estaría subordinado al de función en el sentido de que, probablemente, las funciones son el resultado de la ejecución coordinada de uno o varios procesos que se desarrollan en determinada secuencia. Esta afirmación tiene cierto carácter especulativo en estos momentos, pero empiezan a aparecer datos que apuntan en la dirección señalada (Miyake *et al.*, 2000).

A continuación, vamos a hacer un repaso resumen del conjunto de procesos ejecutivos que regulan y controlan el funcionamiento cognitivo y son responsabilidad del ejecutivo central, para ello será de utilidad tener siempre presente el siguiente esquema. Es importante que atendamos a los distintos colores del texto y las flechas (verde, negro, rojo y azul) del esquema, ya que nos agrupan elementos que están de alguna manera relacionados:

## Resumen de funciones del ejecutivo central



La investigación sobre los distintos procesos del ejecutivo central nos permiten agruparlos en cuatro grandes tipos, algunos de los cuales, como el "control del flujo de información", se correspondería más con la noción de función antes señalada, pues lo podemos descomponer en diversos procesos más elementales. Vamos a repasar cada una de ellos.

### Almacén

El ejecutivo central cumple muchas funciones para las cuales requerimos de cierto almacenamiento temporal de la información (verde en el esquema). éste es el proceso más extensamente estudiado y era el que fundamentalmente se manejaba a propósito del concepto de memoria a corto plazo antes de la transición al concepto de memoria de trabajo. Para realizar la mayoría de las cosas que efectuamos, necesitamos mantener temporalmente, durante unos pocos segundos, cierta porción de información.

Por ejemplo, mientras leemos necesitamos mantener alguna información semántica de las últimas frases para poder dar sentido e integrar la información que estamos leyendo. Si leemos: "...daba de comer a las palomas, mientras se deleitaba con el perfume de las flores que tenía alrededor. Estaba sentado en el banco y pensó lo triste que su vida había sido hasta ese momento..." Cuando leemos "estaba sentado en el banco" la información sobre el lugar en donde está el personaje derivada de las palabras anteriores se mantiene en el ejecutivo central, de manera que éste atribuye un sentido concreto, de todos los posibles, a la palabra *banco*.

Los recursos del ejecutivo central son limitados y, por tanto, cuanto más dedique a almacenar, menos quedarán para ejecutar otros procesos, o viceversa, cuantos más recursos demanden otros procesos, menor cantidad de informa-

ción podrá mantener temporalmente el ejecutivo central. Vimos esto cuando describimos los resultados de algunos experimentos de doble tarea en el apartado "Introducción al concepto de memoria de trabajo".

### **Procesamiento**

Por otro lado, se supone que la memoria de trabajo, y en particular el ejecutivo central, desarrollan todos los procesos que constituyen nuestras operaciones cognitivas (en negro en el esquema). éstas pueden ser de carácter muy variado y, probablemente, aquellas operaciones más complejas son conglomerado de procesos más simples como comparar información, ordenarla, activar un programa motriz, etc. En general, incluiría toda manipulación o transformación de una información.

Como vemos en el esquema, la arquitectura de nuestro sistema cognitivo permite, aunque con severas restricciones, que realicemos varias cosas a la vez (es lo que quiere decir "Tarea A" y "Tarea B" en el esquema). Como los recursos son limitados, de nuevo encontraremos la necesidad de repartirlos si estamos haciendo más de una tarea en un momento determinado.

### **Distribución de recursos**

Como acabamos de señalar, los recursos de procesamiento del ejecutivo central son limitados y por tanto un importante proceso es el de repartirlos (en rojo en el esquema). Ese reparto debe darse tanto entre los procesos de almacén y las de procesamiento, como entre las propias de procesamiento que se estén produciendo simultáneamente.

Ese reparto se produce de manera automatizada en muchas ocasiones, pero a veces el ejecutivo central debe actuar de forma voluntaria, controlada y estratégica sobre el reparto que se hace.

Respecto al proceso de distribución de recursos, podemos repasar todo lo que se expone en el apartado "La atención dividida" del módulo sobre atención. Allí encontraréis ejemplos de las diferentes situaciones en las que el proceso de distribución eficiente de los recursos limitados es determinante para el buen funcionamiento cognitivo.

### **Control del flujo de información**

Como hemos señalado anteriormente, cuando pensamos en el control del flujo de información, probablemente es más adecuado que lo consideremos como una función compleja o conjunto de funciones que se lleva gracias al funcionamiento coordinado de diversos procesos más simples (en azul en el esquema). Vamos a hacer un repaso, aunque sea superficial, de cada uno de ellos.

1) Activación de información de la memoria a largo plazo

Para que podamos realizar cualquiera de las actividades que continuamente desarrollamos, la memoria de trabajo y en concreto el ejecutivo central necesita activar, es decir, recuperar de la MLP, informaciones almacenadas de manera permanente en ese sistema y que son relevantes para lo que estamos haciendo en un momento determinado. Por ejemplo, en este momento estás recuperando de la MLP los significados de estas palabras que estáis leyendo.

Para poder recuperar algo de la MLP, el ejecutivo necesita diseñar algún proceso o estrategia de recuperación. Algunos de estos procesos de recuperación son tan repetidos que hemos conseguido automatizarlos y los desarrollamos sin conciencia de qué es lo que está produciéndose. Otros procesos que suelen ser novedosos, por el contrario, necesitan del diseño activo de alguna estrategia de recuperación.

### **Ejemplo**

Si alguien os pregunta el nombre, inmediatamente esa información viene a vuestra mente sin que sepáis cómo. Lo mismo ocurriría si os preguntasen cuánto es  $6 \times 8$ , o cuántas patas tiene un caballo. Todos estos procesos son ejemplos de procesos de recuperación de información en MLP, que se desarrollan de manera automática e inconsciente. Por otro lado, sin nos preguntan qué comimos la Nochevieja pasada, es poco probable que la información sea recuperada de una manera inmediata. Seguramente, nuestro ejecutivo central tendrá que diseñar alguna estrategia para recuperarla. Si alguno siempre come lo mismo en Nochevieja, lo tendrá más fácil, pero si no es así, tendremos que empezar a buscar información relacionada: dónde estábamos, con quién, etc., cualquier cosa que nos acerque a la activación de la información pertinente. Estos procesos son mucho más lentos y sobre ellos sí que podemos informar, en alguna medida, porque somos más conscientes de lo que se está desarrollando.

Una de las tareas habituales con las que se ha medido la efectividad de este proceso es la de "fluidez verbal". Esta tarea puede materializarse de muchas maneras, pero todas incluyen la instrucción al sujeto de generar tantos ejemplos como pueda de una categoría determinada durante un intervalo de tiempo limitado. Por ejemplo, podemos pedir al sujeto que nos diga tantas palabras que empiecen por la letra P como pueda en un minuto, o nombres de animales. El sujeto posee en su memoria a largo plazo muchos más ejemplos de los que pueden mencionarse en un minuto, el problema, para realizar eficientemente esta tarea, es que el ejecutivo central diseñe estrategias que recuperen con la máxima efectividad y rapidez esos ejemplos. Este tarea, que se ha usado frecuentemente como una medida general del funcionamiento ejecutivo, se ha usado para medir el deterioro cognitivo de las personas mayores (Holtzer, Verghese, Xue, y Lipton, 2006), en la esquizofrenia (Villalta-Gil, Vilaplana, Ochoa, Haro, Dolz, Usall, y Cervilla, 2006) y el desarrollo cognitivo en los niños y adolescentes (Paus, 2005).

Fijaos que en la tarea de fluidez verbal, además de estar implicado un proceso de activación y recuperación de la información de la MLP, el sujeto también necesita mantener algún registro sobre los ejemplos que está aportando para evitar la repetición. éste es un proceso de almacenamiento temporal que ya hemos explicado anteriormente. El problema con la mayor parte de tareas que intentan medir el funcionamiento de los procesos del ejecutivo central es que

generalmente implican más proceso que el que pretenden medir. Este problema metodológico de "impureza de las tareas" dificulta considerablemente la investigación de los procesos ejecutivos (Miyake *et al.*, 2000).

## 2) Evaluación y actualización

Otros de los procesos de los que debe encargarse el ejecutivo central es el de evaluar y seleccionar la información que entra del exterior a través de los sentidos para que ésta sea pertinente al procesamiento que se esté ejecutando en cada momento, al mismo tiempo que se impide la entrada en el sistema de información irrelevante (Miyake *et al.*, 2000).

Todo lo mencionado en el módulo de atención (que ya has visto o verás próximamente) sobre la atención selectiva es pertinente para entender a qué funciones de la atención sirven estos procesos.

Por otro lado, el ejecutivo central debe actualizarse continuamente monitorizando la información mantenida y determinando si todavía es necesaria para el procesamiento en curso o puede descartarse, de tal modo que se liberen recursos para lo que el sistema requiera.

Tanto el proceso de evitar que entre en el sistema información irrelevante, como el de descartar información que fue pero ya no es necesaria, requieren probablemente procesos de carácter inhibitorio que explicaremos más adelante.

## 3) Cambio de atención o de tarea

En muchas ocasiones queremos hacer una cosa pero nos damos cuenta de que involuntariamente acabamos haciendo otra. Por ejemplo, queremos atender a la lectura en la que estamos inmersos, pero continuamente algún pensamiento capta nuestros recursos y nos distrae de ella. En otros momentos ocurre lo contrario: no podemos dejar de hacer algo aunque queramos cambiar de actividad. Por ejemplo, queremos evitar un pensamiento que nos resulta desagradable o doloroso y no podemos apartarlo de nuestra mente.

Este ejemplo ilustra un importante proceso del ejecutivo central que es determinante del funcionamiento cognitivo. éste consiste en el cambio controlado de la atención de unos estímulos a otros o el cambio intencionado de un procesamiento a otro.

La perseverancia patológica que, como veremos, presentan frecuentemente las personas con lesiones en los lóbulos frontales es un buen ejemplo de las consecuencias que tienen los fallos en este tipo de procesos, aunque continuamente todos comentemos lapsus de acción y errores más benignos en el cambio controlado de la asignación de recursos.



#### 4) Inhibición

Los procesos de carácter inhibitorio probablemente están en la base e interactúan con otros procesos de control ejecutivo. En general, los procesos de control inhibitorio tienen que ver, como su nombre indica, con la disminución de la activación de una información dentro del sistema cognitivo. En muchas ocasiones, para proporcionar más relevancia a una información pertinente a lo que nuestro sistema cognitivo está procesando en un determinado momento, se requiere disminuir la relevancia de otra información. Vamos a hacer un sencillo repaso de los distintos procesos de control relacionados con la inhibición que están marcados con señales de "Stop" en el esquema anterior.

Ya hemos señalado el papel de los procesos inhibitorios en los procesos de evaluación y actualización de los contenidos del ejecutivo central. Esto tiene que ver con la prevención de la entrada de información irrelevante en el sistema y con el descarte de información que ya no es relevante.

Parecidos procesos de tipo inhibitorio deben producirse cuando activamos información de la MLP. Para que no se produzca una sobrecarga de información en la memoria de trabajo, no debe recuperarse más que la información necesaria y pertinente de la MLP, inhibiendo toda aquella información potencialmente relacionada pero inmanejable por los recursos limitados del sistema.

De igual manera, para que puedan ejecutarse de modo eficiente los cambios de atención o de tarea, deben darse procesos de carácter inhibitorio sobre el conjunto de estímulos o sobre el procesamiento que necesitamos abandonar para dar recursos a otros estímulos o procesamientos. Cuando funciona mal esos procesos inhibitorios, se producen los casos de perseverancia que, como veremos, son frecuentes en los lesionados frontales.

Otro proceso inhibitorio tiene que ver con la prevención de las "respuestas fuertes" cuando éstas son inconvenientes. Se entiende por respuestas fuertes aquellas respuestas que el sujeto tiende a emitir ante determinados estímulos o situaciones de una manera automática, inmediata e irrefrenable. Generalmente, este tipo de respuestas se generan en situaciones de sobreaprendizaje, es decir, en términos coloquiales, respuestas que se han dado de la misma manera "un millón de veces".

En ocasiones esas respuestas tendemos a producirlas ante un análisis incompleto y parcial de las situaciones, de tal manera que un procesamiento completo de los estímulos nos llevaría a descartar la respuesta fuerte predeterminada en beneficio de otra respuesta más adecuada. Para ello, necesitamos inhibir de forma rápida y eficiente la respuesta fuerte para que pueda elaborarse y producirse la respuesta conveniente.

El funcionamiento de los procesos inhibitorios puede medirse de múltiples maneras. En el "Efecto Stroop" explicado en el módulo de atención está implicado claramente un proceso de control inhibitorio y, por tanto, el rendimiento en esta tarea nos daría una buena estimación de su funcionamiento. Otra tarea con la que habitualmente se ha evaluado el funcionamiento de los procesos de control inhibitorio es la de generación de secuencias aleatorias de números. En esta tarea, por ejemplo, se pide al sujeto que durante dos o tres minutos genere una secuencia de números (usando los números del 0 al 9), que parezca una secuencia que se hubiese producido al azar. Para ejecutar con buen rendimiento esta tarea, el sujeto debe inhibir la tendencia que todos tenemos, cuando decimos un número, a decir el inmediatamente anterior o posterior, dado que si el sujeto produce muchas partes de la secuencia con números correlativos o con muchos números seguidos, la secuencia al final parecerá escasamente aleatoria.

La investigación reciente ha puesto de manifiesto que los fallos en el control inhibitorio están fuertemente relacionados con el deterioro cognitivo que se produce en las personas mayores normales y en ciertas patologías degenerativas. También están relacionadas con trastornos de la atención en los niños y con graves patologías como el autismo o la esquizofrenia. Todos estos aspectos los podéis repasar en el módulo de atención, en el apartado titulado: "Campos de aplicación en el estudio de la atención".

#### 3.4.4. Fallos en el ejecutivo central: lapsus de acción y síndrome frontal

Los errores en determinados procesos del ejecutivo central se ponen de manifiesto en los diferentes **lapsus de acción** que habitualmente cometemos en condiciones normales, como ya hemos señalado antes.

Si reflexionamos sobre los lapsus de acción que, con frecuencia, cometemos, podremos entender mejor cómo funciona y por qué falla nuestro ejecutivo central. Dedicad unos minutos a pensar y relatar por escrito algunos de los lapsus de acción (*no lapsus linguae*) que hayáis cometido recientemente o, simplemente, de los que os acordéis.

Compartid con vuestros compañeros estos relatos y, al margen de divertirlos un rato, intentad analizar por qué se han producido estos errores.

Los lapsus de acción que cometen todas las personas con frecuencia nos parecen graciosos. La mayor parte de éstos no tienen consecuencias funestas. Sin embargo, hay **pacientes con lesiones cerebrales** en los que se pone de manifiesto con claridad la pérdida de las funciones del ejecutivo central y que conducen a estas personas a situaciones que no son nada divertidas.

Shallice señala que los **lóbulos frontales** tienen un papel crucial en la planificación, organización y control de la acción, y sugiere que los pacientes que sufren lesiones en los lóbulos frontales suelen tener problemas en el sistema supervisor atencional.

#### Ejemplo

Por ejemplo, queremos poner los cubiertos utilizados en el lavaplatos y guardamos lo que sobró de la comida en la nevera. Un lapsus de acción se produciría cuando nos sorprende a nosotros mismos que pongamos los cubiertos utilizados en la nevera.

La **perseverancia** constituye uno de los rasgos fundamentales de los pacientes con **síndrome frontal**: pueden encontrar dificultades al iniciar una tarea o, por el contrario, una vez iniciada la misma, pueden ser incapaces de interrumpirla para cambiar a otra.

En ocasiones, si no existe una actividad bien establecida, la atención de estos pacientes es captada por cualquier estímulo, y entonces no se pueden concentrar en una única actividad más que unos cuantos segundos.

Los pacientes tienden a presentar lo que se ha denominado **conducta de utilización** (tomar y utilizar todo lo que se les pone delante).

Una tarea gravemente afectada en estos pacientes es la de **fluidez verbal**: tal como hemos dicho, en ésta se solicita al sujeto que genere tantas palabras como le sea posible de una misma categoría. Los pacientes con síndrome frontal dicen sólo tres o cuatro palabras por minuto, cuando lo normal es en torno a doce. El problema no es que el sujeto no disponga de la información necesaria en la memoria a largo plazo, sino que, al proponer una tarea de recuperación para la que no existen rutinas aprendidas, el sujeto debe crear y mantener la clave de recuperación. Asimismo, se ha demostrado que esta tarea de generación de ejemplos de una categoría es una tarea de recuperación muy interferida por otras tareas concurrentes que requieren atención.

### 3.4.5. Para qué sirve el ejecutivo central

Es difícil explicar para qué sirve el ejecutivo central cuando sospechamos que este sistema de memoria **interviene prácticamente en todas las actividades que hacemos**. Por lo que hemos explicado hasta ahora, puede deducirse que el ejecutivo central está implicado en cualquier proceso cognitivo que requiera el **control y distribución de los recursos** cognitivos de **procesamiento** y **almacén** de información. Por consiguiente, si excluimos aquellas actividades que están altamente automatizadas, el resto pasa por el control del ejecutivo central.

Un ámbito en que se ha estudiado de manera especial la participación del ejecutivo central es el de la **comprensión del lenguaje**.

#### **Bibliografía**

Para aquellos que estéis interesados en los procesos de comprensión y recuerdo de textos, podéis leer el libro siguiente:

M. R. Elosúa (2000). *Procesos de la comprensión, memoria y aprendizaje de textos*. Madrid: Sanz y Torres.

Entre muchos otros aspectos, se describe la participación de la memoria de trabajo en los diferentes procesos relacionados con la comprensión del lenguaje.

Cuando vimos el bucle fonológico, señalamos que este sistema podría tener importancia en el desarrollo de la lectura y en los procesos de comprensión. Sin embargo, además de los procesos que juegan con la forma del mensaje (con los códigos fonéticos y articulatorios), para la comprensión del lenguaje también son importantes los **procesos que manejan los significados**.

Comprender un pasaje largo de prosa implica muchos procesos que van más allá del análisis de los aspectos más formales del lenguaje: **interpretar palabras ambiguas** según el contexto general de la frase y del texto, conservar una representación de las frases anteriores y **trasladar el significado** a las siguientes, hacer **inferencias** sobre información que no está explícitamente incluida en el texto, etc.

Varias investigaciones recientes demuestran que, en todas estas funciones que son estrictamente necesarias para la comprensión y la representación a largo plazo de la información verbal que leemos o escuchamos, el ejecutivo central tiene una participación decisiva.

### **Lectura complementaria**

En este apartado hemos hecho un repaso de los aspectos fundamentales relacionados con el ejecutivo central. Para tener una visión más completa del mismo, podéis complementar este repaso con la lectura del capítulo siguiente:

A. Baddeley (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica* (Cap. 6). Madrid: McGraw-Hill.

### **Resumen**

- El ejecutivo central funciona como un sistema de control atencional que distribuye recursos de procesamiento y almacén entre las diferentes tareas que se estén haciendo en cada momento.
- Podemos abordar algunas de las funciones del ejecutivo central desde los estudios que han incidido en diferentes aspectos de la atención: la vigilancia, la selección perceptiva, la ejecución de dos tareas simultáneas y la automaticidad.
- Baddeley equipara el ejecutivo central con el sistema supervisor atencional del modelo de Norman y Shallice.
- El ejecutivo central interviene en la mayoría de los procesos cognitivos, aunque especialmente se ha estudiado su participación en los procesos de comprensión del lenguaje.

### **3.5. El modelo de Baddeley (2000)**

En los apartados anteriores, habéis podido comprobar que el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974), con sus tres componentes, ha servido durante décadas para interpretar una gran variedad de evidencias empíricas relacionadas con tareas de memoria a corto plazo. Sin embargo, durante estos años se han ido acumulando varios resultados experimentales que han sido difíciles de asumir desde este modelo y, debido a ello, Alan Baddeley, en el año 2000, propuso añadir un componente nuevo al modelo de memoria de trabajo.

### 3.5.1. Algunas dificultades con el modelo de Baddeley y Hitch (1974)

Al hablar del **lazo** o **bucle fonológico**, habréis podido observar que el efecto de la supresión articulatoria resulta fácilmente interpretable si tenemos en cuenta que el lazo fonológico está formado por un almacén fonológico que retiene la información fonológica y un proceso de repaso que refresca o actualiza esta información para que no se pierda. Así pues, si nos hacen repetir "de, de, de, de..." mientras intentamos aprender una lista de palabras, este aprendizaje se ve perjudicado porque el proceso de repaso lo estamos empleando para repetir "de, de, de, de..." en vez de usarlo con las palabras que queremos aprender. Sin embargo, el perjuicio que causa este efecto en algunas ocasiones no es tan grave como cabría esperar si seguimos este modelo. Por ejemplo, si se presentan visualmente series de siete dígitos, con los que habrá que hacer un recuerdo serial, y mientras se presentan, los participantes tienen que hacer una tarea de supresión articulatoria, la disminución en el total de dígitos recordados pasa de siete a cinco, lo que en realidad no es un efecto perjudicial devastador sobre el recuerdo serial de dígitos como sería de esperar según el modelo (Baddeley, Lewis y Vallar, 1984). Igualmente, en pacientes que tienen graves problemas para la retención de material verbal a corto plazo, por ejemplo, una amplitud de memoria auditiva verbal de un solo dígito, se observa también que si les presentamos series de dígitos visualmente, su recuerdo de dígitos es de cuatro y no de un solo dígito (Baddeley, Vallar y Wilson, 1987). La pregunta que se hace Baddeley (2000) es: ¿dónde almacenan estos pacientes los cuatro dígitos?

Otras dificultades interpretativas en cuanto al modelo de memoria de trabajo de 1974 las encontramos en el recuerdo de prosa. Por ejemplo, si a una persona le hacemos recordar una serie de palabras que no tienen ninguna relación entre ellas, en general acostumbra a recordar correctamente unas cinco de promedio. Pero si estas palabras forman parte de un texto, el número puede aumentar hasta dieciséis o más (Baddeley y otros, 1987). ¿Cómo puede retener dieciséis o más palabras el lazo fonológico?

Otros datos que suponen un problema para el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974) provienen de experimentos sobre imágenes mentales. Por ejemplo, en un experimento diseñado para comprobar que las imágenes mentales visuales son procesadas por la agenda visoespacial y las imágenes auditivas por el lazo fonológico, Baddeley y Andrade (2000) comprobaron que una tarea de supresión articulatoria hacía disminuir la viveza del detalle de la imagen auditiva presentada, formada por una secuencia de tonos, mientras que una tarea concurrente de *tapping* (pulsar con el dedo de manera secuencial sobre unos puntos que forman una figura geométrica) hacía disminuir la viveza del detalle de la imagen visual. No obstante, este resultado sólo se producía con imágenes mentales nuevas, como conjuntos de formas o de secuencias de tonos desconocidas. Cuando la imagen mental era conocida (por ejemplo, la imagen visual de un lugar conocido o, como imagen auditiva, la voz de una persona conocida), la tarea concurrente no conseguía hacer disminuir la

riqueza del detalle de la imagen mental. ¿Dónde se retiene la información de la imagen conocida mientras la tarea concurrente ocupa gran cantidad de recursos de un componente de la memoria de trabajo, tanto si se trata del lazo fonológico como de la agenda visoespacial?

Éstos y otros resultados experimentales pusieron de manifiesto que el modelo de memoria de trabajo de Baddeley y Hitch (1974) resultaba insuficiente para explicar fenómenos en los que intervenían varias modalidades sensoriales simultáneamente (por ejemplo, visual y auditiva): o bien se producía una asociación (*binding*) de información procedente de varias características en una misma modalidad (por ejemplo, forma y color) o bien se mantenía activada información proveniente de la memoria a largo plazo (por ejemplo, escenas de la vida real conocidas, como la farmacia de la esquina).

### 3.5.2. El búfer episódico

¿A qué componente de la memoria de trabajo le corresponde mantener información multimodal activada de la memoria a largo plazo? Por ejemplo, ¿cómo retenemos en nuestra memoria de trabajo una escena cotidiana conocida (por ejemplo, la última comida de Navidad con toda la familia o la escena final de la película *Casablanca* con las voces de Ingrid Bergman y Humphrey Bogart incluidas)?

Para dar respuesta a esta pregunta, Alan Baddeley (2000) propuso la inclusión de un nuevo componente, el **búfer episódico**, al modelo de memoria de trabajo.

Así, pues, según Baddeley (2000), se supone que el **búfer episódico** es un subsistema de almacenamiento que puede retener información en un formato o código multimodal (por ejemplo, visual y auditivo al mismo tiempo) o puede asociar varias características de una misma información (*binding*) (Baddeley, Allen y Hitch, 2011).

Gracias a esta capacidad multimodal, puede interactuar con los otros subsistemas de la memoria de trabajo y también incorporar información enviada por la memoria a largo plazo. La información contenida en este búfer sería accesible conscientemente, es decir, en cada momento tenemos conciencia de cuál es la información que contiene. Se denomina *episódico* porque forma escenas o episodios a partir de la integración de información de los otros componentes de la memoria de trabajo, de la memoria a largo plazo y de la percepción (Baddeley, Allen y Hitch, 2010).

#### Terminología

En este material utilizamos la denominación *búfer episódico*, similar al término original en inglés, a pesar de que se podría traducir como "retén" episódico. Un búfer es un almacén para la retención temporal de información.

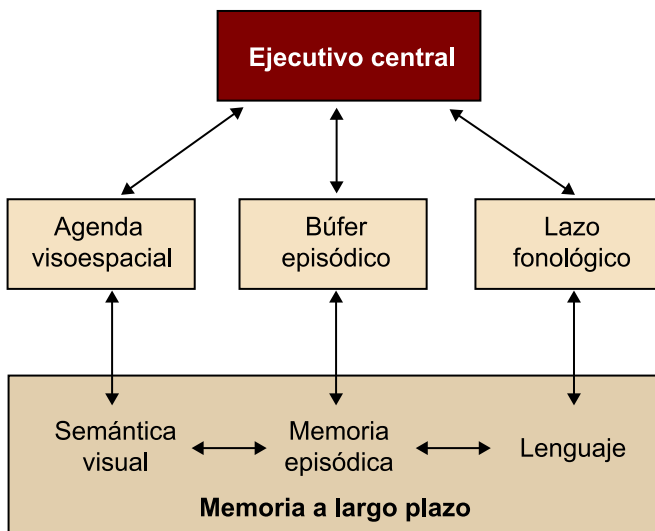
Más recientemente (Baddeley, 2012), se han ido añadiendo nuevas características a este componente, como, por ejemplo, la posibilidad de retener información de modalidades sensoriales no contempladas en el modelo anterior, como los olores o los sabores, y también la posibilidad de que tenga un papel en la manera en que las emociones pueden influir en la memoria a corto plazo.

### 3.5.3. El modelo de memoria de trabajo de Baddeley (2000)

A partir de la inclusión del nuevo componente, Alan Baddeley (2000) reformuló la arquitectura inicial del modelo de memoria de trabajo, incluyendo también las relaciones de ésta con la memoria a largo plazo (ved figura sobre modelo de memoria de trabajo).

Se trata de una reelaboración del modelo original con algunos cambios fundamentales: por un lado, las conexiones de los componentes visoespacial y fonológico con la información procedente de la memoria a largo plazo; por otro, la incorporación del búfer episódico, que integra información de varias modalidades creando escenas o episodios procedentes de la memoria a largo plazo y de los demás componentes, y, finalmente, el papel del ejecutivo central, que realiza funciones de control atencional y de regulación del funcionamiento de los tres subsistemas esclavos.

#### Modelo de memoria de trabajo (Baddeley, 2000)



### 3.5.4. Cuestiones no resueltas

Aunque el modelo de memoria de trabajo de Baddeley (2000) ha permitido interpretar algunos de los datos experimentales que eran difíciles de asumir por el modelo anterior, como, por ejemplo, la asociación de características (*binding*) de una o varias modalidades sensoriales o la incorporación de información procedente de la memoria a largo plazo, también ha hecho aflorar varios interrogantes. Como el mismo Alan Baddeley (2012) señala, quedan

pendientes cuestiones como ¿cuál es la capacidad del búfer episódico?, ¿hay componentes específicos para las modalidades olfativas y gustativas? y ¿cómo se produce el proceso de repaso de la información en el búfer episódico?

A estas dudas propuestas por el mismo autor, hay que añadir otras cuestiones, como por qué resulta tan difícil encontrar pacientes que tengan déficits en el búfer episódico. Por estos motivos, y por algunos otros, como que el búfer episódico pretende resolver en un solo componente un número demasiado elevado de interrogantes, el modelo de Baddeley (2000) no ha acabado de tener la misma repercusión que tuvo el modelo anterior de Baddeley y Hitch (1974). Sin embargo, conviene no olvidar que se trata de un modelo todavía en evolución.

### **Resumen**

Baddeley (2000) incorpora un nuevo componente (búfer episódico) al modelo de memoria de trabajo con el fin de poder explicar fenómenos empíricos difíciles de interpretar con el modelo anterior.

El búfer episódico, que puede contener información de diversas modalidades sensoriales simultáneamente, permite realizar asociaciones de diversas características (*binding*) y mantener activada información procedente de la memoria episódica.

El modelo de memoria de trabajo de Baddeley (2000) incorpora el búfer episódico y muestra las relaciones de los componentes del modelo con la memoria a largo plazo.



## 4. La memoria a largo plazo

### 4.1. La memoria a largo plazo: la memoria declarativa

En términos simples (probablemente demasiado simples), la memoria a largo plazo (MLP) constituiría el tercer gran sistema componente de la memoria humana encargado de mantener toda aquella información que tiene cierta **estabilidad y persistencia** en nuestro sistema cognitivo.

Por tanto, la MLP contendría aquella información que podemos recuperar al cabo de unos cuantos minutos, horas, días o, incluso, años.

Por un momento, pensad en la **ingente cantidad de información** que mantiene la MLP de cualquier persona adulta: conocemos el significado de miles de palabras, reconocemos y sabemos para qué sirven miles de objetos, tenemos recuerdos de muchísimas cosas que nos han pasado, recordamos direcciones y teléfonos, tenemos mucha información que nos permite mover con orientación en el espacio y seguir múltiples rutas; disponemos de una gran diversidad de habilidades motrices como escribir en un teclado, ir en bicicleta o conducir; sabemos cómo se articula la gramática que gobierna nuestra lengua, puesto que somos capaces de hablar y escribir con cierta corrección.

La **enorme cantidad** de información que almacena la MLP plantea a los científicos un problema difícil: explicar **cómo se organiza** toda esta inmensa base de datos para que el manejo de esta información pueda ser eficiente. Es decir, para que podamos recuperar y manejar la información relevante de manera rápida y en el momento oportuno.

La **aparente facilidad** con que recuperamos la mayoría de veces información de nuestra MLP no os debe hacer pensar que los procesos de organización y recuperación de la información son simples. Los expertos en la creación y gestión de grandes bases de datos informáticas conocen la dificultad de crear una organización que posibilite utilizarlas de una manera eficiente.

Por otro lado, la **diversidad de tipos de información** que almacena la MLP plantea otro problema que no es más fácil de resolver: entender **cómo se representan** estos diferentes tipos de información. Dicho de otra manera, entender qué **formato o formatos simbólicos** maneja nuestro sistema cognitivo.

#### Reflexión

Hemos mencionado algunos ejemplos de los tipos de información que almacena nuestra MLP. Reflexionad unos minutos, escribid y, a ser posible, discutid entre los compañeros qué otros tipos de información deben almacenarse en la MLP.

Estos dos asuntos no los trataremos en este apartado porque están muy relacionados con el tema de la **representación** de la información que se tratará en el módulo "**La representación del conocimiento en la memoria**". Por consiguiente, cuando estudiéis este módulo, debéis tener en cuenta que la mayor parte de las cuestiones que allí veréis se refieren a la MLP.

Otros aspectos importantes, muy relacionados con la MLP y que no estudiaremos en este apartado son los procesos de **codificación y recuperación de la información** en la MLP y el proceso de **olvido**, que serán tratados en el módulo "**Procesos de la memoria**".

En este apartado veremos **la MLP como sistema de memoria** y, a grandes rasgos, definiremos las cualidades de los subsistemas que lo componen. Sin embargo, para entender en todas sus dimensiones la MLP, el estudio de este apartado resultará claramente insuficiente y deberéis complementarlo con muchos de los aspectos tratados en el módulo "Procesos de la memoria" y el módulo "La representación del conocimiento en la memoria".

#### **4.1.1. Memoria declarativa**

Si repasáis ahora el esquema general de los sistemas de memoria, podréis observar que la MLP (de la misma manera que ocurría con la memoria de trabajo) **no es un sistema unitario**, sino que podemos distinguir diferentes subsistemas componentes.

La primera gran división que podemos establecer en la MLP es la que separa dos grandes sistemas o, más bien dicho, grupos de sistemas: la memoria declarativa y la memoria no declarativa.

Esta gran división de los sistemas que componen la MLP se basa, además de otras evidencias, en el siguiente **hecho observado de manera sistemática**:

Los pacientes con lesiones cerebrales que provocan amnesias suelen presentar disfunciones en aspectos de la memoria declarativa, mientras que acostumbran a preservar intactas las funciones de la memoria no declarativa.

Esta **disociación** de ambos tipos de funciones observadas en el ámbito neuropsicológico, así como disociaciones obtenidas experimentalmente, nos indicaría que estamos ante dos sistemas diferentes de memoria de la MLP. Dos sistemas que almacenan información de manera estable, pero que funcionan bajo reglas muy diferentes.

Fijaos en que las lesiones cerebrales suelen provocar disfunciones de la memoria declarativa, pero mantienen intacta la memoria no declarativa; sin embargo, **no suele ocurrir**

**lo contrario**; es decir, que se den problemas de esta última sin alteraciones de la memoria declarativa. Esto nos pone de manifiesto que, con toda probabilidad, los sistemas de la memoria no declarativa responden a **funciones de la memoria más primitivas y básicas** desde el punto de vista filogenético y ontogenético.

Aunque estemos hablando, para simplificar, de la memoria declarativa y no declarativa como de dos sistemas o grupos de sistemas que funcionan bajo reglas muy diferentes, debemos tener en cuenta lo siguiente:

- Ambos sistemas se están poniendo en juego en cualquier tarea de memoria; es decir, cualquier tarea de memoria tiene componentes declarativos y no declarativos. Por tanto, se da una **interacción entre los dos sistemas**.
- La **división entre declarativo y no declarativo no es absoluta**, dado que podemos encontrar aspectos, como veremos al definir la memoria semántica, que están a caballo entre los dos sistemas. Por consiguiente, conviene que tengáis en cuenta (y ello es válido para todas las divisiones que establecemos en la MLP) que los subsistemas de la MLP no están tan bien separados y no son tan bien comprendidos como los de la memoria de trabajo.

En el esquema general definíamos la memoria declarativa como un subsistema de la MLP cuyos contenidos son, en general, inspeccionables conscientemente y, habitualmente, aplicables con facilidad a términos lingüísticos. Nos detendremos un poco en las implicaciones de esta definición.

¿Recordáis la última vez que salisteis a cenar con vuestros amigos?, ¿qué hicisteis en vuestro último cumpleaños?, ¿sabéis cuál es la capital de Francia?, ¿podéis nombrar el objeto que sirve para clavar un clavo? Todos los contenidos de nuestra MLP y los procesos que operan en la misma y que sirven para dar respuesta a estas preguntas están relacionados con la memoria declarativa.

En primer lugar, uno de los rasgos de la memoria declarativa (y de aquí su nombre) es la **facilidad con que los contenidos pueden expresarse con palabras**. Podemos relatar lo que hicimos en nuestro cumpleaños, o activar la etiqueta *martillo* ante la definición de este objeto.

En segundo lugar, otro de los aspectos que caracteriza la memoria declarativa es la **intervención de la conciencia de diferentes maneras**:

- En muchos casos, el acceso y recuperación de contenidos de la memoria declarativa está **guiado por procesos de investigación consciente** dirigidos por la voluntad del sujeto.

Quizás, para recordar dónde y con quién salisteis a cenar la última vez, habéis necesitado elaborar conscientemente alguna estrategia de recuperación. Por ejemplo, pensar dónde estabais, si hubo algún motivo de celebración, si pasó algo especial, etc.

- En muchos casos **existe conciencia del aprendizaje** en el momento en que éste se produce.

Si ahora os decimos que la capital de Sudán es la ciudad de Jartum, posiblemente muchos de vosotros no lo sabrías (de hecho, yo lo acabo de mirar en el atlas). Cuando aprendemos información de este estilo, somos conscientes de que ésta se ha añadido a nuestra base de conocimiento.

- En muchos casos, junto a la información recuperada, **recordamos conscientemente la experiencia** concreta en que tuvo lugar el aprendizaje de esta información.

Si de aquí a un tiempo, por algún motivo, recordáis que la capital de Sudán es Jartum y lo aprendisteis al leer el párrafo anterior, es muy posible que recordéis la experiencia concreta de estar estudiando este módulo en que aparecía que la capital de Sudán es Jartum.

- En muchos casos, cuando se nos plantea la recuperación de cierta información, de inmediato **sabemos conscientemente si disponemos o no de esta última**.

Por ejemplo, si nos preguntan cuál es la capital de Francia o cuánto es dos por dos, inmediatamente sabemos que disponemos de esta información. Por el contrario, si nos preguntan cuál es el peso atómico del vanadio, la mayoría sabremos inmediatamente que no disponemos, al menos de manera inmediata, de esta información. Ahora bien, el caso más intrigante de esta facilidad para la inspección consciente de nuestra base de datos se produce cuando, en muchas ocasiones, sabemos que disponemos de cierta información, aunque no somos capaces de recuperarla en un momento determinado. Éste es el caso, por ejemplo, de la información que sabemos, pero no somos capaces de recordar en el momento del examen.

Habitualmente, en el sistema de memoria declarativa suelen distinguirse dos subsistemas componentes: la memoria episódica y la memoria semántica.

A pesar de que, como hemos señalado, las divisiones entre los subsistemas de la MLP no están tan bien definidas como en el caso de la memoria de trabajo, a grandes rasgos, veremos los elementos que caracterizan la memoria semántica y la episódica, así como algunas de sus relaciones.

### La memoria episódica

Los contenidos y procesos de la memoria episódica constituyen lo que habitualmente **identificamos mejor con la memoria**.

Definimos la memoria episódica como el recuerdo de objetos, personas y situaciones o episodios que hemos experimentado a lo largo de nuestra vida.

Recordar las circunstancias de la **última vez que salimos a cenar** con nuestros amigos o **qué hicimos en nuestro último cumpleaños** constituirían manifestaciones de la memoria episódica.

### Existen varias propiedades que caracterizan a la memoria episódica:

- La información episódica suele estar vinculada a **etiquetas espacio-temporales** más o menos concretas. Por norma general, recordamos que vivimos un episodio determinado en tal lugar y/o en un momento del tiempo determinados.
- Es un **sistema de aprendizaje muy rápido** puesto que, muchas veces, sólo es preciso vivir una vez la experiencia para recordarla. Recordad el ejemplo del hombre primitivo<sup>2</sup> que se encuentra con los lobos del apartado "Qué entendemos por sistemas de memoria".

<sup>(2)</sup>Imaginad a un hombre primitivo que conoce el camino desde su cueva hasta un lugar donde abundan árboles que proporcionan buenos y abundantes frutos. Ha hecho el camino muchas veces sin ningún problema. Sin embargo, un día, en su camino hacia los árboles, es atacado por una manada de lobos y, gracias al encuentro fortuito de un palo, consigue salir vivo del apuro. Para un mecanismo de memoria basado exclusivamente en la regularidad, este episodio no tendría demasiada relevancia, dado que se confrontaría con muchos otros episodios en que no ha ocurrido nada de peligroso. Sin embargo, un mecanismo que permita aprender también a partir de lo excepcional y lo raro concedería bastante importancia al episodio para que, a partir de entonces, el hombre tomara la precaución de tomar un palo cada vez que se encamina hacia los árboles, aumentando así sus posibilidades de supervivencia en el caso de que volviera a repetirse un ataque.

- Es un sistema en que **se añade con facilidad nueva información**, pero en que también **la información se vuelve irrecuperable con gran facilidad**. Es posible que recordemos la última vez que salimos a cenar; sin embargo, al menos que ocurriera algo verdaderamente excepcional o importante en este episodio, es muy probable que pronto lo olvidemos.

### ¿Cómo se organiza la memoria episódica?

Así como la memoria semántica y, en definitiva, el conocimiento lo construimos en gran parte por medio de la experiencia obtenida de los diferentes episodios y situaciones que hemos vivido, **la organización de la memoria episódica no puede entenderse sin la participación de la memoria semántica**.

Los **esquemas y conceptos** que representan la organización de los contenidos de la memoria semántica participarían de alguna manera en la organización de la memoria episódica. Podréis ver la explicación formal sobre los esquemas y los conceptos en el módulo "La representación del conocimiento en la memoria". Quedémonos de momento con la idea de que todo el conocimiento abstracto que tenemos sobre el mundo se organizaría en conceptos o esquemas.

Nuestros **recuerdos de algunos de los objetos, personas y situaciones** de las que hemos tenido experiencia a lo largo de nuestra vida no están representados en la memoria episódica de manera caótica y desordenada, sino que están **vinculados y relacionados con los diferentes conceptos y esquemas** que configuran nuestra memoria semántica.

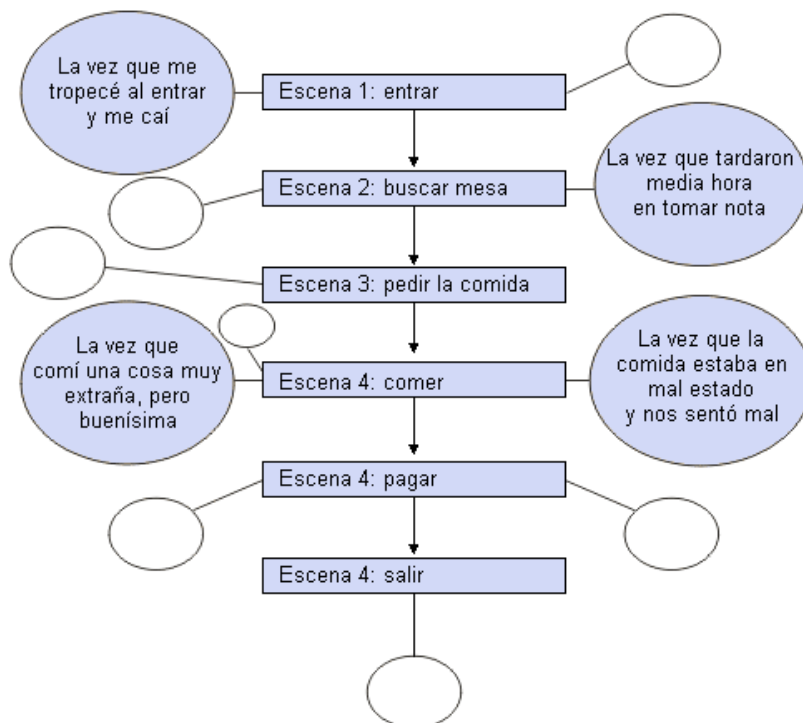
## Ejemplo

Pensad en todas las veces en que hayáis ido a comer o a cenar a un restaurante. Evidentemente, salvo que hayáis ido muy pocas veces, no recordaréis todas las ocasiones en las que hayáis vivido esta experiencia. Lo más probable es que, de la mayoría de las veces en que estuvisteis en un restaurante, no conservéis ningún recuerdo concreto. ¿Por qué? La razón fundamental de esta ausencia de recuerdo de muchas experiencias es que no pasó nada que saliera de lo normal. Es decir, fueron experiencias estándar que se ajustaron muy bien a lo que, por norma general, sucede en una situación bastante estereotipada. Al tener ya el conocimiento estándar, estas situaciones aportan muy poco conocimiento útil y no vale la pena conservarlas.

Pensad ahora en las veces que habéis ido a un restaurante que recordáis. Sin duda, es factible que recordéis los episodios más recientes. Sin embargo, al margen de las veces más recientes, ¿qué hace que un episodio antiguo sea conservado en nuestra memoria episódica? Fundamentalmente, recordamos aquellos episodios en que ocurrió algo que salió del esquema estándar de la situación. Por ejemplo, el día que comimos extraordinariamente bien, el día en que el camarero, al tropezar, nos tiró los espaguetis sobre la camisa, o el día que, por supuesto sin darnos cuenta, nos olvidamos de pagar la cuenta.

Volviendo al ejemplo del hombre primitivo: con toda probabilidad, este hombre no guardaba un recuerdo episódico de todas las veces que había ido a buscar frutas al bosque y en las que no había ocurrido nada extraordinario. Sin embargo, sí que recordará bien el día del encuentro con los lobos y es, precisamente, este recuerdo fiel de un episodio único lo que le hará prevenirse para otras veces.

El esquema siguiente ilustra, de una manera muy simplificada, cómo los contenidos de la memoria semántica ayudan a la organización de la memoria episódica. Podéis ver cómo **los recuerdos episódicos se relacionan con esquemas semánticos** a partir de los elementos en que aquéllos se **apartaron de la experiencia estándar**.



Un ámbito particularmente interesante de investigación de la memoria episódica es lo que se conoce como **memoria autobiográfica**. Ésta hace referencia, como su nombre indica, al recuerdo de los acontecimientos de la vida.

## Bibliografía

En el módulo "Aplicaciones de la Psicología de la memoria" encontraréis una lectura que os aclarará algunas ideas sobre la memoria autobiográfica.

Asimismo, aquellos de vosotros que estéis interesados en conocer más sobre la memoria autobiográfica, podéis leer:

A. Baddeley (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica* (Cap. 12). Madrid: McGraw-Hill.

## La memoria semántica

Los contenidos y funcionamiento de la memoria semántica se corresponden, a grandes rasgos, con lo que, por norma general, relacionamos con **el conocimiento**.

**Gran parte** de la memoria semántica sería de **tipo declarativo**. En este sentido:

La memoria semántica incluiría los significados de las palabras, los conceptos de las cosas, las relaciones que establecemos entre los conceptos y el conocimiento que tenemos sobre las situaciones más o menos estereotipadas de la vida.

Esta parte de la memoria semántica incluiría aquella información que es **formulable verbalmente** y no es el recuerdo, en sentido estricto, de objetos y experiencias que hemos vivido en un lugar y un momento determinados.

Por ejemplo, sé cuál es la capital de Francia, para qué sirve una botella, qué es lo que pasa por lo general en una situación estereotipada como, por ejemplo, asistir a una clase o ir al cine.

Asimismo, con anterioridad hemos comentado que los límites de los sistemas de la MLP no están completamente bien definidos, **la memoria semántica incluiría aspectos de la memoria no declarativa** que veremos en el próximo apartado. Si os fijáis en el esquema general, podréis observar que una parte de la memoria semántica está incluida en la memoria no declarativa.

Por ejemplo, adquirimos y utilizamos varios conocimientos sin tener conciencia de ello. A veces, intuimos, más que sabemos, que las cosas deben ser de una manera determinada. Nuestro sistema cognitivo consigue captar ciertas relaciones con las cosas del mundo sin que nosotros nos esforcemos en aprenderlas y sin que seamos capaces de explicitar verbalmente cuáles son estas relaciones.

Por consiguiente, la memoria semántica incluiría también algunos conocimientos que tenemos, pero que no podemos explicitar.

En términos muy generales, existen varias **propiedades** que caracterizan la memoria semántica, que son las siguientes:

- La información semántica suele estar **descontextualizada**; es decir, no está vinculada al lugar y momento de su adquisición. Probablemente, no recordamos dónde y cuándo aprendimos que París es la capital de Francia, o qué es un martillo y para qué sirve.
- Aunque pueden adquirirse conocimientos semánticos a partir de una única experiencia de aprendizaje, **es más frecuente que se precisen varias experiencias de aprendizaje** para adquirir conocimiento semántico.
- En relación con lo anterior, **añadir información** a nuestro sistema de memoria semántica **suele ser más lento y costoso** que en el caso de la memoria episódica, aunque **el olvido también es menos probable**.

Las relaciones que se establecen entre los sistemas de memoria episódica y semántica son importantes y podemos sintetizarlas de la manera siguiente:

- Evidentemente, casi todos los contenidos de nuestra **memoria semántica se han configurado a partir de experiencias concretas**.

Sabemos que París es la capital de Francia porque lo hemos oído o leído repetidamente desde hace mucho tiempo. Sabemos qué es un martillo porque lo hemos visto utilizado o lo hemos utilizado nosotros. Sabemos qué acciones se producen y en qué orden en una situación social estereotipada como la de ir a cenar a un restaurante porque hemos vivido esta situación varias veces.

- No todos los contenidos de la memoria semántica se originan a partir de la abstracción de lo que ocurre en los episodios concretos. **Nuestra memoria semántica tiene la propiedad de obtener nuevos conocimientos a partir de los que ya posee**. Es decir, nuestra memoria semántica tiene capacidad inferencial.

Imaginémonos que nos preguntan de qué raza deben ser mayoritariamente los habitantes de Jartum. Seguramente, nuestro sistema de memoria combinaría varios conocimientos almacenados para obtener una hipótesis plausible ante esta cuestión. Por ejemplo, tendríamos en consideración que Jartum es la capital del Sudán, que Sudán se encuentra en África y que las personas que viven en África son, mayoritariamente, de raza negra.

- Así como los contenidos de la memoria semántica se forman mayoritariamente a partir de los episodios concretos e individuales que hemos vivido, a la inversa debéis tener en cuenta que **la memoria semántica proporciona los conocimientos necesarios que nos permiten interpretar adecuadamente estas experiencias y episodios concretos**.

Los contenidos y organización de la memoria semántica se desarrollarán en profundidad en el módulo "La representación del conocimiento en la memoria" cuando os expliquemos los conceptos, las redes semánticas y los esquemas.



## Resumen

En términos generales, podemos dividir la MLP en dos grandes sistemas: la memoria declarativa y la no declarativa.

En el caso de la MLP, los diferentes subsistemas no están tan definidos claramente y diferenciados como en la memoria de trabajo.

La memoria declarativa está constituida por un sistema de memoria episódica y un sistema de memoria semántica que operan en interacción continua.

## 4.2. La memoria a largo plazo: la memoria no declarativa

Aunque estamos acostumbrados a entender como memoria las experiencias en que conscientemente y, muchas veces voluntariamente, registramos, almacenamos y recuperamos información, **nuestras capacidades de memoria no acaban aquí.**

### Reflexión

Reflexionad, escribid y, a ser posible, discutid, con vuestros compañeros sobre diferentes situaciones en que no tenemos experiencia consciente de que estamos aprendiendo algo, cómo estamos aprendiendo lo que aprendemos, o aprendizajes en los que lo que se ha aprendido no puede expresarse con facilidad de manera verbal.

En principio, conviene señalar que hoy día **no está muy claro si lo que llamamos *memoria no declarativa* es un sistema de memoria**, varios sistemas de memoria, o un conjunto de procesos que hacen que la información se adquiera de manera muy diferente a la memoria declarativa. No entraremos aquí en esta discusión.

Lo que sí que está claro es que, en varias situaciones de aprendizaje, lo que se ha aprendido, la manera como se aprende, los procesos de recuperación y la expresión de la información aprendida escapan al control voluntario y consciente de la persona. Éstos son los elementos críticos que definen la memoria no declarativa.

### Ejemplo

Pensad, por ejemplo, en el fenómeno, que seguramente conoceréis, de la publicidad subliminal. Este fenómeno nos ilustra cómo unos estímulos, de los que el sujeto no ha sido consciente de su procesamiento, provocan cambios en su sistema de MLP que se manifiestan en cambios conductuales.

Aquí hemos optado por utilizar el término más general de ***memoria no declarativa***. Sin embargo, veréis que otros autores utilizan el concepto de ***memoria implícita*** o, incluso, el de ***memoria procesal o procedimental*** para referirse a los fenómenos que aquí trataremos u otros que están relacionados.

A pesar del hecho de que podamos aprender sin conciencia y sin voluntad de hacerlo, éste no es un fenómeno que se haya descubierto recientemente, es cierto que las investigaciones sobre la **memoria no declarativa** o implícita han experimentado un **desarrollo importantísimo en los últimos quince años**.

Este **desarrollo de la memoria no declarativa ha estado muy vinculado a las formas que han tenido los investigadores de medir la memoria**. Cuando investigamos la memoria, siempre intentamos medir qué influencia han tenido acontecimientos pasados sobre la ejecución que observamos en el sujeto en el momento presente. Sin embargo, como habéis podido ver en el módulo "Aspectos conceptuales y metodológicos" entre las **pruebas tradicionales o directas** que han investigado los aspectos declarativos de la memoria y las **pruebas implícitas o indirectas** existen notables **diferencias** según lo que sucede en el momento de la codificación de la información y en el momento de la recuperación:

- Las **pruebas tradicionales** de evaluación de la memoria pueden dividirse en **dos grandes tipos** según si el sujeto era consciente de que posteriormente debería recordar la información que se le presentaba (**aprendizaje intencional**), o no sabía que se le evaluaría con posterioridad (**aprendizaje incidental**). Sin embargo, en las pruebas tradicionales (también llamadas *directas*), **siempre, en el momento de la recuperación, hay una alusión explícita a la experiencia en que tuvo lugar el aprendizaje**.
- Por otro lado, en las **pruebas de memoria implícitas o indirectas no suele haber voluntad del sujeto de aprender, ni conciencia de que será evaluado con posterioridad**. El sujeto se somete a una prueba catalogada como *orientadora*, en la que ejecuta alguna tarea con una información sin ser consciente de que, a continuación, se evaluará la influencia que ha tenido esta experiencia. Asimismo, en las pruebas indirectas en el momento de la recuperación no se produce alusión ni explícita ni implícita a la experiencia en la que tuvo lugar el aprendizaje, hecho que determina que el sujeto no controle voluntariamente el proceso de recuperación.

Hoy día existe una evidencia empírica que nos lleva a pensar que **los aspectos de la memoria medidos por medio de un tipo de prueba u otro son diferentes**. Asimismo, recordad lo que hemos dicho en el apartado anterior, se ha observado consistentemente que las **lesiones cerebrales** que provocan pérdidas de memoria se manifestarían en las pruebas tradicionales o directas de memoria, pero no en las medidas implícitas o indirectas.

Existen **muchas pruebas** que nos ponen de manifiesto los efectos de la experiencia sobre lo que denominamos *memoria no declarativa*. Por no extendernos demasiado, a continuación recordaremos alguna.

#### 4.2.1. Preparación (*Priming*)

El concepto de *preparación* es la traducción que habitualmente se hace de la palabra inglesa *priming*.

La preparación consiste en la influencia, habitualmente facilitadora (aunque también puede ser inhibitoria), que tiene la presentación de un estímulo en el procesamiento posterior de este estímulo.

#### Actividad

Proponed a algunas personas el ejercicio siguiente:

Presentadles, escritas en un papel, la lista compuesta por las palabras siguientes:

**farola, carácter, imaginación, árbol, libro, supuesto.**

Y pedidles que, simplemente, os señalen cuáles de estas palabras se refieren a objetos concretos y cuáles hacen referencia a conceptos abstractos.

Esta tarea tiene como objetivo que los sujetos lean la lista de palabras sin el objetivo específico de aprenderlas para recuperarlas con posterioridad. Es lo que se llama una *tarea orientadora*.

2.º Distraed a los sujetos durante diez minutos con cualquier tarea. Por ejemplo, pidiéndoles que cuenten cuántas vocales hay en un texto.

3.º Proponed a los sujetos una tarea de completar fragmentos de palabras presentándoles la lista de fragmentos siguiente para que rellenen las letras que faltan y descubran de qué palabras se trata:

t_l_f_n_	a_b_l	p_s_d_
f_r_l_	b_t_ll_	o_d_n_d_r
p_ñ_e_o	c_r_c_e_	s_l_e_a
c_m_o_	m_s_c_	i_a_i_a_i_n
r_s_r_o	l_b_o	p_n_u_a
s_p_e_t_	c_m_	v_n_a_a

Decid a los sujetos que tienen diez minutos para completar todos los fragmentos que puedan y que no dediquen mucho tiempo en una si no encuentran la palabra y pasen a la siguiente.

Como podéis comprobar, las seis palabras que se presentaron a los sujetos en la primera fase del experimento están incluidas entre los dieciocho fragmentos para completar de esta fase. Fijaos que, de alguna manera, estamos evaluando los efectos de la presentación previa de las palabras en una prueba que no es directamente de memoria, puesto que no hacemos alusión, al proponer la tarea de completar fragmentos, a las palabras que les presentamos previamente.

4.º Para poder comprobar si la presentación previa provocará algún efecto en la prueba de completar fragmentos de palabras, conviene que paséis la prueba de completar frag-

#### Bibliografía

Quienes estéis interesados en conocer más sobre las pruebas implícitas de memoria, podéis repasar una clasificación en:

A. Richardson-Klavehn y R. A. Bjork (1988). Measures of memory. *Annual Review of Psychology*, 39, 475-543.

mentos a otro grupo de personas sin presentarles previamente las seis palabras críticas para que las clasifiquen.

5.º Cuando tengáis los datos de los dos grupos, contad la media de fragmentos de palabras completadas sólo para las seis palabras críticas. Probablemente, constataréis que en el grupo que tuvo la presentación previa de las palabras, la media de fragmentos de las seis palabras críticas completadas es mayor que en el grupo que no tuvo la presentación previa.

Esto nos demuestra que, aunque los sujetos no tuvieron voluntad de aprender las palabras y, probablemente, cuando completaban los fragmentos no tuvieron conciencia de que algunas de las palabras que completaban eran las mismas que habían leído antes, esta presentación previa tuvo algún efecto sobre la memoria que produjo una facilitación en la tarea posterior.

Podéis llevar a cabo el experimento pasando cada uno de vosotros unos cuantos sujetos y poniendo en común los resultados de todos los alumnos del aula, para tener así una mayor muestra de sujetos.

La preparación consiste en una forma de aprendizaje inconsciente porque habitualmente el sujeto no es consciente de esta facilitación que se produce en su sistema de procesamiento.

**Según la actividad** que solicitamos del sujeto en el momento de la codificación de la información, podemos encontrar un **efecto facilitador** (también denominado *priming positivo*) en la tarea posterior, que implica la recuperación de esta información, o el efecto contrario: un **efecto inhibitor** o dificultador (también conocido como *priming negativo*) en la prueba, que implica la recuperación posterior de la información.

#### 4.2.2. Adquisición de destrezas

Otro tipo de situaciones en que el sujeto no controla siempre conscientemente qué es exactamente lo que está aprendiendo, ni cómo se produce el aprendizaje las encontramos cuando adquirimos algún tipo de destrezas determinado.

Un claro ejemplo de esto lo constituyen las **destrezas motrices** que aprendemos, pero sucede lo mismo con las **destrezas cognitivas**.

##### Ejemplo

A lo largo de nuestra vida, todos hemos aprendido destrezas motrices. Empezando por la habilidad de caminar sobre dos pies, ir en bicicleta, jugar al tenis o escribir con un teclado. Asimismo, aprendemos habilidades cognitivas, como son: el uso de las reglas gramaticales que nos permiten hablar nuestra lengua correctamente, el algoritmo de la multiplicación o los mecanismos de resolución de algunos problemas.

Cuando **aprendemos una destreza** de este tipo, el proceso de aprendizaje se produce de manera **muy diferente al aprendizaje de la información declarativa**:

- Por norma general, necesitamos muchos ensayos de aprendizaje.

- No somos conscientes de qué ha cambiado en nuestro sistema cognitivo de un ensayo al siguiente.
- No siempre sabemos con exactitud qué aprendemos, simplemente constatamos que, con la práctica, la ejecución es cada vez mejor.

Fijaos en que, en estos casos, **más que aprender el qué, aprendemos el cómo** hacer determinadas cosas. Por este motivo, a veces los sistemas de memoria encargados de estos tipos de aprendizajes se llaman *memoria procesal o procedimental* (del término inglés *procedural*).

### Ejemplo

¿Podemos explicar qué hacemos exactamente para caminar sobre dos pies, o para mantener el equilibrio mientras vamos en bicicleta? Seguramente no. Estos ejemplos nos ilustran la dificultad de trasladar ciertos conocimientos, que tenemos representados en nuestra MLP, a un código lingüístico y, por ello, utilizamos el concepto de *memoria no declarativa*.

Otra característica distintiva de los aprendizajes de destrezas es su durabilidad. Probablemente, las destrezas son los **aprendizajes más duraderos** y los que menos sometidos se ven en la ausencia de repaso después de largos intervalos de tiempo.

Para acabar con el tema de la memoria no declarativa, debéis tener claro que otros fenómenos como los aprendizajes por **condicionamiento**, que se explican en la asignatura de aprendizaje, entrarían también dentro de esta categoría de fenómenos relacionados con los aspectos no declarativos de la memoria.

Si queréis hacer un repaso más profundo que el que hemos hecho en estos dos últimos apartados, podéis consultar la lectura siguiente:

A. Baddeley (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica* (Cap. 20). Madrid: McGraw-Hill.

### Resumen

Por norma general, la memoria no declarativa se caracteriza por la ausencia de control voluntario y consciente por parte del sujeto en el momento de la codificación y en el de la recuperación de la información.

Habitualmente, la memoria no declarativa se mide por medio de las conocidas como *pruebas implícitas o indirectas*.

Existen varias pruebas de memoria y fenómenos relacionados con la memoria no declarativa. Aquí hemos repasado los fenómenos de la preparación y la adquisición de destrezas.



## Bibliografía

### Bibliografía básica

Baddeley, A. (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica* (cap. 4, 5 y 6, p. 57-120; cap. 20, p. 419-430). Madrid: McGraw-Hill.

De Vega, M. (1984). *Introducción a la Psicología Cognitiva* (p. 59-61). Madrid: Alianza.

Ruiz Vargas, J. M. (1991). *Psicología de la memoria* (p. 57-75 y cap. 3, p. 87-115). Madrid: Alianza.

### Bibliografía complementaria

Elosúa, M. R. (2000). *Procesos de la comprensión, memoria y aprendizaje de textos*. Madrid: Sanz y Torres.

Mayor, J. y Pinillos, J. L. (1992). *Memoria y representación* (Vol. 4: Tratado de Psicología General). Madrid: Alhambra.

Richardson-Klavehn, A. y Bjork, R. A. (1988). Measures of memory. *Annual Review of Psychology*, 39, 475-543.

Ruiz Vargas, J. M. (1991). *Psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.

Sebastián, M. V. (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.

### Referencias bibliográficas

Atkinson, R. C. y Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. En K. W. Spence y J. T. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory*. Nueva York: Academic Press.

Baddeley, A. (1999). *Memoria humana. Teoría y práctica*. Madrid: McGraw-Hill.

Baddeley, A. D. y Hitch, G. (1974). Working memory. En G. A. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation* (Vol. 8). Nueva York: Academic Press.

Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11), 417-423.

Baddeley, A. (2012). Working memory: Theories, models, and controversies. *Annual Review of Psychology*, 63, 1-29.

Baddeley, A., Allen, R. J., y Hitch, G. J. (2010). Investigating the episodic buffer. *Psychologica Belgica*, 50(3-4), 223-243.

Baddeley, A. D., Allen, R. J., y Hitch, G. J. (2011). Binding in visual working memory: The role of the episodic buffer. *Neuropsychologia*, 49(6), 1393-1400.

Baddeley, A. D. y Andrade, J. (2000). Working memory and the vividness of imagery. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(1), 126-145.

Baddeley, A. D., Lewis, V., y Vallar, G. (1984). Exploring the articulatory loop. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 36A(2), 233-252.

Baddeley, A., Vallar, G., y Wilson, B. (1987). Sentence comprehension and phonological memory: Some neuropsychological evidence. A M. Coltheart (Ed.), *Attention and performance 12: The psychology of reading*, (p. 509-529). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

Baum, D. R. y Jonides, J. J. (1979). Cognitive maps: Analysis of comparative judgements of distance. *Memory and Cognition*, 7, 462-468.

Broadbent, D. E. (1958). *Perception and communication*. Nueva York: Pergamon Press.

Brooks, L. R. (1967). The suppression of visualization by reading. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 289-299.

Brown, L. D., Tickner, A. H., y Simmonds, D. C. V. (1969). Interference between concurrent tasks of driving and telephoning. *Journal of Applied Psychology*, 53, 419-424.

- Conrad, R. y Hull, A. J. (1964). Information, acoustic confusion and memory span. *British Journal of Psychology*, 55, 429-432. Londres: Dent / Everyman Edition.
- Ellis, N. C. y Hennelly, R. A. (1980). A bilingual word-length effect: Implications for intelligence testing and the relative ease of mental calculation in Welsh and English. *British Journal of Psychology*, 71, 43-52.
- Gathercole, S. E. y Baddeley, A. D. (1989). Development of vocabulary in children and short-term phonological memory. *Journal of Memory a Language*, 28, 200-213.
- Holtzer, R., Verghese, J., Xue, X., y Lipton R. B. (2006). Cognitive Processes Related to Gait Velocity: Results From the Einstein Aging Study. *Neuropsychology*, 2 (20), 215-223.
- Miller, G. A. (1956). El mágico número  $7 \pm 2$ . Algunas limitaciones en nuestra capacidad para el procesamiento de información. En M. V. Sebastián (1983). *Lecturas de psicología de la memoria*. Madrid: Alianza.
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., y Howerter, A. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex "Frontal Lobe" tasks: A latent variable analysis. *Cognitive Psychology*, 41, 49-100.
- Norman, D. A. y Shallice, T. (1986). Attention to action: Willed and automatic control of behavior. En R. J. Davidson, G. E. Schwartz, y D. Shapiro (Ed.), *Consciousness and self-regulation. Advances in research and theory* (Vol. 4). Nueva York: Plenum Press.
- Paivio, A. (1969). Mental imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76, 241-263.
- Paus, T. (2005). Mapping brain maturation and cognitive development during adolescence. *Trends in Cognitive Sciences*, 2 (9), 60-67.
- Pousada, M., de la Fuente, J., Gómez-Zúñiga, B., y Armadans, I. (2004). Los efectos de la información irrelevante en la memoria operativa de las personas mayores. *Revista Multidisciplinar de Gerontología*, 14 (1), 16-21.
- Shallice, T. y Warrington, E. K. (1970). Independent functioning of the verbal memories stores: A neuropsychological study. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 22, 261-273.
- Shepard, R. N. y Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- Sherry, D. F. y Schacter, D. L. (1987). The evolution of multiple memory systems. *Psychological Review*, 94, 439-454.
- Tirapu-Ustaroz, J. y Muñoz-Céspedes, J. M. (2005). Memoria y funciones ejecutivas. *Revista de Neurología*, 41 (8), 275-284.
- Tulving, E. (1985). How many memory systems are there? *American Psychologist*, 40, 385-398.
- Villalta-Gil, V., Vilaplana, M., Ochoa, S., Haro, J., Dolz, M., Usall, J., y Cervilla J. (2006). Neurocognitive performance and negative symptoms: Are they equal in explaining disability in schizophrenia outpatients? *Schizophrenia Research*, 1-3 (87), 246-253.