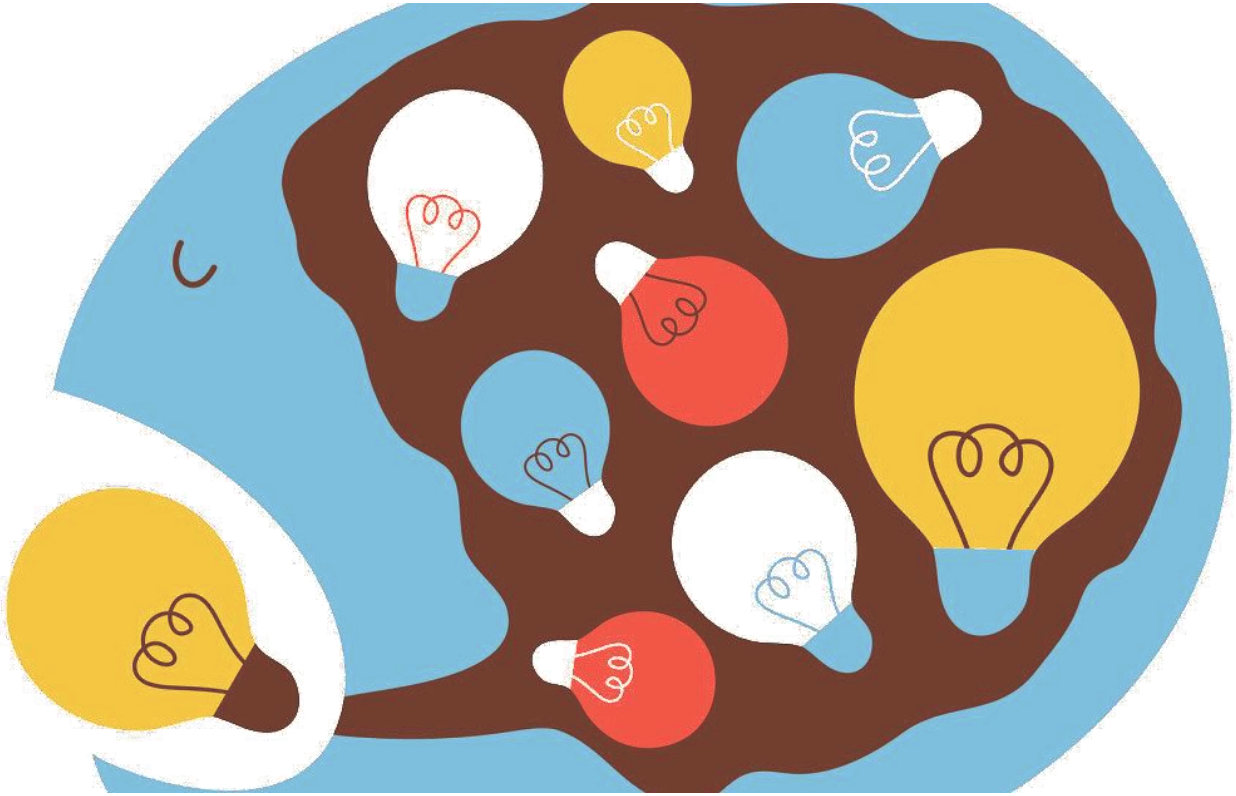
Tema 3 Memoria de Trabajo



Psicología de la Memoria curso 2023/2024

Centro Asociado de la Seu d´Urgell

Tutora: Mónica Martínez Ramos.

Correo electrónico: monmartinez@seu-durgell.uned.es

¿Qué veremos?

OBJETIVOS
■ Describir el modelo multicomponente de la memoria de trabajo.
■ Conocer brevemente los modelos alternativos de la memoria de trabajo.
■ Enumerar las diferentes tareas utilizadas para evaluar la memoria de trabajo.
■ Explorar los cambios de la memoria de trabajo a través del ciclo vital.
■ Abordar los posibles beneficios del entrenamiento de la memoria de trabajo.
■ Describir los principales trastornos que afectan a la memoria de trabajo.
■ Analizar los diferentes sustratos cerebrales asociados a la memoria de trabajo.

OBJETIVOS

3.1. Introducción

3.1.1. De la memoria a corto plazo a la memoria de trabajo

3.2. El modelo de memoria de trabajo de Baddeley

3.2.1. Bucle fonológico
3.2.2. Agenda visuoespacial
3.2.3. El ejecutivo central
3.2.4. Buffer/retén episódico

3.3. Modelos unitarios de la memoria de trabajo

3.4. Algunas tareas de memoria de trabajo

3.4.1. Prueba de amplitud de dígitos
3.4.2. La tarea de bloques de Corsi
3.4.3. La tarea *n-back*

3.5. Diferencias individuales en memoria de trabajo y posibles beneficios del entrenamiento

3.6. Cambios en la memoria de trabajo a lo largo del ciclo vital

3.7. Trastornos que afectan a la memoria de trabajo

3.8. Neurociencia cognitiva de la memoria de trabajo

Introducción:

- **<u>Memoria trabajo (MT):</u>**
- Tiene capacidad limitada.
- Mantiene, procesa y actualiza la información de manera flexible durante un corto periodo de tiempo.
- Su capacidad cambia a lo largo del ciclo vital.
- Función ejecutiva dependiente de la corteza cerebral frontal**: corteza prefrontal y cortezas asociativas posteriores**. Controla conducta dirigida a metas, razonamiento y lenguaje.

- Miller (1956), propuso el **número mágico de 7+-2,** como el número de elementos o unidades que puede mantenerse en la memoria durante un tiempo breve.
- Años 50, **Tarea de Brown –Peterson**, consiguieron distinguir la MCP de la Memoria a largo plazo (MLP)

- El **experimentador** leía trigramas sin sentido (UKQ o JKM), y luego enunciar un número de tres dígitos a partir del cual el participante debía contar hacia atrás de 3 en 3 (tarea distractora). La tarea distractora era impedir el recuerso del trigrama para que no pudieran retener el recuerdo evitando el recuento subvocal.
- los **investigadores encontraron** que a más distracción (tarea distractora) menor recuerdo de trigramas. Fig.3.2
- 3 segundos 80% trigramas recordados correctamente frente a 18 segundos solo recordó un 10%
- Conclusión: Que hay un sistema de memoria a corto plazo , que almacena información en un breve periodo de tiempo a diferencia del sistema de memoria a largo plazo (MLP)

A partir de diferentes experimentadores ,Waugh y Norman con sus términos de memoria primaria y secundaria, Atkinson y Shiffrin incorporaron procesos de control para el repaso verbal (buffer a corto plazo/MT). **Se empezó a entender la MT como un procesador de información a parte de como un almacén.**

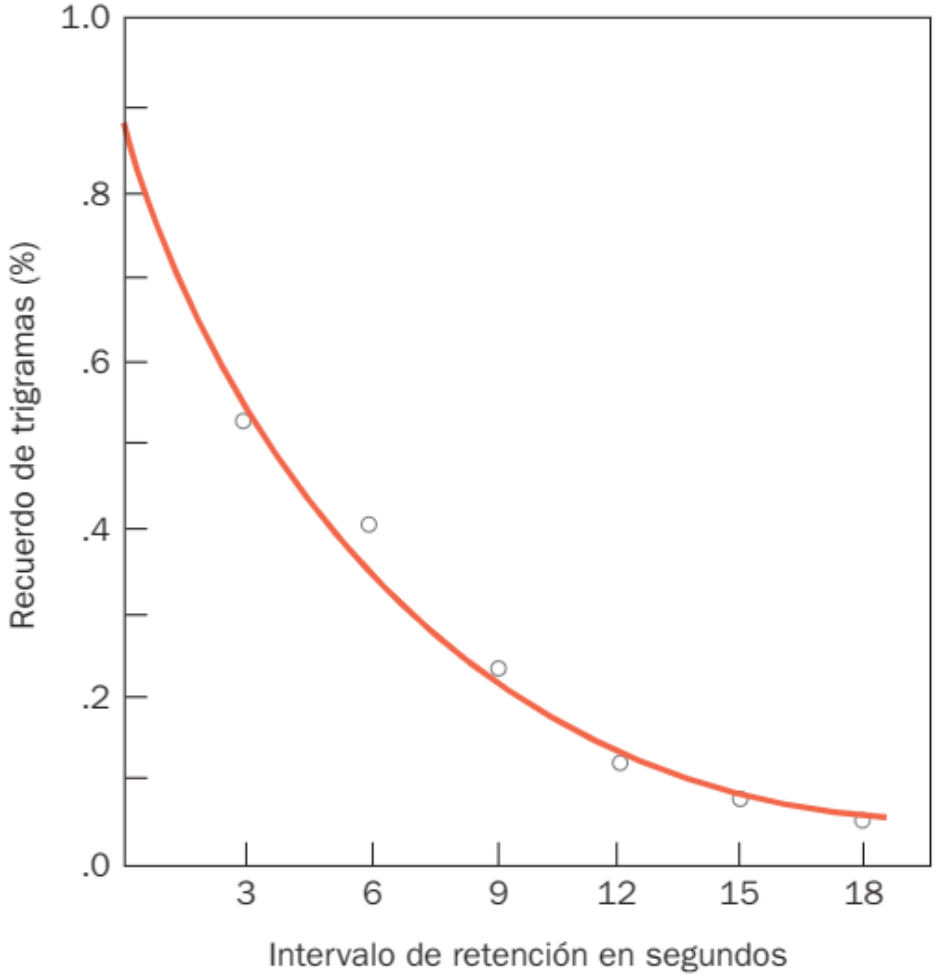


Figura 3.1

Recuerdo de trigramas en función de la duración del intervalo el experimento de Peterson y Peterson (1958).

En los 60, También se dieron otros trabajos para diferenciar la MT y la MLP:

- **Ebbinghaus, (1913)** con estudios de recuerdo libre.

Hablo de la existencia de una **curva serial** , cuando se mostraba una lista de palabras para recordar, las palabras que aparecían al principio (efecto de primacía) y las del final (efecto de recencia) se recuerdan mejor que las que aparecen en medio (zona intermedia).

Esto da que pensar, que los últimos elementos permanecen en un almacén a corto plazo y los del principio en el almacén de la memoria a largo plazo, por eso no se ven afectados por la tarea distractora.

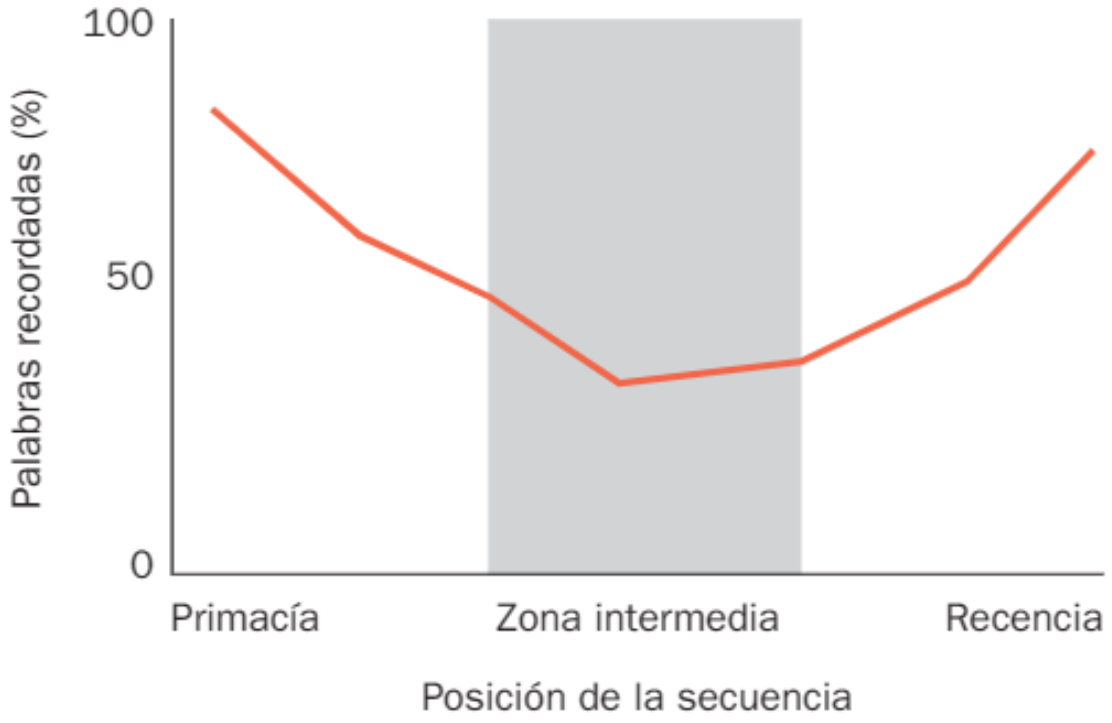


Figura 3.2

Curva serial mostrando los efectos de primacía y de recencia.

3.1.1 DE LA MCP A LA MEMORIA DE TRABAJO

3.2 MODELO MULTICOMPONENTE DE LA MEMORIA DE TRABAJO

Baddeley y Hitch, años 70 trabajaron para saber más sobre la MCP, mediante la relación de la MCP y MLP.
Utilizaron un método que consistía en mantener la MCP ocupada, y al mismo tiempo razonar, aprender y comprender.

En su estudio pedían a los sujetos experimentales que dijeran si una frase, que hacía referencia al orden de dos letras era verdadera o falsa:
" A sigue a B" (RECUADRO 3.1)

Resultados:

I. Podían realizar la tarea con éxito hasta cuando repetían secuencias de hasta 8 dígitos
II. Tasa de error baja (5%)
III. La tasa de errores era constante, independiente de la carga de dígitos.
IV. Independencia de las funciones de almacenamiento y procesamiento y procesamiento de la memoria a corto plazo, consideraron empezar a utilizar el término memoria de trabajo.

Recuadro 3.1 **Ejemplos del test de razonamiento gramatical utilizado por Baddeley (1968)**

		V	F
A sigue a B	B → A		✓
A precede a B	A → B	✓	
B es seguida por A	B → A		✓
A es precedida por B	B → A		✓
A no es precedida por B	A → B	✓	
B no sigue a A	A → B	✓	

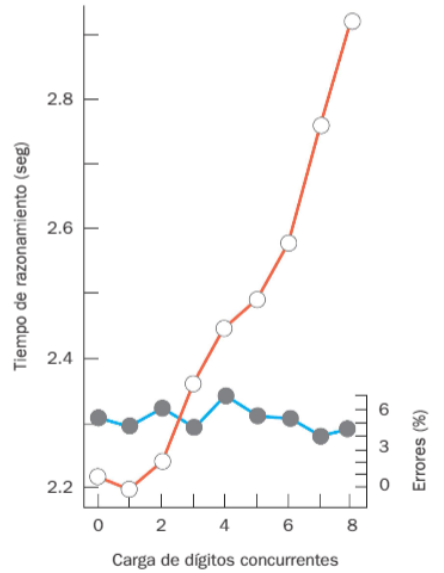


Figura 3.4
Resultados obtenidos en la tarea de razonamiento realizada simultáneamente con la retención de dígitos. Se observa que el tiempo de razonamiento aumenta a medida que aumenta la carga en MT, pero el tamaño del efecto es modesto. Por otra parte, se observa que la carga en MT no afecta al porcentaje de errores cometidos. A partir de Baddeley y Hitch (1974).

3.2 MODELO MULTICOMPONENTE DE LA MEMORIA DE TRABAJO

Baddeley y Hitch, a partir de sus resultados concluyeron que los sujetos podían realizar tareas cognitivas complejas (razonamiento gramatical, calculo aritmético, tama de decisión) incluso repitiendo y manteniendo en su memoria secuencias de dígitos (hasta 8) .
Con esto, apoyaron la idea de la existencia de un sistema independiente llamado **Memoria de trabajo (MT).**

A raíz de los resultados, **Baddeley y Hitch (1974)** propusieron su modelo de MT, un sistema **no** del todo dependiente de la mera capacidad pasiva de almacenamiento.

- **Sus componentes son**:

1) **EJECUTIVO CENTRAL** (gestor atencional, seleccionar y manipular información)

2) **BUCLE FONOLÓGICO**(mantiene información Temporalmente)

3) **AGENDA VISUOESPACIAL**(información visuoespacial)

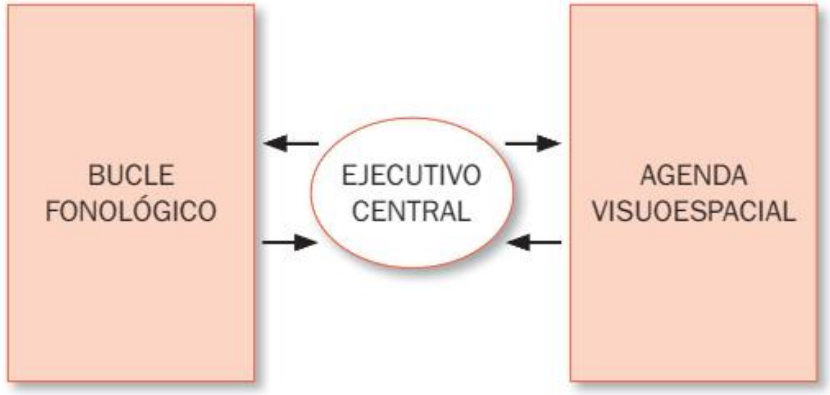


Figura 3.5

Componentes de la Memoria de Trabajo en el modelo original de Baddeley y Hitch (1974). A partir de Baddeley y Hitch (1974).

LOS COMPONENTES DE LA MEMORIA DE TRABAJO (MT)

Esquema representativo de los componentes de la **MODELO DE TRABAJO Baddeley**
Se centra en que la memoria de trabajo (MT), su almacenamiento requiere de un sistema más complejo implicado en la realización de tareas.

El **ejecutivo central, controla a otros sistemas que trabajan conjuntamente**

- Controla atencional
- Capacidad limitada

Bucle fonológico: Procesamiento del lenguaje

- Sistema articulatorio (voz interior)
- Sistema fonológico (oído interior)

Agenda visoespacial: Manipulación de imágenes.

- Sistema almacenamiento de la información
- (ojo interior)

LOS COMPONENTES DE LA MEMORIA DE TRABAJO (MT)

3.2.1 EL BUCLE FONOLÓGICO

- Se **evalúa** con tarea de **amplitud de dígitos**. **Fig. 3.9**
- **Consta de:**

1. 1 **almacén fonológico** (información verbal en forma de códigos fonológicos, tiempo breve.
2. 1 **proceso de recapitulación articulatoria** (refresca información y la introduce la inf. Verbal presentada visualmente).

- **Evidencia a partir de 4 efectos principales:**

1. **Similitud fonológica** (palabras similares más difícil de recordar)
2. **Escuchar sin prestar atención** (la retención de la inf. Se ve perturbada, aunque se de en otro idioma)
3. **Supresión articulatoria (**la repetición de un mensaje reduce el recuerdo posterior)
4. **Longitud de palabra** (las palabras más largas son más difíciles de recordar)

- **Dunbar y Sussman (1985)** demostraron que la supresión articulatoria alteraba el rendimiento de **la prueba de clasificación de cartas de Wisconsin**, aumentando errores de perseveración.
- **Miyake y Soto (2001)** observaron que la supresión articulatoria afectaba el rendimiento de responder a una letra aprendida previamente a ignorar después (X roja e Y verde después de aprender X verde e Y roja)
- En conclusión, **Baddelley y col. (2001) el papel del lenguaje interno en el control de la acción.**

7-1
5-1-6
9-1-6-3
3-7-6-9-5
1-7-3-8-5-4
6-7-3-4-2-5-8
1-9-7-3-6-8-2-5

Figura 3.9

Ejemplo de la tarea de amplitud de dígitos.

Prueba de clasificación de cartas de Wisconsing (WCST), mide la flexibilidad cognitiva (función ejecutiva)

https://youtu.be/JN3YDE22Fu8?si=NOCoS_r-I5hDZZsw

3.2.2 AGENDA VISUOESPACIAL

- **Bucle fonológico:** Sistema de almacenamiento visual pasivo y recapitulación espacial.
- **Se evalúa mediante: tarea de manipulación espacial,** representan figuras de papel antes de ser construidas. Fig.3.6 Este tipo de prueba pertenece a la batería de Tarea test de inteligencia y la selección para profesionales (RRHH) como arquitectura e ingeniería.
- **Ej.:** Un cubo tiene 6 caras, cada cara es un cuadrado. Se formula una pregunta: ¿se tocarán las caras A y B una vez construido el cubo?
- La tarea consiste en imaginar doblando las figuras y decidor si las caras se tocan**.**

❑ **Shepard y Fend (1972) encontraron** que el tiempo en que los sujetos tardaban en encontrar la solución coincidía con el número de pliegues necesarios para responder a la pregunta.

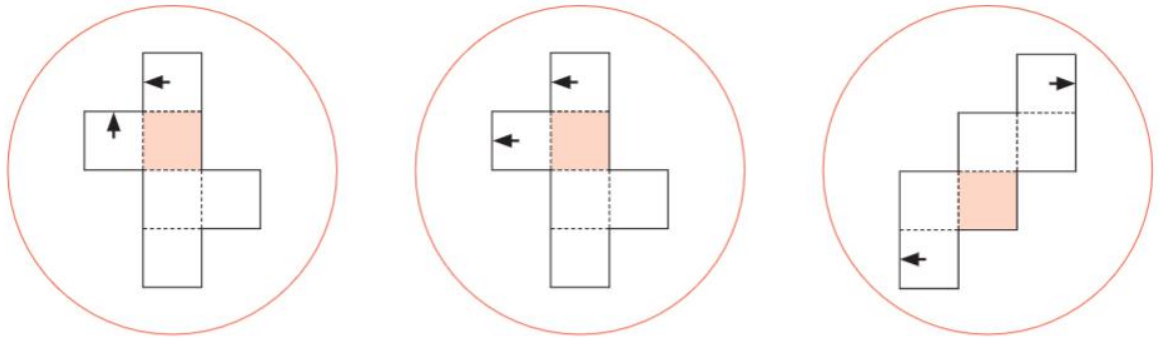


Figura 3.6

Ejemplos de tres tipos de problemas de plegado de papel, empleados por Sheppard y Feng (1972). La tarea consiste en decidir qué pasaría si se doblaran las formas para crear un cubo. ¿Se tocarían las flechas? A partir de Sheppard y Feng (1972).

3.2.3 EL EJECUTIVO CENTRAL

- **El Ejecutivo central** es el mejor indicador en que se diferencia la MCP con la MT, como mecanismo activo.
- Es el encargado de **coordinar operaciones de los subsistemas especializados , seleccionar estratégicamente las acciones más efectivas.**

- **(1993) Baddeley indicó que debería hablarse de la MT como la atención de trabajo (*work-ing attention*)**

- Fue concebido como el **SISTEMA ATENCIONAL SUPERIOR (SAS)** de **Norman y Shallice (1986) Figura 3.7**

¿Cómo funciona este modelo?

1. **Cuando hay acciones en curso, se activan rutinas (patrones de acción) requieren poco control**
2. **Cuando surge un conflicto entre rutinas se soluciona mediante procesos semiautomáticos de resolución de conflictos (dirimido de conflictos)**

Ej.: Cuando conduces con experiencia (pocos recursos atencionales), si aparece un peligro el sistema de supervisión atencional (SAS) interviene porque requiere toma de decisión y planificación.

- ❑ **El SAS cumple funciones ejecutivas de planificación e inhibición relacionadas con el logulo frontal ,encargado de las habilidades cognitivas de regular y controlar pensamientos, emociones y acciones .**
- ❑ **Diamond (2013) Funciones ejecutivas tres tipos: control inhibitorio, (resistirse a algo y hacer lo correcto), la MT y la flexibilidad cognitiva)**

En diferentes estudios se han encontrado que las tres funciones ejecutivas están moderadamente relacionadas.

3.2.4 BUFFER/RETÉN EPISÓDICO

Sistema de capacidad limitada, dedicado al almacenamiento temporal de la información multimodal y a la integración, dentro de la representación episódica unitaria, de información que viene del bucle fonológico y agenda visuoespacial y la MLP.
Es el foco atencional.

MODELOS UNITARIOS DE LA MT

1) **Modelo de Cowan**, donde aparece un componente de almacenamiento y otro componente de procesamiento (Figura 3.8)
- Procesos cognitivos retienen información accesible
-Componentes usan procesos integrados
-La MT no estaría separada de la MLP, sería un subconjunto de ella, y se activaría en un momento dado.
-Existencia de un foco atencional que actúa cuando toma conciencia (recursos atencionales)
-El ejecutivo central actúa en los procesos voluntarios y costosos.
-La capacidad del foco atencional tiene entre 3 y 5 elementos o ***chunks***, a diferencia de Miller (1956)

2)**Modelo Engle,** la MT es para controlar y mantener la información sobre objetivos relevantes.
- Compuesto por huellas de memoria almacenadas en la MLP. Las huellas se activan en función de la necesidad
- La atención controlada o ejecutiva sería lo más importante.
-La información se almacena en códigos específicos como el bucle fonológico o la agenda visuoespacial, y los del táctil.

3) **Modelo de Oberauer, (2023),** combina aspectos de los dos modelos anteriores e incorpora una visión computacional de los procesos involucrados de la MT

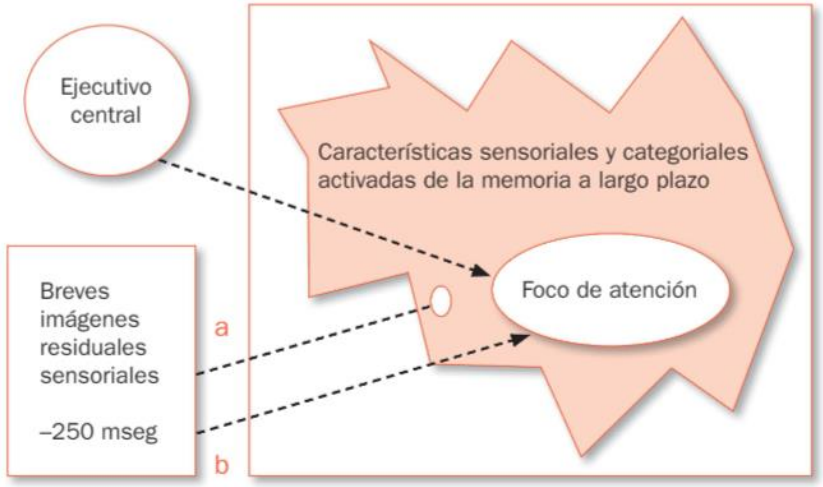


Figura 3.8

Figura modelo Cowan adaptado por Scandar (2016).

3.4 ALGUNAS TAREAS DE MEMORIA DE TRABAJO

3..4.1 PRUEBA DE AMPLITUD DE DÍGITOS

-**Experimentador** lee una serie numérica a una velocidad de 1 dígito por segundo
-El sujeto experimental 1º debe repetir la serie en el mismo orden (**dígitos directos**) y después, 2º el orden inverso (**dígitos indirectos**)
-**Versión directa** se considera una medida de eficacia a de la **MCP**, y el rango normal de ejecución es de 7+-2 dígitos
-**Versión indirecta, Mayor carga de memoria, más sensible a cualquier daño cerebral.**
-Esta prueba está incluida en la escala de Wechsler, tanto en adultos (WAIS)como en infantojuvenil (WISC)

7-1
5-1-6
9-1-6-3
3-7-6-9-5
1-7-3-8-5-4
6-7-3-4-2-5-8
1-9-7-3-6-8-2-5

Figura 3.9
Ejemplo de la tarea de amplitud de dígitos.

3.4.2 TAREA DE BLOQUE DE CORSI

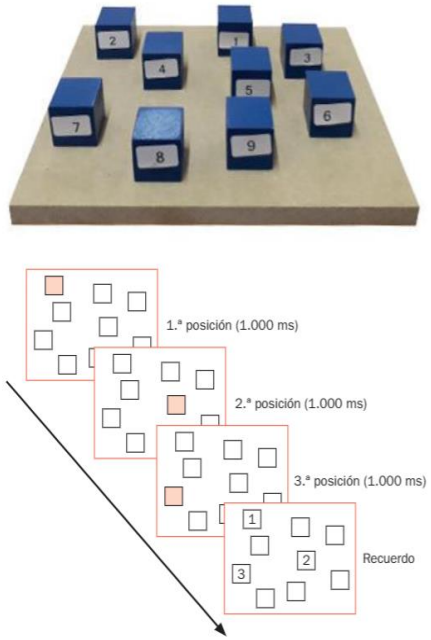


Figura 3.10
Blocks de Corsi en versión física tradicional y en versión informatizada.

-9 cubos y un tablero
-El experimentador ve los cubos numerados, y así genera una secuencia que el participante debe reproducir, a un ritmo de 1 cubo por segundo.
- La tarea empieza señalando con el dedo un cubo, después dos, etc. hasta nueve.
-**Evalúa la MT de tipo visuoespacial.**

3..4.3 LA TAREA DE N- BACK

-Secuencias de estímulos, de uno a uno, durante 1 0 2 segundos.
-sujetos: indicar si coincide o no con el mostrado n pasos antes.

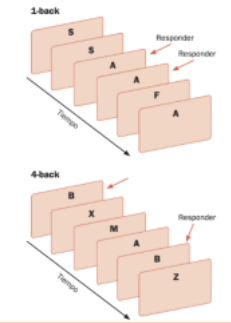


Figura 3.11. En la parte de arriba (back 1), la persona debe responder cada vez que la letra presentada coincida con la presentada en la pantalla anterior. En la parte de abajo (back 4), debe hacerlo cada vez que la letra presentada coincida con las cuatro anteriores.

3.5. DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN MEMORIA DE TRABAJO Y POSIBLES BENEFICIOS DEL ENTRENAMIENTO

Daneman y Carpenter (1980) fueron de los primeros autores en investigar sobre diferencias interindividuales:

- Se interesaron por la relación existente entre la capacidad de la MT y la comprensión del lenguaje.
- Diseñaron una tarea en la que las personas debían leer en alto una secuencia de frases mientras recordaban la última palabra de cada frase. La idea subyacente a esta tarea era que lo que define a la MT es la combinación de mantenimiento y procesamiento de la información.
- La amplitud es de 2 a 4 frases.
- Las autoras demostraron que el rendimiento podía predecir la capacidad de compresión lectora.

Limitaciones del entrenamiento de la MT: Shipstead y cols. (2012) identificaron problemas metodológicos en muchos de los estudios realizados. Además, cuestionaban el grado de generalización de los mismos. **Melby-Lerväg y Hulme** (2013), en un meta-análisis pusieron de manifiesto que los beneficios de entrenamiento de la MT no se mantenían en el tiempo y no existía generalización a pruebas ajenas al laboratorio. **Redick et al. (2015), Sala y Gobet (2020),** y Simons et al. (2016) obtuvieron conclusiones similares a las anteriores: las intervenciones mejoran el rendimiento en tareas entrenadas, pero sin gran repercusión en las tareas de transferencia cercana (tareas que requieren procesos similares a los de las tareas entrenadas) y aún menos en las de transferencia lejana (tareas que requieren procesos diferentes a los de las tareas entrenadas). En el último meta-análisis publicado hasta la fecha, **Melby-Lerväg y cols. (2016),** examinaron la transferencia de los efectos de entrenamiento obtenidos en las tareas de MT: ▪ Los resultados mostraron que, inmediatamente después del entrenamiento, hubo mejoras en las medidas de transferencia intermedia (MT verbal y visuoespacial). Para las tareas de transferencia lejana no hubo pruebas convincentes de mejoras fiables en el grupo de entrenamiento comparado con el grupo de control.

Respecto a estudios sobre cómo entrenar y mejorar la MT, existen varios programas de entrenamiento de la misma: Torkel Klinberg desarrolló el programa de entrenamiento llamado CogmedTM. El formato es parecido al de un videojuego y se anima a los participantes a que mejoren su rendimiento en sesiones regulares. Algunos trabajos utilizando este programa se han llevado a cabo con niños con poca MT (p.ej., niños con TDAH): ▪ En los primeros trabajos, **Klingberg y cols.** observaron una clara mejora en la ejecución del grupo entrenado comparado con el grupo control; ▪ Esta mejora se extendía a otros test de MT y al test de matrices de Raven. **Gathercole y cols.** en un trabajo reciente utilizando el programa **CogmedTM,** con el objetivo de caracterizar los aspectos de la tarea que permitirán la transferencia de los beneficios del entrenamiento dentro de la MT, propusieron que la transferencia ocurre principalmente cuando el entrenamiento conduce a la adquisición de una nueva habilidad cognitiva compleja que se pueda aplicar a una actividad no entrenada: ▪ Conceptualizan este aprendizaje como el desarrollo de rutinas cognitivas que coordinan la ejecución de los procesos necesarios para realizar una tarea desconocida. ▪ Para el entrenamiento de actividades más automatizadas, al no requerir de una nueva rutina, habrá menor margen de transferencia, aunque las tareas sean muy similares. Varios estudios han mostrado cambios cerebrales asociados al entrenamiento de la MT→ **cambios en la actividad de la corteza prefrontal y los ganglios basales o un incremento en la plasticidad del receptor dopaminérgico D1.**

3.6. CAMBIOS EN LA MEMORIA DE TRABAJO A LO LARGO DEL CICLO VITAL

- **Factores determinantes de las diferencias en MT asociadas a la edad:**
- 1. Los diferentes mecanismos de control o de velocidad que actúan para gestionar la cabida de información en MT
- 2. Los cambios en la capacidad de la MT en sí, la cantidad de información que puede mantenerse activa
- En conclusión, existen varios factores que influyen en el desarrollo y reducción de la MT: - Los factores que explican gran parte de las diferencias asociadas a la edad son los relacionados con el ejecutivo central, sus componentes atencionales, inhibición, coordinación, actualización, etc. - El registro visuoespacial también ha mostrado cambios evolutivos. - La velocidad de procesamiento también puede explicar las diferencias asociadas a la edad, afectando a la velocidad articulatoria, sin que el bucle fonológico parezca estar afectado en sí mismo.

3.7. TRASTORNOS QUE AFECTAN A LA MEMORIA DE TRABAJO

- **TDAH➔** Niños con este trastorno pueden exhibir déficits importantes de MT, siendo especialmente marcados cuando las demandas ejecutivas son exigentes. Kofler et al. (2020) administraron a una muestra de 172 niños múltiples pruebas de MT para evaluar el ejecutivo central, la memoria fonológica y la memoria visuoespacial. Los resultados mostraron que el TDAH: ▪ Se asociaba con deficiencia de gran magnitud en el ejecutivo central. ▪ Se asociada con un deterioro único, aunque más pequeño, en la memoria visuoespacial. ▪ No se vinculaba con los déficits fonológicos.
- **DISLEXIA➔** dificultad para percibir, comprender y reproducir los símbolos de la lengua esenia; con repercusiones para el aprendizaje en la lectura, la escritura y la ortografía y que puede tener consecuencias en la etapa escolar. Dentro de lo diferentes perfiles de dislexia, puede haber diferentes afectaciones de la MT: ▪ En cuanto a los problemas asociados con el bucle fonológico en la dislexia, Nicolson et al. señalan una menor velocidad o fluidez articulatoria, que limita la rapidez de lectura y comprensión. ▪ El segundo gran factor que se ha descrito es un peor funcionamiento del ejecutivo central. Wang y Gathercole mostraron que los niños con dislexia presentaban peores habilidades para coordinar dos tareas cognitivas incluso después de controlar el dominio relevante de la MCP. ▪ La función visuoespacial ha recibido relativamente poca atención, pero resultados indican que, a diferencia del dominio verbal, los disléxicos no muestran deterioro en las habilidades visuoespaciales de la MT.
- **DAÑO CEREBRAL ADQUIRIDO➔ en** adultos, p.ej., traumatismos craneoencefálicos por accidente de tráfico, donde el daño suele ser frontal, se acompañan de dificultades de MT, atribuyéndose a un trastorno ejecutivo.
- **ALZHEIMER (EA)➔** Baddeley y cols., exploraron la hipótesis de que estos pacientes están particularmente deteriorados en el funcionamiento del ejecutivo central

3.8. NEUROCIENCIA COGNITIVA DE LA MEMORIA DE TRABAJO

- Los estudios por tomografía por emisión de positrones (PET) o resonancia magnética funcional (fMRI) han demostrado que los componentes de la MT están respaldados por distintas redes cerebrales**. Bucle fonológico➔** Paulesu et al. identificaron dos regiones separadas: 1. Entre los lóbulos parietal y temporal del hemisferio izquierdo, responsable del almacenamiento fonológico. 2. En el área de Broca, relacionada con el repaso subvocal.
- **Material visuoespacial➔** Smith et al., y al menos una revisión meta-analítica encuentran evidencias de: ▪ Lateralización izquierda cuando se trata de identificar un objeto. ▪ Lateralización derecha cuando se trata de identificar una localización espacial. Courtney et al. mostraron una mayor lateralización derecha cuando se exigían funciones ejecutivas en tareas espaciales, sugiriendo que los hallazgos sobre lateralización en la MT espacial pueden depender del nivel de exigencia ejecutiva o dificultad de la tarea, con la lateralización hemisférica siendo más probable si las tareas espaciales son más difíciles que sus contrapartes verbales.
- **Ejecutivo central➔** se ha demostrado la participación de: ▪ Regiones prefrontales dorsolaterales (áreas de Brodmann 9/46, 10) durante tareas que involucran este componente. El córtex prefrontal juega un papel importante en los mecanismos de control de la MT y mantiene las representaciones de las contingencias y las reglas de las tareas. Esta función enfatiza su función de control atencional sobre todas las demás regiones del cerebro donde la información se almacena. ▪ La corteza parietal se cree que implementa el control atencional selectivo. Su actividad también se correlaciona con la capacidad de la MT, de modo que la actividad aumenta con el aumento del número de elementos para recordar hasta que se alcanza el límite de elementos que se estabiliza. Al igual que con el córtex prefrontal, las tareas de MT espacial activan la corteza parietal bilateralmente, con cierta lateralización hacia el hemisferio derecho. ▪ La circunvolución del cíngulo anterior también participa en la realización de las tareas de control. Varios estudios sugieren que está específicamente involucrado en la detección de conflictos (en la detección de la necesidad de un mayor control y asignación de recursos atencionales). Por lo tanto, el funcionamiento ejecutivo se distribuye entre un conjunto de regiones anterior y posterior.